

Anexa nr. 69

Programa școlară
pentru disciplina

Fizică

Clasa a X-a

Trunchi comun (TC)

Filiera teoretică, profilul umanist, toate specializările
Filiera tehnologică, toate profilurile, toate calificările profesionale
Filiera vocațională, profilurile artistic, pedagogic, sportiv și teologic,
toate specializările

Învățământ liceal

Anexa nr. 69**Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasa a X-a, trunchi comun (TC)**

- *Filiera teoretică, profilul umanist, toate specializările*
- *Filiera tehnologică, toate profilurile, toate calificările profesionale*
- *Filiera vocațională, profilurile artistic, pedagogic, sportiv și teologic, toate specializările*

NOTĂ DE PREZENTARE

Fizica este disciplină de cultură științifică generală, studiată în trunchiul comun de toți elevii și, după caz, disciplină de specialitate în curriculumul de specialitate, contribuind la profilul de formare al absolventului și la dezvoltarea competențelor-cheie stabilite la nivel european și asumate în legislația națională (art. 91 din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023). Programa contribuie la implementarea, la nivel curricular, a profilului de formare al absolventului aprobat prin OME nr. 6731/2023 și asigură coerența dintre predare-învățare-evaluare în logica dezvoltării competențelor. În acord cu aceste repere, fizica are un rol esențial în dezvoltarea competenței-cheie „Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie”, dar și la formarea celorlalte competențe-cheie, integrând valori precum curiozitatea intelectuală, rigoarea, spiritul critic și responsabilitatea față de mediu și societate. Aceste direcții sunt susținute de documentele de politică educațională europene și internaționale – Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 2018 privind competențele-cheie și OECD Learning Compass 2030, care promovează o viziune asupra educației ca proces continuu de anticipare, acțiune și reflecție.

Gradul ridicat de generalitate și de profunzime al legilor fizicii, structura conceptuală și aplicațiile din știință și tehnologie conferă Fizicii un rol central între științele naturii. Din perspectivă curriculară, alocările orare sunt stabilite prin planurile-cadru în vigoare. Acestea prevăd studiul disciplinei *FIZICĂ* într-un număr de 2 ore/săptămână în învățământul gimnazial, la clasele VI-VIII, în timp ce în învățământul liceal studiul disciplinei se parcurge într-un număr de ore diferit în funcție de filieră, profil și specializare. Programa se calibreză la bugetul efectiv de timp indicat de acestea, asigurând marja didactică necesară pentru diferențiere și evaluare formativă. În acest context, bugetul orar redus din trunchiul comun impune calibrarea realistă a așteptărilor curriculare și focalizarea pe obiective esențiale de alfabetizare științifică.

Prezenta programă școlară face parte din curriculumul pentru disciplina *FIZICĂ*, cu aplicare pentru clasa a X-a din învățământul liceal, *filiera teoretică, profilul umanist, toate specializările; filiera vocațională, profilul artistic, toate specializările; filiera vocațională, profilul pedagogic, toate specializările; filiera vocațională, profilul sportiv, toate specializările; filiera vocațională, profilul teologic, toate specializările; filiera tehnologică, profilul tehnic, toate domeniile și calificările; filiera tehnologică, profilul resurse naturale și protecția mediului, toate domeniile și calificările; filiera tehnologică, profilul servicii, toate domeniile și calificările*; forma cu frecvență zi, începând cu anul școlar 2027-2028. Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinei are următoarea alocare orară săptămânală, defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a	
Tip segment curricular	TC	CS	TC	CS
Nr. săptămânal de ore	1	-	1	-

Tabel 1 – Numărul de ore de fizică pe săptămână (planuri-cadru de învățământ în vigoare)

Studiul fizicii în liceu se construiește în mod firesc pe fundamentul solid al competențelor formate în gimnaziu, unde programa a introdus o serie de elemente de modernizare curriculară, precum accentul pe alfabetizarea științifică, pe investigarea fenomenelor și pe proiectarea unităților de învățare centrate pe competențe. La nivel gimnazial, elevii deprind modalitățile esențiale de explorare a realității fizice, realizarea de experimente orientative și interpretarea calitativă a unor procese fundamentale. Programa de liceu valorifică explicit achizițiile anterioare și propune un progres curricular coerent, trecând de la o înțelegere descriptivă și calitativă a fenomenelor la una cantitativă, analitică și modelatoare.

Continuitatea este evidentă și în plan metodologic: gimnaziul a mutat accentul de pe conținuturi pe dezvoltarea competențelor, oferind profesorului flexibilitate în proiectarea activităților de învățare și în alegerea contextelor relevante pentru elevi — orientare curriculară menținută și amplificată în liceu. Investigația științifică, interpretarea critică a rezultatelor și reflecția asupra propriei învățări, introduse în gimnaziu, sunt consolidate și diversificate în liceu, unde elevii capătă autonomie mai mare și se confruntă cu situații problemă mai complexe. Introducerea sistematică a analizei erorilor, a reprezentărilor grafice, a relațiilor matematice și a experimentelor obligatorii în programa de liceu confirmă această progresie firească, transformând studiul fizicii într-o experiență intelectuală matură și aplicată.

În raport cu alte discipline, fizica își menține specificitatea epistemologică și metodologică, dar dezvoltă și o puternică dimensiune interdisciplinară. Prin caracterul său modelator, fizica oferă repere fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor studiate în chimie, biologie sau geografie fizică, construind un limbaj comun al științelor naturii. Relația cu matematica este una organică: matematica oferă instrumentele formale necesare pentru exprimarea cantitativă a legilor fizicii, în timp ce fizica oferă sens, context și aplicabilitate conceptelor matematice. De asemenea, fizica susține în mod direct domeniile tehnologiei și informaticii: de la înțelegerea funcționării senzorilor și interpretarea semnalelor, la înțelegerea mecanicii, electricității sau opticii utilizate în dispozitivele digitale și industriale. Prin aceste conexiuni, disciplina se constituie într-un nod interdisciplinar, facilitând elevilor o înțelegere integrată a lumii și dezvoltarea competențelor de transfer — esențiale în formarea absolventului profilului liceal.

În baza profilului de formare și a competențelor-cheie sunt stabilite prin programele școlare competențele generale pentru fiecare nivel de învățământ. Pe baza competențelor generale sunt stabilite competențele specifice pentru fiecare disciplină și an de studiu.

Conținutul curricular al disciplinei fizică este specificat în programele școlare. Acestea sunt documente obligatorii pentru toate cadrele didactice de specialitate, fiind instrumentul de bază pentru planificarea și realizarea procesului de predare-învățare la disciplina fizică, respectiv pentru evaluarea performanțelor elevilor. În realizarea programei școlare de fizică s-au avut în vedere coordonatele generale prezentate în această secțiune și relația cu alte discipline. S-a ținut cont, de asemenea, de experiența dobândită de elevi în viața de zi cu zi, de evoluțiile în cunoașterea științifică, de problemele lumii contemporane și de alte aspecte științifice și educaționale specifice. Astfel, programa școlară:

- a fost concepută ca document curricular reglator ce conține, într-o organizare coerentă, oferta educațională a disciplinei fizică;
- stabilește cadrul metodologic și operațional pentru activitatea didactică la fizică;
- favorizează identificarea temelor de interes interdisciplinar, posibilitățile de corelare multi-, inter- și transdisciplinară;
- reprezintă punctul de plecare și de referință în proiectarea, realizarea și evaluarea manualelor școlare, dar și al altor resurse curriculare și didactice.

Profilul general de formare al absolventului învățământului liceal, aprobat prin O.M.E. nr. 6731/2023, determină în mod direct curriculumul-nucleu (trunchiul comun), dar vizează indirect și curriculumul de specialitate și curriculumul la decizia elevului din oferta școlii. În acest cadru curricular și operațional, ancorarea în profilul de formare al absolventului devine axul de referință pentru definirea competențelor generale și a celor specifice.

Având în vedere aceste repere fundamentale, se urmărește formarea și dezvoltarea pe parcursul întregului învățământ liceal a unui set de competențe generale în domeniul fizicii, concepute ca fundament pentru o gândire de tip științific a unei persoane capabile să învețe în contexte formale, informale și non-formale pe tot parcursul vieții.

Pentru atingerea acestor obiective, autorii programei au acordat o atenție deosebită următoarelor elemente esențiale:

- Validitatea și accesibilitatea – prezentarea corectă din punct de vedere științific a conținuturilor, la un nivel adecvat vârstei elevilor, având în vedere rolul esențial al acestora în formarea și dezvoltarea competențelor. S-a urmărit structurarea logică a conținuturilor, utilitatea practică și modernitatea acestora, posibilitatea de prezentare sistematizată și esențializată. Totodată au fost stabilite corelații logice între programa școlară și structura generală a fizicii, ca știință fundamentală a naturii.
- Succesiunea – ordonarea corespunzătoare a conținuturilor și susținerea adecvată a acestora prin investigație științifică, rezolvare de probleme, informare autonomă, cu o atenție permanentă pentru respectarea normelor de sănătate și securitate și a principiilor protecției mediului, cu accent pe prevenție și comportamente responsabile.

- Abordarea în „spirală” a domeniilor – înțelegând revenirea la anumite domenii la diferite niveluri/clase. Abordarea în „spirală”, existentă și în structura actuală a programelor și întâlnită și în alte sisteme de învățământ, este bazată atât pe logica internă a științei, cât și pe principiul adaptării la stadiul evoluției psiho-somatice a elevilor. Prin revenirea asupra domeniilor studiate, la un alt nivel și într-o altă etapă a dezvoltării psiho-somatice, elevii vor remarca aspectele comune prin specificitate ale modelelor care descriu fenomenele naturale, iar prin înțelegerea dezvoltării acestora vor fi capabili să realizeze conexiuni atât între domeniile fizicii, cât și cu alte domenii ale științei.
- Relevanța – introducerea în procesul de predare-învățare a unui conținut minimal, reprezentativ pentru categoria de fenomene fizice studiate, stabilit în raport cu competențele specifice și generale urmărite.
- Valoarea formativă – selecția corespunzătoare a noțiunilor prezentate la fiecare temă în parte, precum și formarea, respectiv, dezvoltarea capacităților necesare activităților de cercetare și creație.
- Flexibilitatea – profesorul poate realiza cele mai potrivite asocieri între competențe și conținuturi, iar 25% din timpul alocat prin planul-cadru este lăsat la dispoziția cadrului didactic.

Fizica, știință fundamentală prin excelență, este cea mai cuprinzătoare dintre științele naturii, obiectul ei de studiu înglobând lumea materială de la nivelul microscopic al particulelor elementare până la scara cosmică a corpurilor cerești. În esență fizica este știința care stă la baza descrierii complexității lumii naturale, care contribuie la explicarea evoluției sistemelor și a proceselor din natură, care construiește modele pentru a le descrie și pe baza cărora se elaborează predicții. Fizica reprezintă totodată baza proiectării noilor tehnologii care rezolvă problemele lumii reale și conduce la îmbunătățirea calității vieții.

Nu toți elevii vor deveni oameni de știință sau ingineri, dar știința și tehnologiile ocupă un loc tot mai important în activitatea noastră zilnică. Ca cetățeni, trebuie să luăm decizii informate cu privire la chestiuni care implică din ce în ce mai mult știința și tehnologia. În ceea ce privește activitatea viitorilor angajați, ocupațiile de pe piața muncii vor solicita din ce în ce mai mult competențe în științe și tehnologie.

Prin studiul fizicii, elevii dobândesc competențe relevante pentru activitatea zilnică. Studiul fizicii permite înțelegerea aplicațiilor practice din toate domeniile de activitate. Cu o bază solidă a cunoștințelor de fizică, elevii vor fi capabili să aprecieze rolul fizicii în dezvoltarea științei și tehnicii și să utilizeze competențele dezvoltate în toate domeniile activității profesionale, iar ca viitori absolvenți vor putea deveni eficienți într-o societate a cunoașterii globale și puternic tehnologizată.

Dinamica accelerată a descoperirilor științifice și tehnologice, atât ca amploare, cât și ca impact, reclamă o reconfigurare curriculară a predării fizicii. Ca disciplină de cultură științifică generală, Fizica furnizează infrastructura cognitivă pentru alfabetizarea științifică și pentru învățarea pe tot parcursul vieții, prin formarea de competențe transferabile și prin raportarea constantă la dovezi. Pentru a asigura standarde ridicate de calitate, demersul didactic se aliniază logicii științei (modele, ipoteze, date, validare), valorifică sistematizarea conținuturilor, integrează metodologii de învățare activă (investigație, problematizare, modelare, utilizarea responsabilă a tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale) și promovează evaluarea formativă și echitatea. În acest cadru, disciplina *FIZICĂ* trebuie să aibă ca finalitate formarea capacității viitorilor absolvenți de:

- a folosi conceptele și teoriile importante din fizică și științe;
- a gândi științific, critic și creativ, folosind cunoștințele științifice pentru a lua decizii informate cu privire la probleme reale;
- a accesa cunoașterea prin cercetare și informare autonomă;
- a înțelege limbajul științific și a-l utiliza eficient în comunicarea ideilor și punctelor de vedere cu privire la subiecte din știință și tehnologie;
- a manifesta respect pentru unitatea, diversitatea și fragilitatea naturii.

Aceste finalități urmărite prin studiul disciplinei fizică sunt subsumate finalităților învățământului liceal, care propun formarea unui absolvent în măsură să decidă asupra propriei cariere, să contribuie la articularea propriilor trasee de dezvoltare intelectuală și profesională și să se integreze activ în viața socială și în muncă.

În tabelul 2 este prezentată corelarea dintre competențele generale ale disciplinei fizică (nivel liceal) și competențele-cheie, ca reper de proiectare și aliniere curriculară. Tabelul explicitează corespondențele competențe-cheie ↔ competențe generale, oferind un cadru de referință care asigură

coerența curriculară și fundamentează continuitatea către competențele specifice, pe care se structurează activitățile de învățare.

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
Competența de citire, scriere și înțelegere a mesajului	CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - formulând o varietate de mesaje pentru a exprima opinii, idei, argumente, contraargumente în contexte formale și nonformale, folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - analizând critic și interpretând o varietate de mesaje receptate în diverse situații de comunicare, inclusiv cele specifice fizicii.
Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie	CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - aplicând gândirea științifică prin cercetarea unor situații/probleme specifice științelor naturii și prin raportarea propriilor ipoteze la rezultatele experimentale validate; - utilizând în mod independent diferite metode de investigație și tehnologii moderne din domeniul științific și profesional, inclusiv în contexte practice și pentru realizarea de produse și servicii; - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, în științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute. CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice; - evaluând constant validitatea unor raționamente științifice aplicate în contexte diverse, inclusiv profesionale. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - construind demersul de rezolvare a problemelor pe care le identifică într-o varietate de contexte, inclusiv profesionale, prin aplicarea principiilor și legilor fizicii, precum și prin utilizarea noilor tehnologii; - utilizând și raportându-se critic la moduri de gândire și forme de prezentare specifice științelor (de exemplu: formule, modele, grafice), inclusiv în relație cu întrebări relevante pentru viața reală și pentru diferite contexte profesionale.
Competența digitală, inclusiv de siguranță pe internet și securitate	CG1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
cibernetică	- manifestând interes pentru dezvoltarea de conținuturi digitale și utilizarea noilor tehnologii, inclusiv a celor care valorifică inteligența artificială, ca răspuns la nevoi de învățare specifice, inclusiv profesionale; - utilizând informații obținute din diferite surse și/sau informații obținute prin investigație științifică; - comunicând adecvat ca formă și conținut rezultatele obținute. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - rezolvând creativ probleme care presupun organizarea datelor, a informațiilor și a conținutului digital, prin utilizarea unor dispozitive, aplicații digitale și rețele; - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată.
Competența personală, socială și a învăța să înveți Competența civică, juridică și de protejare a mediului	CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - analizând situații sau probleme complexe, formulând și evaluând judecăți de valoare bazate pe puncte de vedere argumentate; - în diferite contexte de învățare, profesionale și în viața de zi cu zi; - înțelegând și prevăzând posibilele efecte ale unor fenomene fizice asupra organismelor vii și asupra mediului; - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - raportându-se critic la fenomene și procese pentru a putea lua decizii pe bază de argumente, pentru a înțelege complexitatea și interacțiunea dintre fenomene și procese, pentru a proiecta soluții durabile. CG5 Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - participând activ, în calitate de cetățean responsabil, la luarea deciziilor care îl privesc, la activități și proiecte care promovează valorile general-umane, echitatea, protecția naturii și lupta împotriva schimbărilor climatice.

Tabel 2 – Coerența curriculară: corespondența între competențele-cheie și competențele generale vizate de disciplina FIZICĂ în învățământul liceal

Programa școlară pentru clasa a X-a (trunchi comun) vizează două domenii majore – termodinamica și electricitatea – care structurează în mod firesc alfabetizarea științifică a elevilor în raport cu dimensiunea integratoare a conceptului de energie și cu funcționarea sistemelor tehnice și digitale contemporane. În spațiul orar redus alocat studiului fizicii în trunchiul comun, aceste domenii oferă un raport favorabil între profunzimea conceptuală, relevanța pentru viața cotidiană și potențialul de transfer către alte discipline și contexte de învățare.

Studiul termodinamicii pune în corespondență modelul microscopic al materiei cu proprietățile macroscopice observabile (temperatură, presiune, stări de agregare). Introducerea noțiunilor de sistem termodinamic, parametri de stare și model al gazului ideal, urmată de descrierea transformărilor simple și aplicarea principiului I al termodinamicii în situații relevante, permite înțelegerea conceptului de energie internă și a transferului de energie prin lucru mecanic și căldură în situații din viața de zi cu zi. Studiul mașinilor termice și al principiului al II-lea al termodinamicii introduce ideea de limită a

conversiei energiei, de randament și de eficiență energetică, deschizând discuții esențiale privind utilizarea resurselor, impactul tehnologic și de mediu, schimbările climatice și tranziția energetică.

Studiul electricității consolidează și extinde înțelegerea unei alte interacțiuni fundamentale, cu relevanță directă pentru tehnologiile moderne. Sunt descrise interacțiunile electrostatice și sunt studiate circuite de curent continuu, utilizând concepte de bază precum sarcina electrică, curentul electric, tensiunea și rezistența electrică. Analiza grupărilor de rezistoare și de surse, a energiei, a puterii electrice și a randamentului facilitează înțelegerea modului în care energia electrică este distribuită și utilizată în aplicații casnice, industriale și tehnologice. Abordarea efectelor fiziologice ale curentului electric, având în vedere dispozitivele de protecție și regulile de prevenire a accidentelor, contribuie direct la formarea și dezvoltarea unor atitudini și comportamente responsabile privind siguranța și prevenția în contexte reale.

Prin această structurare, clasa a X-a realizează trecerea de la accentul pus în clasa a IX-a pe interacțiunea mecanică și pe modele newtoniene la o abordare integrată a energiei termice și electrice, a transformării energiei dintr-o formă în alta și a funcționării sistemelor fizice. Elevii își dezvoltă astfel capacitatea de a utiliza modele, reprezentări grafice și relații matematice pentru a descrie și interpreta fenomene termice și electrice, de a rezolva probleme cu relevanță practică și de a lua decizii informate în contexte legate de energie, tehnologie și siguranță.

Autorii de manuale și resurse curriculare vor respecta în mod strict Sistemul internațional de unități (SI) pentru terminologie, simboluri, unități, prefixe și reguli de scriere, conform broșurii Bureau International des Poids et Mesures (2025), *Le Système international d'unités/The International System of Units* (ediția a 9-a), disponibilă la <https://doi.org/10.59161/AUEZ1291>. Pentru implementarea didactică a terminologiei referitoare la erorile și incertitudinile de măsurare, se va utiliza VIM (JCGM 200:2012) – *International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms* (ediția a 3-a), disponibil la <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate
CG2	Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale
CG3	Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile
CG4	Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limba-jul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate
CG5	Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - utilizând ipoteze date sau formulând ipoteze adecvate; - utilizând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive fizice și matematice; - exprimând argumentat și comunicând într-o formă adecvată concluzii în relație cu ipotezele.	Elevul este capabil să realizeze investigații științifice asistate a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnologice primare ale acestora - utilizând ipoteze date; - aplicând consecvent algoritmi dați; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să realizeze autonom investigații științifice ale unor fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și ale unor aplicații tehnologice moderne ale acestora - formulând ipoteze adecvate; - identificând și aplicând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive; - comunicând argumentat concluzii alternative pe baza ipotezelor formulate; - evaluând calitatea ipotezelor și propunând ipoteze pentru investigații ulterioare.
CG2. Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme;	Elevul este capabil să explice anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să explice o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații tehnologice moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.		- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG3. Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute.	Elevul este capabil să rezolve probleme simple pe bază de algoritmi și/sau asistat - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme indicate; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să rezolve probleme complexe prin metode proprii de abordare - identificând diferitele tipuri de fenomene descrise în probleme; - utilizând mărimi și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice; - formulând și comunicând argumentat rezultatele obținute; - identificând posibile variante de generalizare și/sau aplicare.
CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.	Elevul este capabil să descrie anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să descrie o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG5. Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - utilizând o varietate de surse de informare,	Elevul este capabil să se informeze independent pe o temă dată - utilizând o listă de surse bibliografice oferită; - selectând anumite date din sursele de informație utilizate;	Elevul este capabil să se informeze autonom și/sau din proprie inițiativă pe o varietate de teme științifice - identificând și selectând surse de informare adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată. - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului.	- prelucrând și sistematizând asistat datele obținute. - respectând anumite prevederi regulamentare specifice domeniului de activitate; - înțelegând natura riscurilor implicate de nerespectarea regulilor cunoscute.	- selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problema studiată; - comunicând adecvat ca formă și conținut informațiile dobândite. - implicându-se conștient în acțiuni civice, democratice, de consultare etc. ce vizează luarea unor decizii în utilizarea pe scară largă a anumitor tehnologii și/sau aplicații practice.

CLASA a X-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.

- *Observarea valorilor diferite ale intensității curentului electric care se stabilește prin conductoare diferite, alimentate la aceeași tensiune, în cadrul unui experiment demonstrativ, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind proprietățile conductorului care influențează rezistența electrică a acestuia.*
- *Explorarea funcționării unui circuit electric simplu, cu același rezistor conectat la surse de alimentare diferite, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind mărimile fizice care influențează intensitatea curentului electric prin rezistor.*
- *Explorarea teoretică a funcționării unor sisteme tehnice familiare bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), în contexte de utilizare cunoscute, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind transformarea energiei, rolul surselor termice și semnificația eficienței energetice.*

X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- *Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența rezistenței electrice a unui conductor liniar omogen de proprietățile conductorului (material și dimensiuni).*
- *Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind relația dintre tensiunea aplicată la bornele unui rezistor și intensitatea curentului electric prin acesta.*
- *Proiectarea unei investigații teoretice simple pentru testarea ipotezelor privind funcționarea mașinilor termice și a mașinilor frigorifice, prin stabilirea surselor de documentare, a aspectelor de analizat (transformarea energiei, rolul surselor termice, eficiența energetică) și a criteriilor de comparare între diferite sisteme tehnice.*

X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- *Alimentarea la aceeași sursă de tensiune a unor conductoare liniar omogene, cu proprietăți diferite (material, dimensiuni), pentru măsurarea tensiunii electrice la bornele conductorului și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.*
- *Realizarea unor circuite electrice simple cu același rezistor, conectat succesiv la surse de tensiune diferite, pentru măsurarea tensiunii electrice și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.*
- *Analizarea unor exemple de sisteme tehnice bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), descrise în sursele de documentare stabilite, și consemnarea informațiilor relevante în scheme sau tabele descriptive.*

X.CS.1.4. Prelucreză ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific.

- *Calcularea rezistenței electrice a unor conductoare liniare omogene pe baza valorilor măsurate ale intensității curentului și ale tensiunii la bornele acestora și analizarea rezultatelor obținute pentru corelarea rezistenței electrice a unui conductor cu dimensiunile și natura acestuia.*
- *Reprezentarea grafică a intensității curentului electric prin rezistor în funcție de tensiunea la bornele acestuia, interpretarea graficului obținut și discutarea semnificației relației observate pentru caracterizarea comportării electrice a rezistorului.*
- *Analizarea informațiilor obținute despre mașinile termice, mașinile frigorifice și pompele de căldură pentru a formula concluzii privind funcționarea, randamentul și eficiența energetică a acestora.*

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale
- Observarea comportamentului particulelor unui gaz utilizând o simulare digitală, pentru evidențierea relației dintre creșterea temperaturii și intensificarea agitației particulelor, cu formularea unei concluzii privind legătura dintre cei doi factori. - Analizarea fenomenologică bazată pe observație, simulare sau exemplificare concretă pentru stabilirea relațiilor de cauzalitate dintre mărimile fizice implicate într-un fenomen termic prin identificarea mărimilor cauză, respectiv efect (ex: studiul transformării izocore) și organizarea lor într-o hartă conceptuală. - Analizarea din punct de vedere microscopic a proceselor care au loc într-un conductor metalic străbătut de curent electric, pentru a evidenția cauzele care determină degajarea căldurii prin efect Joule și realizarea unei diagrame care să ilustreze succesiunea fenomenelor.
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate
- Explicarea creșterii presiunii într-un recipient închis, pe parcursul încălzirii acestuia, prin utilizarea ecuației termice de stare a gazului ideal și evidențierea legăturii temperatură - presiune, cu indicarea limitelor modelului, în contextul analizării unor situații reale. - Utilizarea legilor lui Kirchhoff pentru explicarea valorilor intensității curentului electric și a căderilor de tensiune electrică în circuite serie și paralel. - Utilizarea legii lui Ohm pentru a explica influența rezistenței electrice a conductoarelor de legătură asupra intensității curentului electric dintr-un circuit electric simplu.
X.CS.2.3. Construiește reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice
- Construirea diagramei energetice de funcționare a unui motor termic, pentru a stabili relația între căldura primită de sistem și lucrul mecanic efectuat de acesta. - Reprezentarea grafică a intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea aplicată la bornele acestuia, pentru a evidenția relația de directă proporționalitate dintre acestea. - Reprezentarea grafică a rezistivității electrice a unui conductor metalic în funcție de temperatură, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea. - Reprezentarea grafică a volumului ocupat de un gaz menținut la presiune constantă în funcție de temperatura acestuia, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale
- Explicarea ascensiunii unui lampion cu aer cald, utilizat la evenimente în aer liber, ca efect al micșorării densității aerului din interior prin încălzire. - Explicarea funcționării sistemelor de încălzire integrate în parbriz și lunetă prin descrierea modului în care stratul subțire și transparent de material conductor depus pe parbriz sau firele conductoare vizibile din lunetă se încălzesc prin efect Joule atunci când sunt alimentate electric, topind gheața și reducând condensul. - Explicarea rolului sistemului de împământare pentru utilizarea în siguranță a echipamentelor electrice, prin evidențierea modului în care conductorul de protecție preia și direcționează spre sol acumularea de sarcină electrică apărută accidental pe carcasele metalice.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.
- Identificarea evoluției parametrilor de stare (crește, scade, rămâne constant), într-o problemă definită, pentru determinarea valorilor acestora în stări ulterioare, utilizând ecuația termică de stare și interpretarea calitativă a procesului.

- Analizarea datelor unei situații-problemă cu rezistoare grupate serie/paralel (și, după caz, surse grupate), pentru a evidenția influența configurației circuitului asupra valorilor intensităților curenților electrici și ale căderilor de tensiune din circuit. - Analizarea informațiilor dintr-o problemă despre transferul de energie într-un circuit de curent continuu (sursă reală + consumator), pentru a stabili mărimile fizice de care depinde randamentul.
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.
- Utilizarea reprezentării grafice a transformărilor suferite de un gaz ideal, pentru a argumenta, pe baza formei graficului și a variației parametrilor de stare, ipoteza de lucru privind tipul transformării. - Utilizarea unei caracteristici curent-tensiune ($I-U$) furnizate ca set de date, pentru a justifica ipoteza că elementul studiat este sau nu conductor ohmic. - Reprezentarea prin schițe ilustrative (ex. cilindru cu piston) a situației fizice descrise în problemă pentru a justifica ipotezele utilizate în rezolvare.
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.
- Aplicarea principiului I al termodinamicii, în transformări diverse, pentru a determina valorile mărimilor energetice caracteristice - Aplicarea legilor/ teoremelor lui Kirchhoff pentru determinarea intensităților curenților electrici prin ramurile unei rețele electrice - Aplicarea ecuației termice de stare a gazului ideal pentru o masă constantă de gaz, în probleme definite în contexte variate, pentru a determina parametrii de stare necunoscuți.
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.
- Compararea rezultatului numeric obținut cu ordinul de mărime realist al mărimilor fizice (presiune, temperatură etc.), pentru a aprecia dacă soluția este plauzibilă. - Analizarea proporționalității (directe și inverse) dintre parametrii de stare pentru a evalua valorile finale ale acestora într-o succesiune de transformări simple ale unui gaz ideal. - Analizarea rezultatelor obținute în rezolvarea unei probleme definite referitoare la un circuit de curent continuu, pentru a argumenta corectitudinea soluției prin verificarea coerenței acesteia (ex.: distribuirea curentului în ramuri paralele) și discutarea cazurilor-limită (ex.: $R \rightarrow 0$ sau $R \rightarrow \infty$) în raport cu funcționarea circuitului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.
- Standardizarea scrierii mărimilor și unităților SI într-un tabel de date experimentale, prin completarea antetelor cu simbol și unitate (ex.: p/Pa, T/K, I/A, U/V) și verificarea coerenței dimensionale a calculelor. - Transpunerea într-o formă simbolică a unui text științific scurt (despre procese termodinamice, lucru mecanic, intensitatea curentului electric-tensiune electrică), respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Formatarea rezultatelor experimentale cu cifre semnificative și notație științifică (ex.: $U = 8,4 \text{ V}$), nu 8,42156), incluzând incertitudinea: (ex. $U = (8,4 \pm 0,5) \text{ V}$), conform convențiilor de raportare.
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.
- Compararea unor reprezentări diferite ale aceleiași situații (ex.: $V=f(T)$, $p=f(V)$), pentru a evidenția modul în care fiecare dintre acestea contribuie la comunicarea clară și corectă a concluziilor. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera grafice dinamice în vederea evidențierii dependențelor fizice (ex.: $p=f(V)$). - Reprezentarea unui grafic (ex.: $p=f(T)$, $I=f(U)$) cu unități de măsură/axe de coordonate/legendă/scări/culori pentru a comunica informații relevante.

X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.
- Completarea unei fișe de laborator în care descrie materialele, metoda, măsurările și rezultatele. - Redactarea unui raport pentru o lucrare experimentală obligatorie (ex.: verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit), incluzând tabelul, graficul și concluzia. - Redactarea unui mini-raport tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie succintă. - Redactarea unui raport scurt pentru o lucrare experimentală, incluzând tabelul, graficul, surse de erori și concluzia.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.
- Prezentarea rezolvării unei probleme definite, argumentând pas cu pas etapele de rezolvare și alegerea formulelor. - Realizarea unei scurte prezentări pentru a expune soluția unei probleme definite, folosind limbajul specific fizicii. - Prezentarea orală a unei argumentări în care sunt comparate două metode de rezolvare ale aceleiași probleme, cu justificarea alegerii uneia dintre variante.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.
- Identifică efecte pozitive și efecte negative ale utilizării motoarelor termice și motoarelor electrice, pe baza unor studii de caz, pentru evidențierea impactului asupra mediului și comunității umane. - Evidențierea efectelor pozitive și a efectelor negative ale utilizării dispozitivelor electrice în analiza impactului acestora asupra mediului și a comunității.
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.
- Analizarea relației dintre dezvoltarea tehnologică și consumul de resurse naturale, în vederea identificării riscurilor asupra mediului și echilibrului social. - Analizarea unei soluții energetice pentru o comunitate/locuință în scopul evidențierii impactului asupra mediului - Analizarea unei situații privind gestionarea substanțelor periculoase rezultate din activități de întreținere a motoarelor termice, pentru identificarea dilemelor etice legate de impactul asupra mediului și al comunității (beneficii/riscuri, responsabilitate individuală/colectivă).

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.	observă sistematic fenomene și procese fizice; identifică variabile relevante și condiții inițiale; formulează întrebări de investigat și ipoteze verificabile; delimitează fapte observabile de interpretări.	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; stare; parametri de stare și de proces; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză. Principii: norme de securitate și sănătate în muncă. Proceduri: observare dirijată; formularea întrebărilor de investigat; enunțarea ipotezelor în termeni operaționali.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare și problematizare; responsabilitate pentru siguranță.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	selectează tipul de investigație (experimentală/teoretică); stabilește variabilele și condițiile de lucru; planifică pașii investigației și resursele necesare; alege instrumente și metode adecvate.	Noțiuni: experiment; model teoretic; ipoteză testabilă; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate. Proceduri: proiectarea planului de investigație; stabilirea domeniului de variație și a numărului de măsurări; elaborarea fișei de lucru.	perseverență în planificare; responsabilitate față de resurse; atitudine critică față de propriul demers; orientare spre calitate
X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante	realizează corect montajul experimental; utilizează instrumente de măsură și surse de informare adecvate; colectează și înregistrează date în mod sistematic; organizează datele în tabele și note de lucru.	Noțiuni: instrument de măsură; rezoluție; calibrare; date experimentale/teoretice. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea măsurării. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea corectă a indicațiilor; notarea seriilor de date; documentarea din surse validate.	disciplină operațională; respectarea normelor PSI/PSM; valorizarea efortului individual și a muncii în echipă; atenție la detaliu.
X.CS.1.4. Prelucreează ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științifice	calculează valori medii și mărimi derivate; reprezintă datele grafic; identifică tendințe și relații; compară rezultatele cu ipoteza inițială.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; incertitudine. Principii: raportarea concluziilor la date; validarea ipotezelor. Proceduri: prelucrarea ghidată a datelor; realizarea și interpretarea graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor.	respect față de dovezi; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale	identifică sistemul analizat și mediul exterior; selectează mărimi fizice relevante pentru descriere (de stare / de proces); stabilește condiții inițiale și finale (ce se modifică / ce se menține); delimitează cauză–efect și factorii perturbatori; argumentează selecția pe baza observațiilor și a unui model simplu.	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : sistem termodinamic, mediu exterior, parametri de stare (p , V , T), stare de echilibru, proces termodinamic; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică; energie internă, căldură, lucru mecanic.• <i>Electricitate (CC)</i> : circuit electric, sursă reală (t.e.m., rezistență interioară), tensiune la borne, intensitatea curentului, rezistență electrică, rezistivitate, consumator.• <i>Electrostatică</i> : sarcină electrică, câmp electric. Principii/legi (nivel de selectare, nu de demonstrare): conservarea energiei în procese/circuite (interpretare calitativă); conservarea sarcinii (interpretare Kirchhoff). Modele: gaz ideal; circuit	rigoare conceptuală; respect pentru explicația bazată pe dovezi; disponibilitate de a revizui selecția dacă apar date noi.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		idealizat cu elemente discrete. Proceduri: identificarea mărimilor „de urmărit” într-o descriere; formularea lanțului cauzal; explicitarea ipotezelor/idealizărilor (neglijări rezonabile).	
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate	recunoaște legea/principiul aplicabil situației; aplică relații fizice în explicații calitative și în calcule simple; justifică de ce legea este aplicabilă (condiții de validitate, la nivel de idee); integrează în explicație reprezentări (schemă, grafic, bilanț).	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : ecuația termică de stare $pV=nRT$; variația parametrilor în transformări simple; energie internă (mărimă de stare); forme de transfer de energie • <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni de circuit; circuit simplu); rezistență echivalentă serie/paralel; t.e.m. și tensiune la borne; energie și putere electrică; randament <i>Kirchhoff</i> : nod/ramură/ochi de rețea. Principii/legi: • Principiul I al termodinamicii $\Delta U=Q-L$ (aplicații simple); • Principiul II (formularea Carnot, ideea limitării conversiei $Q \rightarrow L$); • Legile lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff. Modele: gaz ideal; sursă ideală/reală; conductor ohmic. Proceduri: selecția relațiilor; scrierea bilanțului energetic pentru procese/circuite; justificarea ipotezelor de idealizare; verificarea coerenței dimensionale și a sensului fizic.	încredere argumentată în legi și modele; spirit critic față de explicații insuficient motivate; acceptarea limitelor modelelor; orientare către explicații coerente și verificabile.
X.CS.2.3. Construiește reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice	construiește tabele (cu unități SI, simboluri) și grafice adecvate; alege variabilele pe axe și scala potrivită; interpretează pante/arii (unde este relevant) și tendințe; utilizează scheme și diagrame pentru a susține explicații; transformă reprezentări (text $\rightarrow$ schemă; tabel $\rightarrow$ grafic; grafic $\rightarrow$ concluzie).	Reprezentări: • grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$ pentru transformări simple ale gazului ideal; • scheme de circuit (surse, consumatori, rezistențe, aparate de măsură); caracteristica $I-U$ pentru conductor ohmic; reprezentări conceptuale: linii de câmp electric. Noțiuni: variabilă, dependență, proporționalitate, constantă; pantă (semnificație fizică în contexte simple); ordin de mărime. Proceduri: etichetarea corectă a axelor (mărime, simbol, unitate de măsură); identificarea intervalului de variație; determinarea relației calitative din grafic;.	claritate și acuratețe în reprezentare; rigoare în utilizarea convențiilor; responsabilitate pentru corectitudinea datelor și a interpretării.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale	formulează explicații structurate folosind terminologia specifică fizicii; corelează fenomenele studiate cu funcționarea unor sisteme și dispozitive reale; descrie efecte și consecințe fizice directe ale fenomenelor; argumentează	Noțiuni: <i>Termodinamică</i> : motor termic, sursă caldă/rece, ciclu termodinamic, lucru mecanic util, randament; mașină frigorifică, pompă de căldură, coeficient de performanță; impact tehnologic și de mediu (calitativ). <i>Electricitate</i> : efecte fiziologice ale curentului; intensități periculoase; siguranțe, împământare, reguli de prevenire a accidentelor; pierderi energetice în circuite; randament în circuit; utilizarea reostatului/potențiometrului (aplicații). Principii: cauzalitate fizică;	claritate și rigoare în exprimarea științifică; respect pentru explicația bazată pe legi și modele; interes pentru înțelegerea funcționării sistemelor reale;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	explicația prin relații, legi și modele cunoscute	aplicarea legilor în domeniul de valabilitate; coerența explicației. Proceduri: identificarea mărimilor relevante într-un dispozitiv real; justificarea explicației (lege → aplicare → concluzie); respectarea regulilor de siguranță.	disponibilitate pentru clarificare și reformulare

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.	extrage datele/condițiile din enunț și le organizează; identifică mărimile date și necunoscute; stabilește sistemul analizat și interacțiunile relevante (când este cazul); formulează ipoteze de lucru/idealizări rezonabile (de ex. „gaz ideal”, „conductor ohmic”); alege unități SI și efectuează transformări uzuale.	Noțiuni: • <i>Termodinamică:</i> p, V, T, n; parametri de stare; proces/transformare; Q, L, ΔU; randament/coeficient de performanță • <i>Electricitate (CC):</i> I, U, R, ρ, l, S; t.e.m.; rezistență internă r; P, W; randament Principii/legi (ca repere de selecție): pV=nRT; ΔU=Q-L; legea lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff. Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; schiță/schemă de principiu; alegerea modelului (ex. gaz ideal, circuit simplu); transformări de unități; identificarea constrângerilor (izoterm/izobar/izocor etc.).	rigoare în organizarea informațiilor; onestitate în explicitarea ipotezelor; autonomie în inițierea demersului de rezolvare; disponibilitate pentru revizuirea interpretării enunțului
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.	realizează schema circuitului și identifică elementele (sursă, consumator, ramuri/noduri); alege reprezentarea potrivită (tabel, grafic, diagramă p-V/p-T/V-T); traduce enunțul în relații matematice simple (ecuații, proporționalități); justifică ipotezele prin reprezentări (de ex. „izocor” → V=const pe grafic); interpretează relațiile din grafice (variații, pante/arii când e cazul).	Reprezentări: • graficele transformărilor gazului ideal: p-V, p-T, V-T; interpretări funcționale (nu demonstrații elaborate). • scheme de circuite de curent continuu; diagrame nod-ramură-ochi (pentru Kirchhoff). • tabele pentru mărimi derivate (P=UI, W=Pt etc.). Modele matematice (nivel clasa a X-a): ecuații de gradul I; sisteme simple de ecuații (câte 2) în probleme uzuale; proporționalități; relații funcționale elementare. Proceduri: desenarea schemelor; etichetarea mărimilor; alegerea variabilelor pe axe; justificarea ipotezelor prin condiții ale procesului (izoterm etc.) și prin proprietăți ale elementelor (ohmic).	orientare spre claritate; rigoare în reprezentări și notații; interes pentru justificarea ipotezelor
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.	selectează legea/teorema relevantă și o aplică corect; stabilește relații matematice între mărimi fizice pentru a determina necunoscute;	Legi/teoreme: • <i>Termodinamică:</i> pV=nRT; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică (aplicații); ΔU=Q-L; randament (definiție și calcule simple); coeficient de performanță (definiție). • <i>Electricitate (CC):</i> legea lui Ohm	perseverență în parcurgerea raționamentului; rigoare și acuratețe în calcule; încredere în demersul logic (pas cu pas);

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	calculează numeric folosind unități SI; utilizează bilanțuri energetice simple (termic / electric); rezolvă probleme standard pe transformări simple și circuite CC.	(porțiuni și circuit simplu); rezistențe serie/paralel; putere/energie electrică; randament (în circuit); teoremele lui Kirchhoff (aplicații). Proceduri/algoritmi: rezolvarea ecuațiilor rezultate; reducerea circuitelor (serie/paralel); scrierea ecuațiilor Kirchhoff (nod/ochi); calcul de putere și energie; utilizarea grafice-lor $p-V/p-T/V-T$ pentru determinări.	autocontrol în verificarea erorilor
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.	verifică unitățile și coerența dimensională; evaluează plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, semn, limite); compară rezultatul cu condițiile inițiale și cu ipotezele asumate; identifică posibile surse de eroare de modelare/calcul; reformulează soluția dacă apar inconsistențe.	Noțiuni: analiză dimensională; ordin de mărime; condiții de valabilitate; limitări ale modelului (gaz ideal, conductor ohmic, neglijări). Proceduri: verificarea ecuațiilor; verificarea cazurilor limită (de ex. $R \rightarrow 0$, $r \rightarrow 0$, $\Delta T \rightarrow 0$ etc., unde e relevant); estimarea efectului unei modificări simple a unui parametru; verificare printr-o metodă alternativă (grafic vs. analitic) în situații simple. Criterii de validare: consistență internă, compatibilitate cu ipotezele, compatibilitate cu interpretarea fizică a procesului/circuitului.	spirit critic și autocritic; responsabilitate pentru calitatea soluției; flexibilitate în revizuirea demersului; orientare către soluții coerente și justificate

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.	definește și utilizează corect concepte și mărimi fizice; folosește simboluri, notații și unități SI conform convențiilor; formulează enunțuri științifice clare (definiție, explicație, concluzie); distinge între observații, relații fizice și interpretări.	Noțiuni: mărimi fizice scalare/vectoriale; simboluri standard; unități SI și prefixe; notație științifică; cifre semnificative. Convenții: scrierea relațiilor fizice; indicarea unităților de măsură; ordinea logică a explicației; utilizarea termenilor specifici. Proceduri: redactarea enunțurilor explicative; scrierea corectă a rezultatelor (valoare + unitate de măsură)	rigoare și acuratețe în exprimare; responsabilitate față de corectitudinea limbajului științific; respect pentru convențiile internaționale; deschidere pentru clarificare și corectare.
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.	organizează datele în tabele structurate și corect etichetate; realizează grafice adecvate tipului de date; etichetează corect axele (mărime, simbol, unitate); interpretează tendințe și relații din grafice;	Reprezentări: tabele de date experimentale/teoretice; grafice mărime-mărime ($p-V$, $p-T$, $V-T$; $I-U$); scheme explicative de circuit sau proces. Noțiuni: variabilă; dependență; proporționalitate; pantă (semnificație fizică, unde este relevant); domeniu de variație. Proceduri: alegerea tipului de grafic; stabilirea scalei; realizarea	claritate și ordine în prezentare; responsabilitate pentru acuratețea reprezentărilor; atenție la detalii

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	integrează tabelele și graficele în explicații scrise/orale.	și citirea graficelor; corelarea graficului cu relația fizică.	
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.	structurează un raport/proiect pe secțiuni; descrie succint scopul, metoda și rezultatele; integrează tabele, grafice și scheme relevante; formulează concluzii corelate cu datele obținute; menționează limitele demersului.	Structuri standard: scop; ipoteză; metodă; date/rezultate; analiză; concluzii. Noțiuni: raport științific; rezultat; concluzie; validitate. Proceduri: redactarea coerență; numerotarea figurilor/tabelor; trimiterea la reprezentări; formularea concluziilor pe baza dovezilor.	integritate și onestitate în raportare; responsabilitate față de date; disciplină în structurarea informației; respect pentru munca proprie și a altora.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.	explică pașii raționamentului într-o ordine logică; susține soluția prin relații fizice și calcule; utilizează reprezentări pentru clarificare; răspunde la întrebări de clarificare.	Noțiuni: argument științific; premisă-raționament-concluzie; coerență logică. Proceduri: structurarea prezentării; selectarea pașilor relevanți; utilizarea simbolurilor și unităților corecte; integrarea schemelor/graficelor în explicație	claritate și responsabilitate în susținerea ideilor; respect față de interlocutor; încredere argumentată; disponibilitate pentru dialog și clarificare.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.	recunoaște aplicații ale fenomenelor fizice studiate, în contexte cotidiene și tehnologice; identifică efecte directe și indirecte ale utilizării acestora; distinge beneficii de riscuri și limitări; corelează efectele cu mărimi și procese fizice implicate (fără detalieri tehnice).	Aplicații: • <i>Termodinamică:</i> motoare termice; mașini frigorifice; pompe de căldură; conversia energiei și limitele randamentului; disiparea energiei. • <i>Electricitate:</i> utilizarea energiei electrice în circuite; pierderi energetice; efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare). Noțiuni: impact; beneficiu; risc; limitare; eficiență energetică (noțiune); siguranță în utilizare. Proceduri: identificarea aplicației; enumerarea efectelor pozitive/negative; corelarea efectelor cu procesele fizice de bază; formularea explicației impactului.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; atenție la siguranță în utilizarea tehnologiilor; interes pentru utilizarea responsabilă a resurselor; disponibilitate pentru evaluare echilibrată
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele	analizează situații concrete generate de utilizarea tehnologiilor bazate pe fenomene fizice; identifică posibile conflicte între beneficii și riscuri;	Situații-problemă: • utilizarea dispozitivelor electrice în condiții de siguranță; • consumul de energie și impactul asupra mediului; • utilizarea tehnologiilor de conversie energetică. Noțiuni: dilemă etică; responsabilitate	judecată responsabilă; respect față de viață, mediu și comunitate; deschidere către puncte de vedere diferite; asumarea

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
etice asociate acestora.	recunoaște existența dilemelor etice fără a propune soluții normative elaborate; argumentează poziții simple pe baza unor criterii explicite.	individuală și colectivă; decizie informată; criterii de analiză (siguranță, eficiență, impact asupra mediului). Proceduri: descrierea situației; identificarea actorilor și a efectelor; compararea beneficiilor și riscurilor; formularea unei poziții argumentate la nivel elementar.	responsabilității pentru propriile acțiuni

CLASA a X-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Termodinamica	1.1. Agitația termică	- mișcare browniană și difuzie (manifestări macroscopice); agitație termică; energie asociată mișcării particulelor; temperatură (interpretare calitativă microscopică); echilibru termic
	1.2. Mărimi fizice caracteristice structurii discrete a substanței	- model microscopic al materiei; particulă (atom/moleculă); cantitate de substanță; constanta lui Avogadro; masă molară
	1.3. *Fenomene de suprafață și fenomene capilare	strat superficial; tensiune superficială (calitativ); tendința de minimizare a ariei suprafeței (legată de energia stratului superficial – calitativ); pelicule de lichid (ex. pelicule de săpun); interacțiunea lichid-solid; forțe de coeziune și forțe de adeziune; menisc; capilaritate; aplicații (ex. materiale poroase, fitil, sol, plante)
	1.4. Noțiuni termodinamice de bază	sistem termodinamic; mediu exterior; parametri de stare; stare de echilibru termodinamic; proces termodinamic
	1.5. Modelul gazului ideal. Ecuația termică de stare	gaz ideal (model); presiune (interpretare microscopică – calitativ); temperatură absolută; ecuație termică de stare ($pV = nRT$ – utilizare); mol; constanta universală a gazelor
	1.6. Transformări simple ale gazului ideal	transformare izotermă; izobară; izocoră; reprezentări grafice p - V , p - T , V - T ; variația parametrilor de stare
	1.7. Energia internă. Lucrul mecanic și căldura.	energie internă – mărime de stare; lucru mecanic și căldură – forme de schimb de energie, mărimi de proces; coeficienți calorici
	1.8. Principiul I al termodinamicii și aplicarea acestuia la transformările simple ale gazului ideal	Principiul I – bilanț energetic simplu ($\Delta U = Q - L$); aplicații calitative și numerice simple pentru proces izocor/izobar/izoterm/adiabatic; relația Robert-Mayer
	1.9. Mașini termice	mașină termică; ciclu termodinamic; sursă caldă/sursă rece; motor termic; lucru mecanic util; randament (definiție); impact tehnologic și de mediu (calitativ); mașină frigorifică; pompă de căldură; eficiență energetică (coeficient de performanță)
	1.10. Principiul al II-lea al termodinamicii. Formularea Carnot	limita conversiei căldurii în lucru mecanic în proces ciclic; formulare Carnot

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
2. Electricitate	2.1. Interacțiunea electrostatică. Câmpul electrostatic.	sarcină electrică; interacțiune electrostatică; câmp electrostatic; linii de câmp
	2.2. Circuite electrice de curent continuu	circuit electric; sursă de tensiune; consumator; conductor; circuit închis/deschis; schemă a circuitului
	2.2.1. Intensitatea curentului electric	curent electric; intensitatea curentului electric; sens convențional; purtători de sarcină mobili; ampermetrul
	2.2.2. Tensiunea electromotoare. Tensiunea la borne. Tensiunea interioară	tensiune electromotoare; tensiune electrică; tensiune interioară; sursă reală; transfer de energie în circuit; voltmetrul
	2.2.3. Rezistența electrică	rezistență electrică; dependența rezistenței de material, lungime și secțiune; dependența rezistivității de temperatură (pentru metale)
	2.2.4. Legile lui Ohm	legea lui Ohm pentru o porțiune pasivă de circuit; conductor ohmic; legea lui Ohm pentru un circuit simplu
	2.2.5. Teoremele lui Kirchhoff	nod; ramură; ochi de rețea; conservarea sarcinii electrice; conservarea energiei în circuit (interpretare calitativă)
	2.2.6. Gruparea rezistoarelor	rezistoare în serie; rezistoare în paralel; rezistență echivalentă; repartizarea tensiunii și a intensității curentului
	2.2.7. Reostatul. Potențiometrul	rezistor variabil; reostat; potențiometru; aplicații
	2.2.8. Gruparea surselor de tensiune	surse de tensiune în serie; surse de tensiune în paralel; aplicații
	2.2.9. Energia și puterea într-un circuit electric. Randament	energie electrică; putere electrică; randament; pierderi energetice (calitativ)
	2.2.10. Efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare); reguli de prevenire a accidentelor	efecte fiziologice ale curentului; intensitate periculoasă; siguranțe; împământare; măsuri de protecție și prevenire a accidentelor electrice

Notă privind marcajul „*“: Conținutul marcat cu „*“ este opțional, fiind destinat extinderii/aprofundării/performancei.

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Transformări simple ale gazului ideal. Studiul experimental al unei transformări simple.
2. Determinarea căldurii specifice a unei substanțe prin metoda calorimetrică
3. Verificarea experimentală a legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit
4. Studiul grupării rezistoarelor/generatoarelor electrice

SUGESTII METODOLOGICE

Predarea fizicii la nivel liceal urmărește formarea competențelor prin activități centrate pe înțelegerea fenomenelor reale și pe aplicarea conceptelor în situații variate. Este recomandată o abordare progresivă, în care elevii observă, descriu, modelează și explică fenomenele studiate, înainte de aplicarea formală a relațiilor matematice.

Programa școlară cuprinde **competențele generale** - sunt definite la nivelul fiecărei discipline și se formează pe parcursul studierii disciplinei, în cadrul fiecărui nivel de învățământ. Având un grad ridicat de generalitate și de complexitate, competențele generale sunt elaborate plecând de la profilul de formare al absolventului. Competențele generale au, în acest fel, un dublu rol: pe de o parte, reflectă contribuția disciplinei la profilul de formare al absolventului și, prin aceasta, la dezvoltarea competențelor-cheie; pe de altă parte, structurează disciplina din perspectiva profilului de formare (ceea ce înseamnă limitarea la ceea ce este cu adevărat relevant, necesar și util prin raportare la profilul de formare). Având rolul de a orienta demersul didactic pe parcursul învățării disciplinei, competențele generale evidențiază achizițiile finale ale elevului în urma studierii disciplinei respective.

Competențele specifice sunt derivate din competențele generale și reprezintă etape în dobândirea acestora, fiind formate/dezvoltate pe parcursul unui an școlar. Competențele specifice au în vedere o structurare fină a etapelor unui proces de învățare. În raport cu acestea, în proiectarea didactică trebuie prevăzute activități și sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor, astfel încât fiecare elev să realizeze progrese reale.

Programa pune accentul pe dezvoltarea competențelor, dar această perspectivă nu reduce rolul conținuturilor, ci, dimpotrivă, le recunoaște importanța ca bază a formării și dezvoltării competențelor specifice. Activitățile de învățare sunt cele care operaționalizează această relație, profesorul având libertatea de a selecta și adapta demersurile didactice prin care conținuturile contribuie în mod efectiv la dezvoltarea competențelor. Dezvoltarea competențelor specifice enunțate a fost ilustrată prin formularea mai multor exemple de activități de învățare. Bunăoară, în cazul competenței generale „*CG.1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate*”, exemplele de activități de învățare propuse au valorificat aceleași conținuturi, aferente unui an de studiu, pentru a evidenția modul în care acestea susțin și facilitează dezvoltarea competențelor specifice.

În învățământul liceal, demersul didactic trebuie să se focalizeze pe observarea dirijată și explorarea ghidată a fenomenelor și sistemelor fizice, în contexte variate. Activitățile încep cu întrebări clar formulate, continuă cu colectarea informațiilor prin măsurători directe, experimente reale sau virtuale și documentare din surse validate și se încheie cu formularea de concluzii explicite, urmate de o scurtă stabilizare conceptuală. Progresul este susținut prin sarcini gradate: de la identificarea mărimilor relevante și citirea corectă a reprezentărilor (tabele, grafice, diagrame), la utilizarea pantei, a ariei sau a relațiilor funcționale pentru estimarea mărimilor derivate și pentru verificarea plauzibilității rezultatelor. Accentul cade pe înțelegerea și aplicarea conceptelor studiate atât în contexte familiare, cât și în contexte noi, cu atenție la estimări, ordine de mărime, condiții de valabilitate ale modelelor și la veridicitatea concluziilor.

Investigațiile experimentale au un rol central. Este recomandată integrarea activităților experimentale gradate ca nivel de complexitate, realizate în laboratorul școlar, cu aparatură uzuală și/sau senzori, cu montaje didactice sau prin laborator virtual, în funcție de resursele disponibile și de conținuturile studiate. Aceste activități pot viza, de exemplu, măsurarea unor mărimi fizice și evidențierea relațiilor dintre ele, compararea dinamicii unor sisteme în condiții diferite sau caracterizarea funcționării unor dispozitive (prin grafice, tabele și interpretări susținute de date). Ele dezvoltă competențele investigative ale elevilor prin formularea de întrebări și ipoteze, colectarea și prelucrarea datelor, estimarea incertitudinilor, reprezentarea grafică a rezultatelor, formularea și validarea concluziilor. Rapoartele de laborator realizate de elevi trebuie să fie bine structurate, incluzând metoda și condițiile de lucru, datele prezentate în tabele/grafice, prelucrarea elementară și concluziile argumentate în raport cu modelul utilizat.

Pentru a construi înțelegerea profundă a conceptelor fizice, în studiul sistemelor și fenomenelor abordate la liceu, elevii pot utiliza scheme ale sistemelor fizice, ale montajelor, reprezentări grafice, diagrame specifice (de exemplu, diagrame fazoriale), precum și modele intuitive sau instrumente digitale pentru generarea și explorarea unor reprezentări dinamice.

Tehnologia digitală poate fi integrată în mod natural în activitățile de predare-învățare-evaluare. Aplicații pentru video-analiză, instrumente grafice și simulări ale unor fenomene pot susține înțelegerea relațiilor dintre mărimile fizice, contribuind semnificativ la îmbunătățirea preciziei măsurărilor și facilitarea vizualizării fenomenelor fizice.

Rezolvarea problemelor definite se realizează prin selectarea datelor relevante, utilizarea schemelor și graficelor, justificarea formulelor alese, efectuarea calculelor corecte și validarea rezultatelor prin estimări și ordine de mărime. Elevii vor fi încurajați să verifice realismul soluțiilor, să compare metode diferite de rezolvare și să argumenteze deciziile luate. Pentru a crește relevanța învățării, problemele definite propuse, respectiv sarcinile de învățare propuse pot include contexte autentice și interdisciplinare (ex.: siguranță și funcționare a unor sisteme tehnice), adaptate nivelului de studiu și profilului.

Comunicarea științifică poate fi dezvoltată prin activități de prezentare orală, explicații scrise, discuții argumentate și utilizarea corectă a limbajului specific fizicii. Elevii pot formula întrebări, pot descrie raționamente, pot explica fenomene în cuvinte proprii și pot utiliza simboluri, grafice și convenții internaționale pentru a exprima rezultate și concluzii.

Pentru a dezvolta raționamente responsabile, argumentate și orientate spre decizii etice și sustenabile, se recomandă integrarea unor studii de caz și activități aplicative prin care elevii analizează impactul descoperirilor științifice și al tehnologiilor moderne asupra societății și mediului.

Abordarea interdisciplinară poate fi încurajată prin conexiuni cu discipline precum matematica (funcții, grafice, proporționalitate, modele), TIC (achiziție și prelucrare digitală a datelor, reprezentări grafice, modelare și simulare), disciplinele tehnice (funcționarea sistemelor și dispozitivelor, circuite, senzori, proprietăți ale materialelor). Proiectele, studiile de caz sau investigațiile integrate pot susține înțelegerea conceptelor și transferul cunoașterii între contexte.

Instruirea diferențiată a elevilor în procesul de predare-învățare-evaluare la disciplina fizică se realizează pe același traseu de învățare, nu prin trasee paralele; ținta rămâne comună, iar reglajele vizează nivelul de sprijin și complexitatea sarcinii de lucru. Pentru consolidare se utilizează șabloane de tabele, ghidaj minimal de calcul și seturi de date prestabilite; pentru extensie se utilizează variabile deschise (de exemplu: alegerea intervalului de măsurare, compararea a două modele). Produsele obținute prin rezolvarea sarcinii de lucru pot fi variate (tabel, grafic, mini-eseu explicativ), în timp ce criteriile de evaluare rămân comune și transparente.

Demersul didactic se va baza pe activități de învățare în care sarcinile de lucru vor avea complexitate progresivă. În funcție de profil, activitățile de învățare pot fi integrate în proiecte sau investigații extinse, care folosesc modelare și instrumente digitale (simulări, foi de calcul), validare pe baza datelor, analiză critică a ipotezelor și precizarea limitelor modelelor, pentru a susține aprofundarea conceptuală și procedurală.

Proiectarea unei unități de învățare începe întotdeauna cu o diagnoză a achizițiilor anterioare. Rezultatele acesteia au rolul de a oferi profesorului o imagine a nivelului de pregătire al elevilor: ce își amintesc, ce reprezentări au despre fenomenele și conceptele studiate, dar și ce preconcepții/neclarități/lacune au. Această diagnoză este fundamentul deciziilor pedagogice ulterioare (selectarea competențelor, conținuturilor, strategiilor didactice care vor structura unitatea de învățare).

În programa de fizică, lista de conținuturi este explicit formulată, iar competențele specifice sunt enunțate, în acord cu paradigma curriculară actuală. Corelarea între conținuturi și competențe este, însă, la latitudinea și în responsabilitatea profesorului, aceasta nefiind impusă de programă. Procesul de selecție și corelare presupune analiză profesională și discernământ didactic. Plecând de la tema unității de învățare și pe baza diagnozei, profesorul selectează competențele specifice care pot fi dezvoltate eficient prin intermediul acestei unități de învățare și identifică acele conținuturi care sunt relevante pentru tema respectivă. În acest fel, conținuturile nu devin simple teme de parcurs, ci adevărate vehicule pentru dezvoltarea competențelor, iar competențele oferă finalitatea și direcția întregului demers didactic.

În următoarea etapă profesorul identifică acele comportamente care descriu concret „ce trebuie să facă elevul” pentru a demonstra progresul spre competența vizată (de exemplu: observarea fenomenelor, realizarea investigațiilor, analiza datelor, formularea explicațiilor, argumentarea concluziilor, aplicarea conceptelor în situații noi). Aceste comportamente devin „firul roșu” al unității de învățare. Pe baza lor, profesorul proiectează activitățile de învățare pentru a oferi un context autentic în care elevii pot exersa comportamentele vizate. Activitățile pot include explorări, investigații, discuții

ghidate, experimente, rezolvări de probleme/situații problemă, aplicații în contexte reale sau transfer în situații noi.



Figura 1 – Proiectarea unității de învățare

Pe parcursul acestor activități, profesorul integrează evaluarea formativă, desfășurată continuu. Aceasta include întrebări de sprijin, observație sistematică, feedback imediat, scurte sarcini de verificare sau reflecții ale elevilor. Rolul său este de a regla procesul de învățare, de a semnaliza neclaritățile și de a ghida elevii către înțelegere profundă.

La finalul unității de învățare, profesorul realizează evaluarea sumativă care verifică, în mod coerent și echitabil, comportamentele exersate. Această evaluare oferă o imagine de ansamblu a progresului elevilor, dar nu înlocuiește evaluarea formativă, ci o completează.

Dacă rezultatele — fie formative, fie sumative — indică faptul că unii elevi întâmpină dificultăți sau nu manifestă comportamentele vizate, profesorul proiectează activități remediale. Acestea sunt adaptate nevoilor identificate și vizează consolidarea conceptelor, reconstruirea înțelegerii acolo unde aceasta este fragilă. Remedierea este, în acest caz, o continuare firească a parcursului didactic, pentru a asigura tuturor elevilor șansa de a atinge competențele vizate.

Prin urmare, o unitate de învățare este o construcție coerentă, în care diagnoza, selectarea competențelor și conținuturilor, identificarea comportamentelor (asociate competențelor specifice și conținuturilor selectate), activitățile de învățare, evaluările formative și sumative și remedierea (dacă este cazul) se succed într-un demers integrat. Fiecare etapă se sprijină pe etapa anterioară și pregătește terenul pentru următoarea, transformând procesul de predare-învățare într-un traseu logic, adaptat elevilor și orientat către dezvoltarea autentică a competențelor.

Evaluarea reprezintă o componentă organică a procesului didactic, conceput ca proces de predare-învățare-evaluare. Evaluarea trebuie să fie variată și centrată pe competențe.

Rezultatele concrete ale învățării se exprimă prin cunoștințe specifice dobândite și deprinderi/abilități exersate în cadrul activităților de învățare. Desfășurate în contexte variate, acestea contribuie la formarea și dezvoltarea treptată a competențelor propuse. În programa de fizică sunt prezentate exemple de activități de învățare corelate cu competențele specifice, având ca scop ghidarea profesorilor pentru a construi noi activități adaptate specificului claselor de elevi.

Din perspectiva demersului educațional centrat pe competențe, se recomandă:

- utilizarea cu preponderență a evaluării continue, formative;
- utilizarea unor metode și instrumente complementare alături de formele și instrumentele clasice de evaluare;
- corelarea rezultatelor evaluării cu competențele specifice vizate de programa școlară;
- analizarea progresului școlar al fiecărui elev pe baza rezultatelor evaluării.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor feedback clar privind raționamentul, coerența soluției și utilizarea corectă a limbajului fizicii.

În funcție de specificul fiecărui domeniu de conținut, se recomandă următoarele metode și instrumente de evaluare:

- Evaluări formative:
 - Observarea
 - Conversația
 - Chestionarea
 - Autoevaluarea
 - Fișe de lucru teoretice/experimentale
 - Analiza produselor activității elevilor (rapoarte de investigație, hărți conceptuale etc.)
- Evaluări sumative:
 - Probă practică (experiment)
 - Proiect de investigație științifică
 - Test cu tipuri variate de itemi

Dezvoltarea unui mediu educațional incluziv

În vederea asigurării echității și egalității șanselor la educație pentru toți elevii, aplicarea programei școlare la clasă se realizează cu respectarea următoarelor principii:

A1. Stabilirea unor sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor

Fiecare elev are dreptul la reușită școlară prin formarea/dezvoltarea competențelor prevăzute de programă.

Pentru elevii care necesită învățare remedială, profesorii organizează activități de învățare diferențiate, adaptând programa școlară la ritmul de învățare al acestora. În cazul constatării unor decalaje majore față de competențele/achizițiile prevăzute în anii anteriori, prioritatea o reprezintă recuperarea planificată a acestor rămânări în urmă (activități remediale dedicate). O abordare similară se aplică elevilor cu școlarizare întreruptă sau cu absențe prelungite din motive medicale ori familiale, inclusiv copiilor lucrătorilor migranți, elevilor refugiați, celor din comunități cu mobilitate sezonieră și elevilor cu probleme medicale cronice sau de lungă durată.

Pentru elevii cu ritm înalt de învățare, profesorii stabilesc sarcini de învățare de nivel ridicat care să le asigure progresul. În acest sens, profesorii iau în considerare posibilitatea aprofundării și/sau extinderii tematicilor din programa școlară (de exemplu: includerea unor conținuturi suplimentare din tematica dată, diversificarea problemelor teoretice și practice, abordarea unor teme prevăzute pentru anii de studiu următori).

A2. Adaptarea la nevoile individuale de învățare ale elevilor

Activitățile de învățare trebuie stabilite, organizate și desfășurate astfel încât să ofere posibilități reale de progres pentru toți elevii, fără discriminare, având în vedere că educația din familie, experiența de viață, interesele și zestrea culturală influențează modul de învățare al fiecărui elev.

În acest sens, procesul de predare-învățare- evaluare trebuie să asigure participarea deplină și eficientă a tuturor elevilor, răspunzând nevoilor individuale de învățare prin:

- diferențiere pe același traseu de învățare (sprijin, complexitatea datelor, deschiderea sarcinii);
- adaptări rezonabile și accesibilizare (instrucțiuni etapizate, timp suplimentar, materiale în formate accesibile, tehnologii suport);
- utilizarea principiilor UDL – Universal Design for Learning (multiple modalități de reprezentare, exprimare și implicare);
- sprijin lingvistic pentru elevii reveniți din migrație sau pentru cei care au nevoie de ajutor suplimentar pentru a înțelege limba de predare;
- evaluare flexibilă și criterii transparente, cu accent pe progres;
- feedback descriptiv și reglator, cu oportunități de corectare și îmbunătățire;
- colaborare școală-familie-servicii de sprijin (consiliere psihopedagogică, mediator școlar, ONG-uri comunitare, agenți economici) pentru continuitatea învățării;
- climat sigur și nediscriminatoriu, care valorizează diversitatea culturală și previne stereotipurile.

Profesorii trebuie să asigure participarea deplină și eficientă în timpul activităților școlare a fiecărui elev, răspunzând nevoilor de învățare individuale ale acestora prin:

- Dezvoltarea unui mediu de învățare eficient în care:

Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasa a X-a, trunchi comun (TC), filiera teoretică, profilul umanist, toate specializările; filiera tehnologică, toate profilurile, toate calificările profesionale; filiera vocațională, profilurile artistic, pedagogic, sportiv și teologic, toate specializările

- contribuția fiecărui elev este valorizată, toți elevii se simt în siguranță și sunt capabili să contribuie la procesul de predare-învățare-evaluare;
- prejudecățile care conduc la discriminare, precum și toate formele de hărțuire sunt combătute activ, elevii învățând să devină toleranți;
- elevii sunt învățați să își asume responsabilitatea acțiunilor și a conduitei lor, atât în școală cât și în comunitate.
- Dezvoltarea motivației și a capacității de concentrare prin:
 - utilizarea metodelor didactice adaptate specificului vârstei, capacității de concentrare și utilizarea, după caz, a activităților individuale și pe grupe pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare;
 - abordarea flexibilă a conținuturilor și utilizarea unor metode didactice diverse pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare ale elevilor, valorificând interesele și experiențele lor;
 - proiectarea, planificarea și monitorizarea unor activități de învățare astfel încât să asigure fiecărui elev șansa de a învăța eficient în ritmul individual de învățare și de a avea progres școlar, inclusiv elevilor care absentează din diferite motive pentru perioade mai lungi de timp.
- Asigurarea egalității șanselor prin:
 - combaterea prejudecăților și discriminărilor în organizarea elevilor în grupe, stabilirea sarcinilor de lucru și asigurarea accesului la mijloacele didactice;
 - crearea condițiilor necesare pentru participarea eficientă și obținerea progresului școlar a elevilor cu cerințe educaționale speciale.
- Asigurarea echității în evaluare prin:
 - utilizarea metodelor și instrumentelor de evaluare adecvate, care asigură fiecărui elev șansa de a demonstra formarea/dezvoltarea competențelor dobândite;
 - utilizarea unor instrumente de evaluare familiare elevilor;
 - utilizarea unor materiale în evaluare care să nu conducă la discriminare;
 - informarea clară și fără ambiguități a elevilor referitoare la rezultatele evaluării în scopul sprijinirii învățării ulterioare.

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii vizează în esență următoarele obiective:

B1. Creșterea eficienței activităților de învățare prin:

- modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor dispozitive. În cazurile în care este posibil, fenomenele și dispozitivele vor fi mai întâi prezentate în laborator sau studiate prin observații directe în natură, respectiv în practică.
- realizarea de investigații științifice și experimente în laboratoare virtuale. Laboratoarele virtuale constituie resurse alternative sau complementare în studiul experimental și/sau investigația științifică. Se recomandă utilizarea laboratoarelor virtuale în următoarele situații:
 - realizarea investigației/experimentului în laboratorul virtual urmează realizării efective a acestora și permite elevilor controlul asupra unui număr mai mare de factori care influențează fenomenul studiat;
 - resursele existente nu permit realizarea efectivă a unor investigații/experimente necesare înțelegerii fenomenelor studiate;
 - prin investigația/experimentul în laboratorul virtual este facilitată înțelegerea fenomenului și de către elevii cu dizabilități;
 - realizarea efectivă a investigației/experimentului poate pune în pericol sănătatea elevilor (de exemplu electrizări la potențial foarte ridicat, mișcări cu viteze mari, fenomene termice la temperaturi foarte înalte, studiul radioactivității etc.).
- prelucrarea datelor experimentale. Datele obținute din observații în natură sau prin realizarea unor investigații/experimente pot fi prelucrate conform scopului propus prin utilizarea unor instrumente și resurse digitale (foi de calcul, aplicații de achiziție de date, software specific). Prelucrarea datelor experimentale poate să includă realizarea unor calcule, calculul erorilor, reprezentări grafice etc. Se poate realiza astfel o reducere

a timpului afectat unor operațiuni simple, repetitive în favoarea unor activități de învățare care să implice abilități de nivel cognitiv superior. În același timp, prin utilizarea instrumentelor și resurselor digitale pentru prelucrarea datelor experimentale, elevii își exersează competențele digitale în contexte de învățare variate.

B2. Sprijin pentru comunicare, informare autonomă și elaborare de proiecte/referate prin

- colectarea și selectarea informațiilor. În funcție de resursele disponibile, poate fi valorificată o varietate de surse și resurse digitale (biblioteci și arhive online, baze de date științifice, enciclopedii, resurse educaționale deschise, documentații tehnice, pagini web instituționale). Elevii formulează solicitări de căutare adecvate, aplică criterii de credibilitate (autorat/afiliere, dată, referințe, acuratețe), realizează sinteza informațiilor în raport cu scopul propus. Aceste activități sprijină alfabetizarea informațională și media, incluzând citarea corectă a surselor, respectarea drepturilor de autor și a eticii academice, precum și utilizarea responsabilă a instrumentelor digitale (inclusiv aplicații cu inteligență artificială) pentru documentare, notare bibliografică și verificare. Rezultatele sunt consemnate cu trasabilitatea surselor și integrate în proiecte/referate într-o formă clară, coerentă și conformă cerințelor curriculare.
- prezentarea informațiilor. Elevii pot prezenta rezultatele activităților în format electronic – în forme atractive, cu impact mare, ușor de înțeles și de transmis prin comunicare electronică.
- tehnoredactarea documentelor. Atunci când se consideră necesar, se poate solicita elevilor tehnoredactarea referatelor lucrărilor de laborator sau a referatelor teoretice și a proiectelor. Se recomandă ca tehnoredactarea acestor documente să se realizeze, cel puțin în parte, sub îndrumarea profesorului. Prin tehnoredactarea îndrumată se urmărește ca elevul să respecte structura standard (titlu, obiective/întrebări, metodă, rezultate, discuții, concluzii, bibliografie), citarea corectă a surselor, utilizarea reprezentărilor grafice corecte, utilizarea editorului de ecuații, scrierea corectă a simbolurilor mărimilor fizice și a unităților de măsură și revizuirea iterativă (auto/inter evaluare pe baza unor criterii de evaluare). Tehnoredactarea sprijină reflecția critică asupra calității produsului, corectarea și îmbunătățirea acestuia pe parcurs, precum și dezvoltarea competențelor digitale.

GRUP DE LUCRU

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ALDESCU MIOARA	profesor gradul I	Liceul „Voievodul Mircea”, Târgoviște, Dâmbovița
ALEXANDRU GABRIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
ANIȚA LAURA-IULIA	lector dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
AȘTILEAN SIMION	prof. univ. dr.	Academia Română
BABAN CRISTIAN-IOAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
BĂDILĂ CORNELIA	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Dimitrie Cantemir”, Breaza, Prahova
BĂRAN VIRGIL	prof. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
BERCHEZ DANIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea, Bihor
BOSTAN CARMEN	cercetător științific, dr.	Institutul de Științe ale Educației
BRÎNZĂ FLORIN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
BUNOIU MĂDĂLIN OCTAVIAN	conf. univ. dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
BUTUȘINĂ FLORIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj
CORCOVEANU MARIA	profesor gradul I	Colegiul Național „Radu Greceanu”, Slatina, Olt
COREGA CONSTANTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
DELIU GABRIELA	profesor dr.	Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil”, Brașov
DOBROTĂ IONUȚ-COSTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești, Bacău
DRAGOMIR NICOLAE	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Tudor Vladimirescu”, Craiova, Dolj
FLORIAN GABRIEL	profesor dr.	Colegiul Național „Carol I” Craiova, Dolj
GRUIA ION	conf. univ. dr.	Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”, București
LAZĂR DANIEL	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Hunedoara, Deva
LEOPOLD NICOLAE	prof. univ. dr.	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca, Cluj
MAN TIBERIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
MARIN CORINA	doctor	Ministerul Educației și Cercetării
MIHALCSIK ANETA AURELIA	profesor gradul I	Liceul Teologic Baptist „Alexa Popovici”, Arad

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
NECUȚĂ EMIL	profesor gradul I	Colegiul Național „Alexandru Odobescu” Pitești, Argeș
PASCU GABRIEL	lector dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
POPESCU VALENTIN-SORIN	profesor	Ministerul Educației și Cercetării
PÎRGHIE CRISTIAN	lector dr.	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
RADOSLAVESCU ILEANA	profesor gradul I	Colegiul Național „Traian Doda” Caransebeș, Caraș Severin
RADU ADRIANA	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Prahova, Ploiești
RADU ADRIAN	conf. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
RĂDUCANU LAURENȚIU VALENTIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
ROTARU LIVIU DĂNUȚ	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare
SOLSCHI VIOREL	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare
STOLERIU LAURENȚIU	prof. univ. dr. habil.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
ȘTEFĂNESCU MANUELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București
ȚEPEȘ DANIELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Ioan Cotovu”, Hârșova, Constanța
VASILESCU MIHAI	lector dr.	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca, Cluj

RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
BĂRBULESCU FLORINA	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil
BLANARIU LIVIU	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil
POPESCU SEBASTIAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	coordonator științific

Anexa nr. 70

Programa școlară
pentru disciplina

Fizică

Clasele a X-a – a XII-a

Trunchi comun și curriculum de specialitate (TC+CS)

Filiera teoretică, profilul real,
specializarea matematică-informatică

Învățământ liceal

- 2026 -

Anexa nr. 70
Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasele a X-a – a XII-a,
trunchi comun și curriculum de specialitate (TC + CS)

- *Filiera teoretică, profilul real, specializarea matematică-informatică*

NOTĂ DE PREZENTARE

Fizica este disciplină de cultură științifică generală, studiată în trunchiul comun de toți elevii și, după caz, disciplină de specialitate în curriculumul de specialitate, contribuind la profilul de formare al absolventului și la dezvoltarea competențelor-cheie stabilite la nivel european și asumate în legislația națională (art. 91 din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023). Programa contribuie la implementarea, la nivel curricular, a profilului de formare al absolventului aprobat prin OME nr. 6731/2023 și asigură coerența dintre predare-învățare-evaluare în logica dezvoltării competențelor. În acord cu aceste repere, fizica are un rol esențial în dezvoltarea competenței-cheie „Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie”, dar și la formarea celorlalte competențe-cheie, integrând valori precum curiozitatea intelectuală, rigoarea, spiritul critic și responsabilitatea față de mediu și societate. Aceste direcții sunt susținute de documentele de politică educațională europene și internaționale – Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 2018 privind competențele-cheie și OECD Learning Compass 2030, care promovează o viziune asupra educației ca proces continuu de anticipare, acțiune și reflecție.

Gradul ridicat de generalitate și de profunzime al legilor fizicii, structura conceptuală și aplicațiile din știință și tehnologie conferă Fizicii un rol central între științele naturii. Din perspectivă curriculară, alocările orare sunt stabilite prin planurile-cadru în vigoare. Acestea prevăd studiul disciplinei *FIZICĂ* într-un număr de 2 ore/săptămână în învățământul gimnazial, la clasele VI-VIII, în timp ce în învățământul liceal studiul disciplinei se parcurge într-un număr de ore diferit în funcție de filieră, profil și specializare. Programa se calibreză la bugetul efectiv de timp indicat de acestea, asigurând marja didactică necesară pentru diferențiere și evaluare formativă. În acest context, bugetul orar redus din trunchiul comun impune calibrarea realistă a așteptărilor curriculare și focalizarea pe obiective esențiale de alfabetizare științifică.

Prezenta programă școlară face parte din curriculumul pentru disciplina *FIZICĂ* și se aplică la clasele a X-a – a XII-a din învățământul liceal, *filiera teoretică, profilul real, specializarea matematică-informatică*, forma cu frecvență zi, începând cu generația de elevi care intră în clasa a X-a în anul școlar 2027-2028. Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinei are următoarea alocare orară săptămânală, defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a		Clasa a XI-a		Clasa a XII-a	
Tip segment curricular	TC	CS	TC	CS	TC	CS	TC	CS
Nr. săptămânal de ore	1	2	1	2	-	2	-	2

Tabel 1 – Numărul de ore de fizică pe săptămână (planuri-cadru de învățământ în vigoare)

Studiul fizicii în liceu se construiește în mod firesc pe fundamentul solid al competențelor formate în gimnaziu, unde programa a introdus o serie de elemente de modernizare curriculară, precum accentul pe alfabetizarea științifică, pe investigarea fenomenelor și pe proiectarea unităților de învățare centrate pe competențe. La nivel gimnazial, elevii deprind modalitățile esențiale de explorare a realității fizice, realizarea de experimente orientative și interpretarea calitativă a unor procese fundamentale. Programa de liceu valorifică explicit achizițiile anterioare și propune un progres curricular coerent, trecând de la o înțelegere descriptivă și calitativă a fenomenelor la una cantitativă, analitică și modelatoare. Continuitatea este evidentă și în plan metodologic: gimnaziul a mutat accentul de pe conținuturi pe dezvoltarea competențelor, oferind profesorului flexibilitate în proiectarea activităților de învățare și în alegerea contextelor relevante pentru elevi — orientare curriculară menținută și amplificată în liceu. Investigația științifică, interpretarea critică a rezultatelor și reflecția asupra propriei învățări, introduse

în gimnaziu, sunt consolidate și diversificate în liceu, unde elevii capătă autonomie mai mare și se confruntă cu situații problemă mai complexe. Introducerea sistematică a analizei erorilor, a reprezentărilor grafice, a relațiilor matematice și a experimentelor obligatorii în programa de liceu confirmă această progresie firească, transformând studiul fizicii într-o experiență intelectuală matură și aplicată.

În raport cu alte discipline, fizica își menține specificitatea epistemologică și metodologică, dar dezvoltă și o puternică dimensiune interdisciplinară. Prin caracterul său modelator, fizica oferă repere fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor studiate în chimie, biologie sau geografie fizică, construind un limbaj comun al științelor naturii. Relația cu matematica este una organică: matematica oferă instrumentele formale necesare pentru exprimarea cantitativă a legilor fizicii, în timp ce fizica oferă sens, context și aplicabilitate conceptelor matematice. De asemenea, fizica susține în mod direct domeniile tehnologiei și informaticii: de la înțelegerea funcționării senzorilor și interpretarea semnalelor, la înțelegerea mecanicii, electricității sau opticii utilizate în dispozitivele digitale și industriale. Prin aceste conexiuni, disciplina se constituie într-un nod interdisciplinar, facilitând elevilor o înțelegere integrată a lumii și dezvoltarea competențelor de transfer — esențiale în formarea absolventului profilului liceal.

În baza profilului de formare și a competențelor-cheie sunt stabilite prin programele școlare competențele generale pentru fiecare nivel de învățământ. Pe baza competențelor generale sunt stabilite competențele specifice pentru fiecare disciplină și an de studiu.

Conținutul curricular al disciplinei fizică este specificat în programele școlare. Acestea sunt documente obligatorii pentru toate cadrele didactice de specialitate, fiind instrumentul de bază pentru planificarea și realizarea procesului de predare-învățare la disciplina fizică, respectiv pentru evaluarea performanțelor elevilor. În realizarea programei școlare de fizică s-au avut în vedere coordonatele generale prezentate în această secțiune și relația cu alte discipline. S-a ținut cont, de asemenea, de experiența dobândită de elevi în viața de zi cu zi, de evoluțiile în cunoașterea științifică, de problemele lumii contemporane și de alte aspecte științifice și educaționale specifice. Astfel, programa școlară:

- a fost concepută ca document curricular reglator ce conține, într-o organizare coerentă, oferta educațională a disciplinei fizică;
- stabilește cadrul metodologic și operațional pentru activitatea didactică la fizică;
- favorizează identificarea temelor de interes interdisciplinar, posibilitățile de corelare multi-, inter- și transdisciplinară;
- reprezintă punctul de plecare și de referință în proiectarea, realizarea și evaluarea manualelor școlare, dar și al altor resurse curriculare și didactice.

Profilul general de formare al absolventului învățământului liceal, aprobat prin O.M.E. nr. 6731/2023, determină în mod direct curriculumul-nucleu (trunchiul comun), dar vizează indirect și curriculumul de specialitate și curriculumul la decizia elevului din oferta școlii. În acest cadru curricular și operațional, ancorarea în profilul de formare al absolventului devine axul de referință pentru definirea competențelor generale și a celor specifice.

Având în vedere aceste repere fundamentale, se urmărește formarea și dezvoltarea pe parcursul întregului învățământ liceal a unui set de competențe generale în domeniul fizicii, concepute ca fundament pentru o gândire de tip științific a unei persoane capabile să învețe în contexte formale, informale și non-formale pe tot parcursul vieții.

Pentru atingerea acestor obiective, autorii programei au acordat o atenție deosebită următoarelor elemente esențiale:

- Validitatea și accesibilitatea – prezentarea corectă din punct de vedere științific a conținuturilor, la un nivel adecvat vârstei elevilor, având în vedere rolul esențial al acestora în formarea și dezvoltarea competențelor. S-a urmărit structurarea logică a conținuturilor, utilitatea practică și modernitatea acestora, posibilitatea de prezentare sistematizată și esențializată. Totodată au fost stabilite corelații logice între programa școlară și structura generală a fizicii, ca știință fundamentală a naturii.
- Succesiunea – ordonarea corespunzătoare a conținuturilor și susținerea adecvată a acestora prin investigație științifică, rezolvare de probleme, informare autonomă, cu o atenție permanentă pentru respectarea normelor de sănătate și securitate și a principiilor protecției mediului, cu accent pe prevenție și comportamente responsabile.
- Abordarea în „spirală” a domeniilor – înțelegând revenirea la anumite domenii la diferite niveluri/clase. Abordarea în „spirală”, existentă și în structura actuală a programelor și întâlnită și în alte sisteme de învățământ, este bazată atât pe logica internă a științei, cât și pe

principiul adaptării la stadiul evoluției psiho-somatice a elevilor. Prin revenirea asupra domeniilor studiate, la un alt nivel și într-o altă etapă a dezvoltării psiho-somatice, elevii vor remarca aspectele comune prin specificitate ale modelelor care descriu fenomenele naturale, iar prin înțelegerea dezvoltării acestora vor fi capabili să realizeze conexiuni atât între domeniile fizicii, cât și cu alte domenii ale științei.

- Relevanța – introducerea în procesul de predare-învățare a unui conținut minimal, reprezentativ pentru categoria de fenomene fizice studiate, stabilit în raport cu competențele specifice și generale urmărite.
- Valoarea formativă – selecția corespunzătoare a noțiunilor prezentate la fiecare temă în parte, precum și formarea, respectiv, dezvoltarea capacităților necesare activităților de cercetare și creație.
- Flexibilitatea – profesorul poate realiza cele mai potrivite asocieri între competențe și conținuturi, iar 25% din timpul alocat prin planul-cadru este lăsat la dispoziția cadrului didactic.

Fizica, știință fundamentală prin excelență, este cea mai cuprinzătoare dintre științele naturii, obiectul ei de studiu înglobând lumea materială de la nivelul microscopic al particulelor elementare până la scara cosmică a corpurilor cerești. În esență fizica este știința care stă la baza descrierii complexității lumii naturale, care contribuie la explicarea evoluției sistemelor și a proceselor din natură, care construiește modele pentru a le descrie și pe baza cărora se elaborează predicții. Fizica reprezintă totodată baza proiectării noilor tehnologii care rezolvă problemele lumii reale și conduce la îmbunătățirea calității vieții.

Nu toți elevii vor deveni oameni de știință sau ingineri, dar știința și tehnologiile ocupă un loc tot mai important în activitatea noastră zilnică. Ca cetățeni, trebuie să luăm decizii informate cu privire la chestiuni care implică din ce în ce mai mult știința și tehnologia. În ceea ce privește activitatea viitorilor angajați, ocupațiile de pe piața muncii vor solicita din ce în ce mai mult competențe în științe și tehnologie.

Prin studiul fizicii, elevii dobândesc competențe relevante pentru activitatea zilnică. Studiul fizicii permite înțelegerea aplicațiilor practice din toate domeniile de activitate. Cu o bază solidă a cunoștințelor de fizică, elevii vor fi capabili să aprecieze rolul fizicii în dezvoltarea științei și tehnicii și să utilizeze competențele dezvoltate în toate domeniile activității profesionale, iar ca viitori absolvenți vor putea deveni eficienți într-o societate a cunoașterii globală și puternic tehnologizată.

Dinamica accelerată a descoperirilor științifice și tehnologice, atât ca amploare, cât și ca impact, reclamă o reconfigurare curriculară a predării fizicii. Ca disciplină de cultură științifică generală, Fizica furnizează infrastructura cognitivă pentru alfabetizarea științifică și pentru învățarea pe tot parcursul vieții, prin formarea de competențe transferabile și prin raportarea constantă la dovezi. Pentru a asigura standarde ridicate de calitate, demersul didactic se aliniază logicii științei (modele, ipoteze, date, validare), valorifică sistematizarea conținuturilor, integrează metodologii de învățare activă (investigație, problematizare, modelare, utilizarea responsabilă a tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale) și promovează evaluarea formativă și echitatea. În acest cadru, disciplina *FIZICĂ* trebuie să aibă ca finalitate formarea capacității viitorilor absolvenți de:

- a folosi conceptele și teoriile importante din fizică și științe;
- a gândi științific, critic și creativ, folosind cunoștințele științifice pentru a lua decizii informate cu privire la probleme reale;
- a accesa cunoașterea prin cercetare și informare autonomă;
- a înțelege limbajul științific și a-l utiliza eficient în comunicarea ideilor și punctelor de vedere cu privire la subiecte din știință și tehnologie;
- a manifesta respect pentru unitatea, diversitatea și fragilitatea naturii.

Aceste finalități urmărite prin studiul disciplinei fizică sunt subsumate finalităților învățământului liceal, care propun formarea unui absolvent în măsură să decidă asupra propriei cariere, să contribuie la articularea propriilor trasee de dezvoltare intelectuală și profesională și să se integreze activ în viața socială și în muncă.

În tabelul 2 este prezentată corelarea dintre competențele generale ale disciplinei fizică (nivel liceal) și competențele-cheie, ca reper de proiectare și aliniere curriculară. Tabelul explicitează corespondențele competențe-cheie ↔ competențe generale, oferind un cadru de referință care asigură coerența curriculară și fundamentează continuitatea către competențele specifice, pe care se structurează activitățile de învățare.

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
Competența de citire, scriere și înțelegere a mesajului	CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - formulând o varietate de mesaje pentru a exprima opinii, idei, argumente, contraargumente în contexte formale și nonformale, folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - analizând critic și interpretând o varietate de mesaje receptate în diverse situații de comunicare, inclusiv cele specifice fizicii.
Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie	CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - aplicând gândirea științifică prin cercetarea unor situații/probleme specifice științelor naturii și prin raportarea propriilor ipoteze la rezultatele experimentale validate; - utilizând în mod independent diferite metode de investigație și tehnologii moderne din domeniul științific și profesional, inclusiv în contexte practice și pentru realizarea de produse și servicii; - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, în științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute. CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice; - evaluând constant validitatea unor raționamente științifice aplicate în contexte diverse, inclusiv profesionale. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - construind demersul de rezolvare a problemelor pe care le identifică într-o varietate de contexte, inclusiv profesionale, prin aplicarea principiilor și legilor fizicii, precum și prin utilizarea noilor tehnologii; - utilizând și raportându-se critic la moduri de gândire și forme de prezentare specifice științelor (de exemplu: formule, modele, grafice), inclusiv în relație cu întrebări relevante pentru viața reală și pentru diferite contexte profesionale.
Competența digitală, inclusiv de siguranță pe internet și securitate cibernetică	CG1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - manifestând interes pentru dezvoltarea de conținuturi digitale și utilizarea noilor tehnologii, inclusiv a celor care valorifică

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
	inteligența artificială, ca răspuns la nevoi de învățare specifice, inclusiv profesionale; - utilizând informații obținute din diferite surse și/sau informații obținute prin investigație științifică; - comunicând adecvat ca formă și conținut rezultatele obținute. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - rezolvând creativ probleme care presupun organizarea datelor, a informațiilor și a conținutului digital, prin utilizarea unor dispozitive, aplicații digitale și rețele; - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată.
Competența personală, socială și a învăța să înveți Competența civică, juridică și de protejare a mediului	CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - analizând situații sau probleme complexe, formulând și evaluând judecăți de valoare bazate pe puncte de vedere argumentate; - în diferite contexte de învățare, profesionale și în viața de zi cu zi; - înțelegând și prevăzând posibilele efecte ale unor fenomene fizice asupra organismelor vii și asupra mediului; - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - raportându-se critic la fenomene și procese pentru a putea lua decizii pe bază de argumente, pentru a înțelege complexitatea și interacțiunea dintre fenomene și procese, pentru a proiecta soluții durabile. CG5 Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - participând activ, în calitate de cetățean responsabil, la luarea deciziilor care îl privesc, la activități și proiecte care promovează valorile general-umane, echitatea, protecția naturii și lupta împotriva schimbărilor climatice.

Tabel 2 – Coerența curriculară: corespondența între competențele-cheie și competențele generale vizate de disciplina FIZICĂ în învățământul liceal

Programa școlară pentru disciplina Fizică în curriculumul de specialitate aferent profilului real, specializarea matematică-informatică (clasele a X-a – a XII-a), este concepută ca un traseu coerent de aprofundare conceptuală, de modelare matematică și de deschidere către fizica modernă și aplicațiile sale tehnologice. În raport cu trunchiul comun, curriculumul de specialitate extinde și rafinează înțelegerea interacțiunilor fundamentale, introduce domenii avansate (oscilații și unde electromagnetice, optică ondulatorie, teoria relativității restrânse, fizică cuantică, fizica semiconductorilor, fizică nucleară) și creează punți explicite către matematică, chimie, biologie și informatică, susținând formarea unui profil STEM solid.

La clasa a X-a, studiul termodinamicii pornește de la modelul microscopic al materiei și de la agitația termică, punând în corespondență proprietățile macroscopice observabile (temperatură, presiune, stări de agregare) cu mișcarea și interacțiunile particulelor. Introducerea noțiunilor de sistem termodinamic, parametri de stare și model al gazului ideal, urmată de analiza transformărilor simple și a principiului I al termodinamicii, permite înțelegerea energiei interne, a schimbului de energie prin lucru mecanic și căldură și a bilanțului energetic, în situații relevante pentru viața de zi cu zi. Studiul mașinilor

termice și al principiului al II-lea al termodinamicii introduce ideea de limită a conversiei energiei, de randament și de eficiență energetică, deschizând discuții esențiale privind utilizarea resurselor, impactul tehnologic și de mediu, schimbările climatice și tranziția energetică. De asemenea, sunt studiate fenomenele de suprafață și fenomenele capilare, respectiv transformările de stare de agregare.

Capitolul dedicat electricității și magnetismului dezvoltă studiul interacțiunii electrice și al câmpului electric precum și al circuitelor de curent continuu. Sunt abordate noțiuni cu privire la modelarea surselor reale, caracteristici curent-tensiune, rețele electrice și metode de rezolvare bazate pe teoremele lui Kirchhoff, teorema transferului maxim de putere și bilanțul energetic. Secțiunea dedicată efectului magnetic al curentului electric, inducției electromagnetice și motoarelor/ generatoarelor electrice pune în evidență conversia energie electrică $\leftrightarrow$ energie mecanică și permite înțelegerea principiilor de funcționare ale echipamentelor electrice moderne. În același timp, abordarea efectelor fiziologice ale curentului electric, a dispozitivelor de protecție și a regulilor de prevenire a accidentelor susține formarea unor atitudini responsabile privind siguranța și prevenția în contexte reale.

La clasa a XI-a, accentul se deplasează către studiul oscilațiilor și undelor (mecanice și electromagnetice), oferind un cadru unitar pentru înțelegerea fenomenelor periodice, a propagării energiei și a transmiterii informației. Studiul oscilatorului armonic, al compunerii oscilațiilor și al rezonanței construiește un cadru conceptual comun pentru descrierea sistemelor oscilante și interpretarea fenomenelor de rezonanță, atât în mecanică, cât și în circuitele electrice. Studiul undelor mecanice și al fenomenelor asociate permite clarificarea și aprofundarea unor concepte fundamentale (superpoziție, coerență, frecvențe proprii, armonici etc.), evidențiind aplicații relevante. Integrarea elementelor de fizica Pământului, prin studiul undelor seismice și al comportamentului preventiv în caz de cutremur, valorifică direct legătura dintre modele fizice și riscurile naturale, contribuind la formarea competențelor civice și a comportamentelor responsabile. Capitolul de oscilații și unde electromagnetice completează perspectiva asupra fenomenelor ondulatorii și evidențiază explicit rolul fizicii în dezvoltarea tehnologiilor moderne. Elementele de optică ondulatorie (reflexie și refracție, interferență și difracție, polarizare, dispersie) evidențiază atât natura electromagnetică a luminii, cât și formarea imaginilor, analiza spectrală, filtre optice etc.

La clasa a XII-a, curriculumul de specialitate este orientat către fizica modernă, oferind elevilor repere pentru înțelegerea schimbărilor de paradigmă din fizica secolului XX și a rolului lor în tehnologiile și provocările secolului XXI. Elementele de teorie a relativității restrânse introduc postulatele lui Einstein, transformările Lorentz și principalele consecințe cinematice (relativitatea simultaneității, dilatarea duratelor, contracția lungimilor), precum și relațiile relativiste pentru impuls și energie, cu rol formativ pentru înțelegerea limitelor modelelor clasice. Elementele de fizică cuantică și fizică atomică oferă elevilor instrumentele conceptuale necesare pentru a înțelege dualismul undă-corpusul, cuantificarea și structura atomică, elemente esențiale pentru interpretarea fenomenelor microscopice și a aplicațiilor moderne (detecție, imagistică, analiza materialelor).

Capitolul dedicat semiconductorilor și aplicațiilor acestora aduce în prim-plan infrastructura fizică a lumii digitale și a tehnologiilor energetice moderne. Pornind de la structura de benzi de energie și de la purtătorii de sarcină în materiale semiconductoare și ajungând la joncțiunea p-n, diode, LED-uri, fotoconductivitate, celule fotovoltaice și LASER, elevii pot să înțeleagă, pe baze fizice, principiile de funcționare ale dispozitivelor electronice și optoelectronice utilizate în calculatoare, rețele de comunicații, senzori și sisteme de conversie a energiei.

În final, elementele de fizică nucleară și studiul radiațiilor nucleare și al efectelor lor biologice permit înțelegerea structurii și stabilității nucleului, a proceselor de fisiune, a funcționării reactorului nuclear, a interacțiunii radiațiilor cu materia și a aplicațiilor în medicină nucleară și radioterapie, în strânsă legătură cu cerințele de securitate nucleară și radioprotecție.

În acest fel, curriculumul de specialitate la disciplina Fizică pentru profilul real, specializarea matematică-informatică, nu doar aprofundează conținuturi de fizică, ci dezvoltă o viziune integrată asupra relațiilor dintre modele fizice, formalism matematic, algoritmi și tehnologie, pregătind elevii atât pentru studiile universitare în domenii STEM, cât și pentru participarea informată la o societate puternic tehnologizată.

Autorii de manuale și resurse curriculare vor respecta în mod strict Sistemul internațional de unități (SI) pentru terminologie, simboluri, unități, prefixe și reguli de scriere, conform broșurii Bureau International des Poids et Mesures (2025), *Le Système international d'unités/The International System of Units* (ediția a 9-a), disponibilă la <https://doi.org/10.59161/AUEZ1291>. Pentru implementarea

didactică a terminologiei referitoare la erorile și incertitudinile de măsurare, se va utiliza VIM (JCGM 200:2012) – International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms (ediția a 3-a), disponibil la <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate
CG2	Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale
CG3	Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile
CG4	Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limba-jul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate
CG5	Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - utilizând ipoteze date sau formulând ipoteze adecvate; - utilizând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive fizice și matematice; - exprimând argumentat și comunicând într-o formă adecvată concluzii în relație cu ipotezele.	Elevul este capabil să realizeze investigații științifice asistate a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnologice primare ale acestora - utilizând ipoteze date; - aplicând consecvent algoritmi dați; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să realizeze autonom investigații științifice ale unor fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și ale unor aplicații tehnologice moderne ale acestora - formulând ipoteze adecvate; - identificând și aplicând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive; - comunicând argumentat concluzii alternative pe baza ipotezelor formulate; - evaluând calitatea ipotezelor și propunând ipoteze pentru investigații ulterioare.
CG2. Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme;	Elevul este capabil să explice anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să explice o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații tehnologice moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.		- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG3. Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute.	Elevul este capabil să rezolve probleme simple pe bază de algoritmi și/sau asistat - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme indicate; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să rezolve probleme complexe prin metode proprii de abordare - identificând diferitele tipuri de fenomene descrise în probleme; - utilizând mărimi și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice; - formulând și comunicând argumentat rezultatele obținute; - identificând posibile variante de generalizare și/sau aplicare.
CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.	Elevul este capabil să descrie anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să descrie o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG5. Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile	Elevul este capabil să se informeze independent pe o temă dată - utilizând o listă de resurse bibliografice oferită; - selectând anumite date din sursele de informație utilizate;	Elevul este capabil să se informeze autonom și/sau din proprie inițiativă pe o varietate de teme științifice - identificând și selectând surse de informare adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată. - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului.	- prelucrând și sistematizând asistat datele obținute. - respectând anumite prevederi regulamentare specifice domeniului de activitate; - înțelegând natura riscurilor implicate de nerespectarea regulilor cunoscute.	- selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problema studiată; - comunicând adecvat ca formă și conținut informațiile dobândite. - implicându-se conștient în acțiuni civice, democratice, de consultare etc. ce vizează luarea unor decizii în utilizarea pe scară largă a anumitor tehnologii și/sau aplicații practice.

CLASA a X-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.

- Observarea înălțimii la care urcă lichidele în tuburi subțiri pentru identificarea variabilelor relevante ale fenomenului de capilaritate (natura lichidului, dimensiunile tubului) și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind relațiile dintre mărimile fizice care descriu fenomenul.
- Observarea valorilor diferite ale intensității curentului electric care se stabilește prin conductoare diferite, alimentate la aceeași tensiune, în cadrul unui experiment demonstrativ, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind proprietățile conductorului care influențează rezistența electrică a acestuia.
- Explorarea funcționării unui circuit electric simplu, cu același rezistor conectat la surse de alimentare diferite, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind mărimile fizice care influențează intensitatea curentului electric prin rezistor.
- Explorarea teoretică a funcționării unor sisteme tehnice familiare bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), în contexte de utilizare cunoscute, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind transformarea energiei, rolul surselor termice și semnificația eficienței energetice.

X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența înălțimii la care urcă lichidul în tubul capilar de natura lichidului și de dimensiunile capilarului.
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența rezistenței electrice a unui conductor liniar omogen de proprietățile conductorului (material și dimensiuni).
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind relația dintre tensiunea aplicată la bornele unui rezistor și intensitatea curentului electric prin acesta.
- Proiectarea unei investigații teoretice simple pentru testarea ipotezelor privind funcționarea mașinilor termice și a mașinilor frigorifice, prin stabilirea surselor de documentare, a aspectelor de analizat (transformarea energiei, rolul surselor termice, eficiența energetică) și a criteriilor de comparare între diferite sisteme tehnice.

X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- Introducerea, în lichide diferite, a unor tuburi capilare cu diametre diferite, pentru măsurarea înălțimii la care urcă lichidul în tubul capilar și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Alimentarea la aceeași sursă de tensiune a unor conductoare liniar omogene, cu proprietăți diferite (material, dimensiuni), pentru măsurarea tensiunii electrice la bornele conductorului și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Realizarea unor circuite electrice simple cu același rezistor, conectat succesiv la surse de tensiune diferite, pentru măsurarea tensiunii electrice și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Analizarea unor exemple de sisteme tehnice bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), descrise în sursele de documentare stabilite, și consemnarea informațiilor relevante în scheme sau tabele descriptive.

X.CS.1.4. Prelucreează ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științifice.

- Analizarea valorilor înălțimii lichidului în tuburi capilare diferite în funcție de natura lichidului și dimensiunile capilarului, pentru a identifica relațiile de dependență între mărimi fizice care descriu fenomenul de capilaritate.
- Calcularea rezistenței electrice a unor conductoare liniare omogene pe baza valorilor măsurate ale intensității curentului și ale tensiunii la bornele acestora și analizarea rezultatelor obținute pentru corelarea rezistenței electrice a unui conductor cu dimensiunile și natura acestuia.
- Reprezentarea grafică a intensității curentului electric prin rezistor în funcție de tensiunea la bornele acestuia, interpretarea graficului obținut și discutarea semnificației relației observate pentru caracterizarea comportării electrice a rezistorului.
- Analizarea informațiilor obținute despre mașinile termice, mașinile frigorifice și pompele de căldură pentru a formula concluzii privind funcționarea, randamentul și eficiența energetică a acestora.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.**X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale**

- Observarea comportamentului particulelor unui gaz utilizând o simulare digitală, pentru evidențierea relației dintre creșterea temperaturii și intensificarea agitației particulelor, cu formularea unei concluzii privind legătura dintre cei doi factori.
- Analizarea fenomenologică bazată pe observație, simulare sau exemplificare concretă pentru stabilirea relațiilor de cauzalitate dintre mărimile fizice implicate într-un fenomen termic prin identificarea mărimilor cauză, respectiv efect (ex: studiul transformării izocore) și organizarea lor într-o hartă conceptuală.
- Analizarea din punct de vedere microscopic a proceselor care au loc într-un conductor metalic străbătut de curent electric, pentru a evidenția cauzele care determină degajarea căldurii prin efect Joule și realizarea unei diagrame care să ilustreze succesiunea fenomenelor.
- Observarea fenomenului de inducție electromagnetică prin apropierea și îndepărtarea unui magnet de o bobină conectată la un galvanometru, pentru evidențierea relațiilor de cauzalitate dintre variația fluxului magnetic și apariția curentului indus, cu identificarea variabilelor care influențează inducția (de exemplu: viteza de mișcare, orientarea magnetului, numărul de spire etc) și explicarea sensului curentului pe baza regulii lui Lenz, cu formularea condițiilor necesare generării tensiunii electromotoare induse

X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate

- Explicarea ascensiunii unui lichid în tuburi capilare prin utilizarea noțiunilor de adeziune și coeziune și prin raportare la legea lui Jurin, în contextul unor situații reale (de exemplu: hârtia de filtru, ridicarea sevei în plante, absorbția lichidului într-un burete etc.), cu identificarea unor situații suplimentare din viața de zi cu zi în care se manifestă fenomenul de capilaritate.
- Explicarea creșterii presiunii într-un recipient închis, pe parcursul încălzirii acestuia, prin utilizarea ecuației termice de stare a gazului ideal și evidențierea legăturii temperatură - presiune, cu indicarea limitelor modelului, în contextul analizării unor situații reale.
- Utilizarea legilor lui Kirchhoff pentru explicarea valorilor intensității curentului electric și a căderilor de tensiune electrică în circuite serie și paralel.
- Utilizarea legii lui Ohm pentru a explica influența rezistenței electrice a conductoarelor de legătură asupra intensității curentului electric dintr-un circuit electric simplu.

X.CS.2.3. Construiește reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice

- Construirea diagramei energetice de funcționare a unui motor termic, pentru a stabili relația între căldura primită de sistem și lucrul mecanic efectuat de acesta.
- Reprezentarea grafică a intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea aplicată la bornele acestuia, pentru a evidenția relația de directă proporționalitate dintre acestea.

- Reprezentarea grafică a rezistivității electrice a unui conductor metalic în funcție de temperatură, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea.
- Reprezentarea grafică a volumului ocupat de un gaz menținut la presiune constantă în funcție de temperatura acestuia, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea.

X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale

- Explicarea ascensiunii unui lampion cu aer cald, utilizat la evenimente în aer liber, ca efect al micșorării densității aerului din interior prin încălzire.
- Explicarea funcționării încărcării wireless a telefoanelor mobile, pe baza modului în care bobina stației de încărcare creează un câmp magnetic variabil care induce curent electric în bobina telefonului.
- Explicarea funcționării sistemelor de încălzire integrate în parbriz și lunetă prin descrierea modului în care stratul subțire și transparent de material conductor depus pe parbriz sau firele conductoare vizibile din lunetă se încălzesc prin efect Joule atunci când sunt alimentate electric, topind gheața și reducând condensul.
- Explicarea rolului sistemului de împământare pentru utilizarea în siguranță a echipamentelor electrice, prin evidențierea modului în care conductorul de protecție preia și direcționează spre sol acumularea de sarcină electrică apărută accidental pe carcasele metalice.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.

- Identificarea evoluției parametrilor de stare (crește, scade, rămâne constant), într-o problemă definită, pentru determinarea valorilor acestora în stări ulterioare, utilizând ecuația termică de stare și interpretarea calitativă a procesului.
- Analizarea datelor unei situații-problemă cu rezistoare grupate serie/paralel (și, după caz, surse grupate), pentru a evidenția influența configurației circuitului asupra valorilor intensităților curenților electrici și ale căderilor de tensiune din circuit.
- Analizarea informațiilor dintr-o problemă despre transferul de energie într-un circuit de curent continuu (sursă reală + consumator), pentru a stabili mărimile fizice de care depinde randamentul.
- Analizarea transformărilor termodinamice dintr-un ciclu de funcționare a unui motor termic pentru identificarea schimburilor de energie cu mediul exterior.

X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.

- Utilizarea reprezentării grafice a transformărilor suferite de un gaz ideal, pentru a argumenta, pe baza formei graficului și a variației parametrilor de stare, ipoteza de lucru privind tipul transformării.
- Utilizarea unei caracteristici curent-tensiune ($I-U$) furnizate ca set de date, pentru a justifica ipoteza că elementul studiat este sau nu conductor ohmic.
- Utilizarea diagramelor temperatură-timp sau temperatură-căldură, pentru a justifica ipotezele de lucru cu privire la un proces calorimetric (de tip „fără pierderi” vs. „cu pierderi”) și pentru a estima corect temperatura de echilibru.
- Reprezentarea prin schițe ilustrative (ex. cilindru cu piston) a situației fizice descrise în problemă pentru a justifica ipotezele utilizate în rezolvare.

X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.

- Aplicarea principiului I al termodinamicii, în transformări diverse, pentru a determina valorile mărimilor energetice caracteristice
- Aplicarea legilor/ teoremelor lui Kirchhoff pentru determinarea intensităților curenților electrici prin ramurile unei rețele electrice
- Aplicarea ecuației termice de stare a gazului ideal pentru o masă constantă de gaz, în probleme definite în contexte variate, pentru a determina parametrii de stare necunoscuți.

- Utilizarea legii lui Jurin pentru determinarea înălțimilor la care urcă un lichid în tuburi capilare cu diametre diferite.
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.
- Compararea rezultatului numeric obținut cu ordinul de mărime realist al mărimilor fizice (presiune, temperatură etc.), pentru a aprecia dacă soluția este plauzibilă. - Analizarea proporționalității (directe și inverse) dintre parametrii de stare pentru a evalua valorile finale ale acestora într-o succesiune de transformări simple ale unui gaz ideal. - Compararea valorii masei molare medii a unui amestec de gaze cu masele molare ale gazelor componente, ținând cont de ponderea fiecărui gaz. - Analizarea rezultatelor obținute în rezolvarea unei probleme definite referitoare la un circuit de curent continuu, pentru a argumenta corectitudinea soluției prin verificarea coerenței acesteia (ex.: distribuirea curentului în ramuri paralele) și discutarea cazurilor-limită (ex.: $R \rightarrow 0$ sau $R \rightarrow \infty$) în raport cu funcționarea circuitului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.
- Standardizarea scrierii mărimilor și unităților SI într-un tabel de date experimentale, prin completarea antetelor cu simbol și unitate (ex.: p/Pa, T/K, I/A, U/V) și verificarea coerenței dimensionale a calculelor. - Transpunerea într-o formă simbolică a unui text științific scurt (despre procese termodinamice, lucru mecanic, intensitatea curentului electric-tensiune electrică), respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Formatarea rezultatelor experimentale cu cifre semnificative și notație științifică (ex.: $U = 8,4 \text{ V}$), nu 8,42156), incluzând incertitudinea: (ex. $U = (8,4 \pm 0,5) \text{ V}$), conform convențiilor de raportare. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex. descrierea variației presiunii unui gaz în funcție de temperatura acestuia, descrierea dependenței tensiunii electrice de la bornele sursei de intensitatea curentului electric, dependenței puterii electrice a unui consumator de rezistența electrică a acestuia).
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.
- Compararea unor reprezentări diferite ale aceleiași situații (ex.: $V=f(T)$, $p=f(V)$), pentru a evidenția modul în care fiecare dintre acestea contribuie la comunicarea clară și corectă a concluziilor. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera grafice dinamice în vederea evidențierii dependențelor fizice (ex.: $p=f(V)$). - Reprezentarea unui grafic (ex.: $p=f(T)$, $I=f(U)$) cu unități de măsură/axe de coordonate/legendă/scări/culori pentru a comunica informații relevante. - Reprezentarea dependenței tensiunii la bornele unei baterii electrice de intensitatea curentului electric prin baterie pentru a determina valorile tensiunii electromotoare și rezistenței interioare ale acesteia.
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.
- Completarea unei fișe de laborator în care descrie materialele, metoda, măsurările și rezultatele. - Redactarea unui raport pentru o lucrare experimentală obligatorie (ex.: verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit), incluzând tabelul, graficul și concluzia. - Redactarea unui mini-raport tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie succintă. - Redactarea unui raport scurt pentru o lucrare experimentală, incluzând tabelul, graficul, surse de erori și concluzia.

X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.

- *Prezentarea rezolvării unei probleme definite, argumentând pas cu pas etapele de rezolvare și alegerea formulelor.*
- *Realizarea unei scurte prezentări pentru a expune soluția unei probleme definite, folosind limbajul specific fizicii.*
- *Prezentarea orală a unei argumentări în care sunt comparate două metode de rezolvare ale aceleiași probleme, cu justificarea alegerii uneia dintre variante.*

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile**X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.**

- *Identifică efecte pozitive și efecte negative ale utilizării motoarelor termice și motoarelor electrice, pe baza unor studii de caz, pentru evidențierea impactului asupra mediului și comunității umane.*
- *Evidențierea efectelor pozitive și a efectelor negative ale utilizării dispozitivelor electrice în analiza impactului acestora asupra mediului și a comunității.*
- *Identificarea beneficiilor utilizării câmpurilor magnetice în medicină și a eventualelor riscuri, pentru evidențierea impactului asupra sănătății.*

X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.

- *Analizarea relației dintre dezvoltarea tehnologică și consumul de resurse naturale, în vederea identificării riscurilor asupra mediului și echilibrului social.*
- *Analizarea unei soluții energetice pentru o comunitate/locuință în scopul evidențierii impactului asupra mediului*
- *Analizarea unei situații privind gestionarea substanțelor periculoase rezultate din activități de întreținere a motoarelor termice, pentru identificarea dilemelor etice legate de impactul asupra mediului și al comunității (beneficii/riscuri, responsabilitate individuală/colectivă).*

Descrierea competențelor specifice**CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.**

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.	observă sistematic fenomene și procese fizice; identifică variabile relevante și condiții inițiale; formulează întrebări de investigat și ipoteze verificabile; delimitează fapte observabile de interpretări; corelează observații din surse multiple: experiment, simulare, documentare.	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; stare; parametri de stare și de proces; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză. Principii: norme de securitate și sănătate în muncă. Proceduri: observare dirijată; formularea întrebărilor de investigat; enunțarea ipotezelor în termeni operaționali.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare și problematizare; responsabilitate pentru siguranță.
X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	selectează tipul de investigație (experimentală/teoretică); stabilește variabilele și condițiile de lucru; planifică pașii investigației și resursele necesare; alege instrumente și metode adecvate; elaborează variante alternative de investigație și justifică alegerea.	Noțiuni: experiment; model teoretic; ipoteză testabilă; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate. Proceduri: proiectarea planului de investigație; stabilirea domeniului de variație și a numărului de măsurări; elaborarea fișei de lucru; estimarea surselor principale de eroare.	perseverență în planificare; responsabilitate față de resurse; atitudine critică față de propriul demers; orientare spre calitate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante	realizează corect montajul experimental; utilizează instrumente de măsură și surse de informare adecvate; colectează și înregistrează date în mod sistematic; organizează datele în tabele și note de lucru; folosește aplicații digitale/senzori pentru achiziția și organizarea datelor.	Noțiuni: instrument de măsură; rezoluție; calibrare; date experimentale/teoretice. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea măsurării. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea corectă a indicațiilor; notarea seriilor de date; documentarea din surse validate; achiziția digitală a datelor.	disciplină operațională; respectarea normelor PSI/PSM; valorizarea efortului individual și a muncii în echipă; atenție la detaliu.
X.CS.1.4. Prelucurează ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific	calculează valori medii și mărimi derivate; reprezintă datele grafic; identifică tendințe și relații; compară rezultatele cu ipoteza inițială; estimează incertitudini și discută limitele rezultatelor.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; incertitudine. Principii: raportarea concluziilor la date; validarea ipotezelor. Proceduri: prelucrarea ghidată a datelor; realizarea și interpretarea graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; aplicarea regulilor de cifre semnificative.	respect față de dovezi; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale	identifică sistemul analizat și mediul exterior; selectează mărimi fizice relevante pentru descriere (de stare / de proces); stabilește condiții inițiale și finale (ce se modifică / ce se menține); delimitează cauză–efect și factorii perturbatori; argumentează selecția pe baza observațiilor și a unui model simplu; compară două explicații alternative și alege varianta susținută de dovezi.	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : sistem termodinamic, mediu exterior, parametri de stare (p , V , T), stare de echilibru, proces termodinamic; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică; energie internă, căldură, lucru mecanic. • <i>Electricitate (CC)</i> : circuit electric, sursă reală (t.e.m., rezistență interioară), tensiune la borne, intensitatea curentului, rezistență electrică, rezistivitate, consumator; densitate de curent. • <i>Electrostatică/EM</i> : sarcină electrică, câmp electric, intensitatea câmpului, tensiune electrică; condensator, capacitate, dielectric; câmp magnetic, inducție magnetică; flux magnetic; inducție electromagnetică. Principii/legi (nivel de selectare, nu de demonstrare) : conservarea energiei în procese/circuite (interpretare calitativă); conservarea sarcinii (interpretare Kirchhoff). Modele : gaz ideal; circuit idealizat cu elemente discrete; câmp uniform. Proceduri : identificarea mărimilor „de urmărit” într-o descriere; formularea lanțului cauzal; explicitarea ipotezelor/idealizărilor (neglijări rezonabile).	rigoare conceptuală; respect pentru explicația bazată pe dovezi; disponibilitate de a revizui selecția dacă apar date noi.
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate	recunoaște legea/principiul aplicabil situației; aplică relații fizice în explicații calitative și în calcule simple; justifică de ce legea	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : ecuația termică de stare $pV=nRT$; variația parametrilor în transformări simple; energie internă (mărimă de stare); mecanisme de transfer de căldură (conducție/convecție/radiație – nivel funcțional) • <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni de circuit; circuit simplu); rezistență echivalentă	încredere argumentată în legi și modele; spirit critic față de explicații insuficient motivate; acceptarea

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	este aplicabilă (con condiții de validitate, la nivel de idee); integrează în explicație reprezentări (schemă, grafic, bilanț); argumentează limitele modelului și sursele principale de abatere.	serie/paralel; t.e.m. și tensiune la borne; energie și putere electrică; randament <i>Kirchhoff</i> : nod/ramură/ochi de rețea; metode de rezolvare a rețelilor. • <i>Electrostatică/EM</i> : legea lui Coulomb; superpoziția câmpurilor; relația $U-E-d$ în câmp uniform; energie în condensator; forța Lorentz; legea inducției electromagnetice și regula lui Lenz; inductanță/autoinducție. Principii/legi : • Principiul I al termodinamicii $\Delta U=Q-L$ (aplicații simple); • Principiul II (formularea Carnot, ideea limitării conversiei $Q \rightarrow L$); • Legile lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff; teorema transferului maxim de putere. Modele : gaz ideal; sursă ideală/reală; conductor ohmic; ciclu Carnot – limită teoretică. Proceduri : selecția relațiilor; scrierea bilanțului energetic pentru procese/circuite; justificarea ipotezelor de idealizare; verificarea coerenței dimensionale și a sensului fizic.	limitelor modelelor; orientare către explicații coerente și verificabile.
X.CS.2.3. Construieste reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice	construieste tabele (cu unități SI, simboluri) și grafice adecvate; alege variabilele pe axe și scala potrivită; interpretează pante/arii (unde este relevant) și tendințe; utilizează scheme și diagrame pentru a susține explicații; transformă reprezentări (text $\rightarrow$ schemă; tabel $\rightarrow$ grafic; grafic $\rightarrow$ concluzie); corelează graficul cu modelul matematic simplu (liniarizare elementară, unde e cazul).	Reprezentări : • grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$ pentru transformări simple ale gazului ideal; • scheme de circuit (surse, consumatori, rezistențe, aparate de măsură); caracteristica $I-U$ pentru conductor ohmic comparativ, pentru diferite conductoare/condiții. • reprezentări conceptuale: linii de câmp electric, linii de câmp magnetic. Noțiuni : variabilă, dependență, proporționalitate, constantă; pantă (semnificație fizică în contexte simple); ordin de mărime; cifre semnificative. Proceduri : etichetarea corectă a axelor (mărime, simbol, unitate de măsură); identificarea intervalului de variație; determinarea relației calitative din grafic; folosirea graficului pentru estimări (interpolare simplă).	claritate și acuratețe în reprezentare; rigoare în utilizarea convențiilor; responsabilitate pentru corectitudinea datelor și a interpretării.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale	formulează explicații structurate folosind terminologia specifică fizicii; corelează fenomenele studiate cu funcționarea unor sisteme și dispozitive reale; descrie efecte și consecințe fizice directe ale fenomenelor; argumentează explicația prin relații, legi și modele cunoscute; analizează variația efectelor în funcție de	Noțiuni : <i>Termodinamică</i> : motor termic, sursă caldă/rece, ciclu termodinamic, lucru mecanic util, randament; *mașină frigorifică, *pomă de caldura, *coeficient de performanță; impact tehnologic și de mediu (calitativ). <i>Electricitate</i> : efecte fiziologice ale curentului; intensități periculoase; siguranțe, împământare, reguli de prevenire a accidentelor; pierderi energetice în circuite; randament în circuit; utilizarea reostatului/potențiometrului (aplicații). <i>Electrostatică/EM</i> : rolul condensatoarelor; conversie energie electrică $\leftrightarrow$ mecanică (motoare/generatoare), inducție electromagnetică; teorema transferului maxim de putere. Principii : cauzalitate fizică; aplicarea legilor în domeniul de valabilitate; coerența explicației. Proceduri : identificarea mărimilor relevante într-un dispozitiv real;	claritate și rigoare în exprimarea științifică; respect pentru explicația bazată pe legi și modele; interes pentru înțelegerea funcționării sistemelor reale; disponibilitate pentru clarificare și reformulare

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	modificarea parametrilor sistemului	justificarea explicației (lege → aplicare → concluzie); respectarea regulilor de siguranță.	

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.	extrage datele/condițiile din enunț și le organizează; identifică mărimile date și necunoscute; stabilește sistemul analizat și interacțiunile relevante (când este cazul); formulează ipoteze de lucru/idealizări rezonabile (de ex. „gaz ideal”, „conductor ohmic”); alege unități SI și efectuează transformări uzuale; identifică mărimi fizice care influențează puternic rezultatul.	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : p , V , T , n ; parametri de stare; proces/transformare; Q , L , ΔU ; randament/*coeficient de performanță • <i>Electricitate (CC)</i> : I , U , R , ρ , l , S ; t.e.m.; rezistență internă r ; P , W ; randament • <i>Electrostatică/EM</i> : q , E , U , C ; energie în condensator; B , flux magnetic Φ ; inducție electromagnetică Principii/legi (ca repere de selecție) : $pV=nRT$; $\Delta U=Q-L$; legea lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff; Coulomb; inducție electromagnetică. Proceduri : analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; schiță/schemă de principiu; alegerea modelului (ex. gaz ideal, circuit simplu); transformări de unități; identificarea constrângerilor (izoterm/izobar/izocor etc.).	rigoare în organizarea informațiilor; onestitate în explicarea ipotezelor; autonomie în inițierea demersului de rezolvare; disponibilitate pentru revizuirea interpretării enunțului
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.	realizează schema circuitului și identifică elementele (sursă, consumator, ramuri/noduri); alege reprezentarea potrivită (tabel, grafic, diagramă $p-V$ / $p-T$ / $V-T$); traduce enunțul în relații matematice simple (ecuații, proporționalități); justifică ipotezele prin reprezentări (de ex. „izocor” → $V=\text{const}$ pe grafic); interpretează relațiile din grafice (variații, pante/arrii când e cazul); folosește caracteristica $I-U$ pentru argumentarea modelului ohmic.	Reprezentări: • graficele transformărilor gazului ideal: $p-V$, $p-T$, $V-T$; interpretări funcționale (nu demonstrații elaborate). • scheme de circuite de curent continuu; diagrame nod-ramură-ochi (pentru Kirchhoff). • tabele pentru mărimi derivate ($P=UI$, $W=Pt$ etc.). • reprezentări pentru câmp electric uniform, linii de câmp; grafice $I-U$ pentru caracteristici. Modele matematice (nivel clasa a X-a) : ecuații de gradul I; sisteme simple de ecuații (câte 2) în probleme uzuale; proporționalități; relații funcționale elementare; sisteme mai extinse prin Kirchhoff, la nivel de rețea. Proceduri : desenarea schemelor; etichetarea mărimilor; alegerea variabilelor pe axe; justificarea ipotezelor prin condiții ale procesului (izoterm etc.) și prin proprietăți ale elementelor (ohmic).	orientare spre claritate; rigoare în reprezentări și notații; interes pentru justificarea ipotezelor
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.	selectează legea/teorema relevantă și o aplică corect; stabilește relații matematice între mărimi fizice pentru a determina necunoscute; calculează numeric folosind unități SI; utilizează bilanțuri energetice simple (termic / electric); rezolvă	Legi/teoreme: • <i>Termodinamică</i> : $pV=nRT$; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică (aplicații); $\Delta U=Q-L$; randament (definiție și calcule simple); *coeficient de performanță (definiție). • <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni și circuit simplu); rezistențe serie/paralel; putere/energie electrică; randament (în circuit); teoremele lui Kirchhoff (aplicații). • legea lui Coulomb; relația $U-$	perseverență în parcurgerea raționamentului; rigoare și acuratețe în calcule; încredere în demersul logic (pas cu pas); autocontrol în verificarea erorilor

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	probleme standard pe transformări simple și circuite CC; rezolvă rețele de circuite prin teoremele lui Kirchhoff și/sau condiția transferului maxim de putere.	E-d; capacitatea și energia condensatorului; legea inducției electromagnetice și regula lui Lenz; inductanță/autoinducție – aplicații funcționale; teorema transferului maxim de putere. Proceduri/algoritmi: rezolvarea ecuațiilor rezultate; reducerea circuitelor (serie/paralel); scrierea ecuațiilor Kirchhoff (nod/ochi); calcul de putere și energie; utilizarea grafice-lor $p-V/p-T/V-T$ pentru determinări.	
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.	verifică unitățile și coerența dimensională; evaluează plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, semn, limite); compară rezultatul cu condițiile inițiale și cu ipotezele asumate; identifică posibile surse de eroare de modelare/calcul; reformulează soluția dacă apar inconsistențe; testează sensibilitatea rezultatului la variația unui parametru.	Noțiuni: analiză dimensională; ordin de mărime; condiții de valabilitate; limitări ale modelului (gaz ideal, conductor ohmic, neglijări). Proceduri: verificarea ecuațiilor; verificarea cazurilor limită (de ex. $R \rightarrow 0$, $r \rightarrow 0$, $\Delta T \rightarrow 0$ etc., unde e relevant); estimarea efectului unei modificări simple a unui parametru; verificare printr-o metodă alternativă (grafic vs. analitic) în situații simple. Criterii de validare: consistență internă, compatibilitate cu ipotezele, compatibilitate cu interpretarea fizică a procesului/circuitului.	spirit critic și autocritic; responsabilitate pentru calitatea soluției; flexibilitate în revizuirea demersului; orientare către soluții coerente și justificate

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.	definește și utilizează corect concepte și mărimi fizice; folosește simboluri, notații și unități SI conform convențiilor; formulează enunțuri științifice clare (definiție, explicație, concluzie); distinge între observații, relații fizice și interpretări; utilizează notație vectorială și relații simbolice compacte.	Noțiuni: mărimi fizice scalare/vectoriale; simboluri standard; unități SI și prefixe; notație științifică; cifre semnificative. Convenții: scrierea relațiilor fizice; indicarea unităților de măsură; ordinea logică a explicației; utilizarea termenilor specifici. Proceduri: redactarea enunțurilor explicative; scrierea corectă a rezultatelor (valoare + unitate de măsură)	rigoare și acuratețe în exprimare; responsabilitate față de corectitudinea limbajului științific; respect pentru convențiile internaționale; deschidere pentru clarificare și corectare.
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.	organizează datele în tabele structurate și corect etichetate; realizează grafice adecvate tipului de date; etichetează corect axele (mărime, simbol, unitate); interpretează tendințe și relații din grafice; integrează tabelele și graficele în explicații scrise/orale; reprezintă incertitudini simple și discută rolul lor.	Reprezentări: tabele de date experimentale/teoretice; grafice mărime-mărime ($p-V$, $p-T$, $V-T$; $I-U$); scheme explicative de circuit sau proces. Noțiuni: variabilă; dependență; proporționalitate; pantă (semnificație fizică, unde este relevant); domeniu de variație. Proceduri: alegerea tipului de grafic; stabilirea scalei; realizarea și citirea	claritate și ordine în prezentare; responsabilitate pentru acuratețea reprezentărilor; atenție la detalii

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		graficelor; corelarea graficului cu relația fizică.	
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.	structurează un raport/proiect pe secțiuni; descrie succint scopul, metoda și rezultatele; integrează tabele, grafice și scheme relevante; formulează concluzii corelate cu datele obținute; menționează limitele demersului.	Structuri standard: scop; ipoteză; metodă; date/rezultate; analiză; concluzii. Noțiuni: raport științific; rezultat; concluzie; validitate. Proceduri: redactarea coerentă; numerotarea figurilor/tabelor; trimiterea la reprezentări; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	integritate și onestitate în raportare; responsabilitate față de date; disciplină în structurarea informației; respect pentru munca proprie și a altora.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.	explică pașii raționamentului într-o ordine logică; susține soluția prin relații fizice și calcule; utilizează reprezentări pentru clarificare; răspunde la întrebări de clarificare; adaptează nivelul de formalizare la public.	Noțiuni: argument științific; premisă-raționament-concluzie; coerență logică. Proceduri: structurarea prezentării; selectarea pașilor relevanți; utilizarea simbolurilor și unităților corecte; integrarea schemelor/graficelor în explicație; optimizarea prezentării pentru claritate și concizie	claritate și responsabilitate în susținerea ideilor; respect față de interlocutor; încredere argumentată; disponibilitate pentru dialog și clarificare.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.	recunoaște aplicații ale fenomenelor fizice studiate, în contexte cotidiene și tehnologice; identifică efecte directe și indirecte ale utilizării acestora; distinge beneficii de riscuri și limitări; corelează efectele cu mărimi și procese fizice implicate (fără detalieri tehnice); compară aplicații alternative din perspectiva consumului energetic și a efectelor asupra mediului.	Aplicații: • <i>Termodinamică:</i> motoare termice; *mașini frigorifice; *pompe de căldură; conversia energiei și limitele randamentului; disiparea energiei. • <i>Electricitate:</i> utilizarea energiei electrice în circuite; pierderi energetice; efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare). • <i>Electromagnetism</i> : motoare și generatoare electrice; inducția electromagnetică în producerea energiei; utilizarea câmpurilor electrice și magnetice în dispozitive tehnice. Noțiuni: impact; beneficiu; risc; limitare; eficiență energetică (noțiune); siguranță în utilizare. Proceduri: identificarea aplicației; enumerarea efectelor pozitive/negative; corelarea efectelor cu procesele fizice de bază; formularea explicației impactului.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; atenție la siguranță în utilizarea tehnologiilor; interes pentru utilizarea responsabilă a resurselor; disponibilitate pentru evaluare echilibrată
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.	analizează situații concrete generate de utilizarea tehnologiilor bazate pe fenomene fizice; identifică posibile conflicte între beneficii și riscuri; recunoaște existența dilemelor etice fără a propune soluții normative elaborate; argumentează poziții simple pe baza	Situații-problemă: • utilizarea dispozitivelor electrice în condiții de siguranță; • consumul de energie și impactul asupra mediului; • utilizarea tehnologiilor de conversie energetică; • expunerea la câmpuri electrice și magnetice. Noțiuni: dilemă etică; responsabilitate individuală și colectivă; decizie informată; criterii de analiză (siguranță, eficiență, impact asupra mediului). Proceduri: descrierea situației; identificarea actorilor și a efectelor; compararea	judecată responsabilă; respect față de viață, mediu și comunitate; deschidere către puncte de vedere diferite; asumarea responsabilității pentru propriile acțiuni

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	unor criterii explicite; analizează scenarii alternative și consecințele acestora.	beneficiilor și riscurilor; formularea unei poziții argumentate la nivel elementar.	

CLASA a X-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Termodinamica	1.1. Agitația termică	
	1.1.1. Fenomene macroscopice care evidențiază agitația termică	- mișcare browniană; difuzie; rolul observației și al experimentului în cunoașterea științifică
	1.1.2. Agitația termică. Proprietăți	- agitație termică; mișcare dezordonată a particulelor; energie asociată mișcării particulelor; temperatură (interpretare calitativă microscopică); echilibru termic
	1.2. Mărimi fizice caracteristice structurii discrete a substanței	- model microscopic al materiei; particulă (atom/moleculă); cantitate de substanță; constanta lui Avogadro; masă molară
	1.3. Fenomene de suprafață	strat superficial; tensiune superficială; energia stratului superficial (calitativ - dependența de aria suprafeței); tendința de minimizare a suprafeței; pelicule de lichid (ex. pelicule de săpun); efectul agenților tensioactivi (calitativ) și aplicații
	1.4. Fenomene capilare	interacțiunea lichid-solid; forțe de coeziune și forțe de adeziune; menisc concav/convex; capilaritate; legea lui Jurin (dependența h de rază, tensiune superficială și densitate – calitativ și aplicativ); aplicații (ex. materiale poroase, fitil, sol, plante)
	1.5. Noțiuni termodinamice de bază	sistem termodinamic; mediu exterior; parametri de stare; parametri independenți; stare de echilibru termodinamic; proces termodinamic; proces cvasistatic; reprezentări grafice ale stării sistemului
	1.6. Modelul gazului ideal.	
	1.6.1. Noțiuni de TCM. Ecuația termică de stare	gaz ideal (model); comparație cu gaz real (calitativ); presiune (interpretare microscopică – calitativ); temperatură absolută; ecuație termică de stare ($pV = nRT$); mol; constanta universală a gazelor
	1.6.2. Transformări simple ale gazului ideal	transformare izotermă; izobară; izocoră; reprezentări grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$; variația parametrilor de stare
	1.7. Energia internă. Lucrul mecanic și căldura.	energie internă – mărime de stare; interpretare microscopică a energiei interne; lucru mecanic și căldură – forme de schimb de energie, mărimi de proces; coeficienți calorici; mecanisme de

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		transfer de căldură (conducție, convecție, radiație – nivel funcțional)
	1.8. Principiul I al termodinamicii și aplicarea acestuia la transformările simple ale gazului ideal	Principiul I – bilanț energetic simplu ($\Delta U = Q - L$); aplicații calitative și numerice pentru proces izocor/ izobar/ izoterm/ adiabatic; relația Robert-Mayer
	1.9. Principiul al II-lea al termodinamicii. Formularea Carnot	ireversibilitate; imposibilitatea conversiei integrale $Q \rightarrow L$ în proces ciclic; enunțuri (Thomson / Clausius – la nivel de idee); ciclu Carnot; randament maxim (limită teoretică)
	1.10. Mașini termice	
	1.10.1. Motoare cu ardere internă. Randament.	mașină termică; ciclu termodinamic; sursă caldă/sursă rece; motor termic; lucru mecanic util; randament (definiție); ciclu idealizat (Otto/Diesel – la nivel descriptiv); impact tehnologic și de mediu (calitativ)
	1.10.2. *Mașini frigorifice. Pompe de căldură. Eficiență	mașină frigorifică; pompă de căldură; lucru mecanic consumat; eficiență energetică (coeficient de performanță); aplicații casnice/industriale
	1.11. Transformări de stare de agregare	
	1.11.1. Vaporizare. Condensare	fierbere; evaporare; condensare; presiunea vaporilor (calitativ); vaporii saturanți; căldură latentă; căldură latentă specifică
	1.11.2. *Lichefierea gazelor.	răcire/comprimare; temperatură critică (noțiune); aplicații (tehnologii criogenice)
	1.11.3. Topirea. Solidificarea	structură cristalină și structură amorfă; temperatură de topire; căldură latentă de topire
2. Electricitate și magnetism	2.1. Interacțiunea electrostatică. Legea lui Coulomb	sarcină electrică; interacțiune electrostatică; legea lui Coulomb; permitivitate electrică
	2.2. Câmpul electrostatic. Intensitatea câmpului.	câmp electrostatic; intensitatea câmpului electric; linii de câmp; superpoziția câmpurilor
	2.3. Câmpul electric uniform. Tensiunea electrică	câmp electric uniform; lucru mecanic; diferența de potențial electric; legătura $U-E-d$
	2.4. Condensatorul plan. Capacitatea electrică	condensator; condensator plan; dielectric; capacitate electrică; energia câmpului electric dintre armături
	2.5. Circuite electrice de curent continuu	circuit electric; sursă de tensiune; consumator; conductor; circuit închis/deschis; schemă a circuitului

Domenii de con- ținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.5.1. Intensitatea curentului electric	curent electric; intensitatea curentului electric; sens convențional; purtători de sarcină mobili; densitate de curent (noțiune)
	2.5.2. Tensiunea electromotoare. Tensiunea la borne. Tensiunea interioară	tensiune electromotoare; tensiune electrică; tensiune interioară; sursă reală; transfer de energie în circuit
	2.5.3. Rezistența electrică	rezistență electrică; dependența rezistenței de material, lungime și secțiune; dependența rezistivității de temperatură (pentru metale și calitativ pentru semiconductori)
	2.5.4. Legile lui Ohm	legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit; conductor ohmic; legea lui Ohm pentru un circuit simplu; caracteristici I–U
	2.5.5. Rețele electrice. Teoremele lui Kirchhoff	nod; ramură; ochi de rețea; teoremele lui Kirchhoff; metode de rezolvare a circuitelor
	2.5.6. Gruparea rezistoarelor	rezistență echivalentă; rețele serie/paralel; repartizarea tensiunii și a intensității curentului
	2.5.7. Reostatul. Potentiometrul	rezistor variabil; reostat; potențiometru; divizor de tensiune; aplicații
	2.5.8. Gruparea surselor de tensiune	surse de tensiune în serie; surse de tensiune în paralel; aplicații
	2.5.9. *Măsurarea rezistenței electrice. Metoda ampermetrului și voltmetrului	metoda ampermetrului și voltmetrului; erori de măsurare; condiții de aplicare
	2.5.10. Energia și puterea într-un circuit electric	
	2.5.10.1. Efectul termic al curentului electric	energie electrică; putere electrică; bilanț energetic; efect Joule; disipare de energie; aplicații
	2.5.10.2. Randamentul	randament; pierderi
	2.5.10.3. Teorema transferului maxim de putere	condiția de transfer maxim de putere; puterea utilă maximă furnizată de sursă
	2.5.11. Efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare); reguli de prevenire a accidentelor	efecte fiziologice ale curentului; intensitate periculoasă; siguranțe; împământare; măsuri de protecție și prevenire a accidentelor electrice
	2.6. Efectul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică	linii de câmp magnetic; forța electromagnetică (Laplace); inducția magnetică; forța Lorentz; câmpul magnetic produs de anumite circuite particulare (conductor rectiliniu, spirală circulară, solenoid/bobină)
	2.7. Inducția electromagnetică	
	2.7.1. Experimente fundamentale	inducție electromagnetică; fluxul câmpului magnetic;
	2.7.2. Legea inducției electromagnetice	legea inducției electromagnetice; regula lui Lenz; inductanță; autoinducție; energia câmpului magnetic

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.8. Motoare și generatoare electrice	conversie energie electrică ↔ energie mecanică; principiu de funcționare; aplicații tehnologice

Notă privind marcajul „*“: Conținutul marcat cu „*“ este opțional, fiind destinat extinderii/aprofundării/performanței.

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Studiul fenomenelor superficiale/fenomenelor capilare
2. Transformări simple ale gazului ideal. Studiul experimental al unei transformări simple.
3. Determinarea căldurii specifice a unei substanțe prin metoda calorimetrică
4. Verificarea experimentală a legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit
5. Studiul grupării rezistoarelor/generatoarelor electrice
6. Determinarea parametrilor fizici caracteristici unei surse de tensiune
7. Observarea spectrului liniilor de câmp magnetic generat de magneți permanenți și de diferite configurații de curenți electrici
8. Evidențierea experimentală a fenomenului de inducție electromagnetică

CLASA a XI-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Observarea comparativă a micilor oscilații a două pendule cu lungimi diferite, respectiv a două pendule cu mase diferite, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Observarea formării franjelor de interferență în cadrul unui experiment real sau virtual cu dispozitivul Young, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Observarea dependenței intensității curentului electric de frecvența tensiunii alternative aplicate la bornele unui circuit serie RLC și formularea de întrebări de investigat privind condițiile în care valoarea efectivă a intensității curentului devine maximă.

XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența perioadei micilor oscilații ale pendulului gravitațional de parametrii sistemului.
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru (cu precizarea variabilelor controlate) și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile dispozitivului Young.
- Identificarea mărimilor fizice care trebuie controlate, respectiv măsurate și stabilirea etapelor unui experiment în care frecvența tensiunii alternative la bornele unui circuit serie RLC este variată, pentru verificarea ipotezei existenței unei frecvențe la care valoarea efectivă a intensității curentului prin circuit este maximă.

XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.

- Măsurarea perioadei micilor oscilații ale unui pendul gravitațional pentru valori diferite ale parametrilor sistemului, în cadrul unui experiment real sau virtual și înregistrarea datelor obținute în format tabelar.
- Determinarea interfranjei într-o figură de interferență obținută cu dispozitivul Young și înregistrarea datelor obținute în format tabelar, în vederea evidențierii dependenței interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Măsurarea intensității curentului electric într-un circuit serie RLC, pentru valori diferite ale frecvenței tensiunii alternative la bornele circuitului și înregistrarea datelor obținute, în vederea identificării frecvenței de rezonanță.

XI.CS.1.4. Prelucreează seturi de date obținute din investigații experimentale și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științifice.

- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unor concluzii argumentate științifice privind factorii care influențează perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unei concluzii argumentate științifice privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului Young.
- Reprezentarea grafică a dependenței intensității curentului de frecvență și corelarea datelor experimentale cu impedanța circuitului pentru formularea concluziilor privind condițiile de apariție a rezonanței într-un circuit serie RLC.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica.
- Identificarea asemănărilor dintre oscilațiile pendulului elastic studiat și mișcările unor dispozitive din viața cotidiană (de exemplu: arcurile unei saltele, amortizoarele unei biciclete, mecanismul unui ceas etc.), prin observarea caracteristicilor comune. - Identificarea aspectelor similare dintre transmiterea selectivă a luminii prin polarizor și reducerea reflexiilor orbitoare cu ochelari polarizanți, prin evidențierea faptului că lumina reflectată este parțial polarizată și poate fi blocată selectiv. - Identificarea aspectelor similare fenomenului de rezonanță mecanică prin analizarea unor situații cotidiene în care obiecte obișnuite (de exemplu: pahare, mobilier ușor, geamuri etc.) încep să vibreze puternic atunci când sunt expuse la sunete sau vibrații cu anumite frecvențe.
XI.CS.2.2. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științifice.
- Corelarea cu principiul superpoziției și cu relația pentru frecvențele proprii, a observațiilor experimentale privind undele staționare pe o coardă fixată la ambele capete, cu identificarea numărului de noduri și ventre. - Corelarea datelor din graficele tensiunii și intensității într-un circuit RLC serie în curent alternativ (generate prin simulare/experiment) cu relațiile obținute din diagrama fazorială și determinarea defazajului dintre $u(t)$ și $i(t)$, cu formularea concluziei privind regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță). - Corelarea valorilor măsurate ale unghiurilor de incidență și refracție pentru un fascicul luminos îngust, la ieșirea în aer prin fața plană a unui semicilindru transparent, cu legea lui Snell, prin construirea graficului $\sin r = f(\sin i)$ și interpretarea pantei acestuia.
XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a argumenta relații între mărimi fizice.
- Analizarea variației energiei unui oscilator armonic ideal pe baza reprezentărilor grafice a dependențelor energie-timp și formularea unei explicații argumentate privind corelațiile dintre energia potențială, energia cinetică și energia totală. - Analizarea reprezentării vectoriale a unei unde electromagnetice pentru identificarea direcției de propagare, a orientării vectorilor E și B, precum și a fazei comune a variațiilor lor și argumentarea caracterului transversal al unde. - Analizarea graficelor $T^2(m)$ și $T^2(1/k)$ (obținute din date experimentale) și identificarea relațiilor de proporționalitate, pentru argumentarea dependenței de parametrii m și k a perioadei de oscilație.
XI.CS.2.4. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.
- Explicarea funcționării unui generator de tensiune alternativă (nivel de principiu) pe baza fenomenului de inducție electromagnetică. - Explicarea funcționării unui ecograf prin raportare la reflexia ultrasunetelor pe interfețe între medii cu proprietăți diferite. - Explicarea funcționării unei rețele de difracție ca instrument de analiză spectrală (spectroscopie) pe baza fenomenelor de difracție și de interferență a luminii.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.
- Analizarea forțelor de revenire care acționează asupra unui corp/ sistem pentru a stabili o ipoteză de lucru. - Calcularea și compararea reactanțelor într-un circuit RLC pentru a realiza diagrama fazorială în vederea determinării valorilor mărimilor electrice de interes.

- Identificarea tipului de sistem care produce unde staționare (coardă/tub sonor) și a condițiilor la capete (nod/ventru), pentru selectarea relațiilor necesare determinării frecvenței fundamentale și armonicilor emise.
XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.
- Utilizarea metodei fazoriale în compunerea a două oscilații coliniare de aceeași frecvență, pentru justificarea condițiilor în care amplitudinea rezultantă este maximă sau minimă în funcție de diferența de fază. - Utilizarea reprezentării grafice a evoluției în timp a mărimilor caracteristice unui oscilator armonic, pentru argumentarea relațiilor dintre mărimi și validarea demersului de rezolvare prin concordanța cu modelul teoretic. - Utilizarea unei simulări digitale a interferenței în dispozitivul Young, pentru justificarea soluției unei situații-problemă prin corelarea rezultatelor cu modelul matematic al interferenței.
XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.
- Aplicarea modelului oscilatorului liniar armonic pentru a determina perioada de oscilație a unor puncte materiale sau corpuri a căror mișcare poate fi asociată unui astfel de model. - Aplicarea modelului undei plane pentru a determina elongația unui punct material aflat la o distanță cunoscută de sursă, la un anumit moment. - Aplicarea condițiilor de interferență pentru determinarea pozițiilor franjelor de interferență într-un dispozitiv interferențial
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un oscilator armonic, pentru verificarea coerenței soluției prin raportare la situații-limită și la contexte reale. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un circuit RLC, pentru evaluarea regimului de funcționare al circuitului. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme referitoare la propagarea undelor mecanice, pentru verificarea coerenței fizice prin estimarea ordinului de mărime și discutarea condițiilor de valabilitate ale modelului utilizat.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.
- Extragerea informațiilor științifice relevante dintr-un text (ex.: despre mișcarea unui pendul elastic/gravitațional, rezonanța unui circuit de curent electric alternativ, polarizarea luminii) și prezentarea lor respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Descrierea unei mișcări oscilatorii armonice prin relații matematice și reprezentări grafice $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$. - Descrierea comportării unui circuit electric în curent alternativ prin relații matematice, reprezentări grafice $i(t)$, $u(t)$ și reprezentări fazoriale. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex.: descrierea propagării unei unde mecanice, descrierea interferenței undelor mecanice, descrierea principiului de funcționare a unei antene radio).
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- Realizarea unor reprezentări grafice diferite ale aceleiași situații, pentru a evidenția aspecte complementare ale fenomenului studiat, în vederea îmbunătățirii clarității concluziilor. - Reprezentarea grafică a legii de mișcare a unui pendul elastic pentru valori diferite ale masei corpului, în scopul evidențierii influenței masei asupra perioadei de oscilație. - Reprezentarea diagramei fazoriale a unui circuit serie RLC pentru a justifica regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță).

XI.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.

- Redactarea unui raport de investigație despre energia oscilatorului armonic, $E_c(t)$, $E_p(t)$, $E(t)$, pentru a explica în ce condiții modelul teoretic de conservare a energiei mecanice se confirmă.
- Redactarea unui raport pentru determinarea experimentală a valorii accelerației gravitaționale folosind un pendul gravitațional, incluzând compararea rezultatului obținut cu valoarea standard $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.
- Redactarea unui proiect tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie (ex: fenomenul de rezonanță, unde seismice).
- Realizarea unui proiect în care se compară rezultatele experimentale/teoretice cu o simulare digitală (aceiași parametri), explicând diferențele care apar, pentru a identifica limitele modelului.

XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.

- Prezentarea raționamentului de rezolvare a unei probleme aplicative de tip „tuner radio”: alegerea unei valori plauzibile pentru inductanță și calcularea valorii capacității electrice necesare pentru o frecvență dată, argumentând științific modificarea frecvenței recepționate prin schimbarea capacității electrice a condensatorului.
- Prezentarea unui raționament care stă la baza alegerii ordinilor de mărime pentru valorile parametrilor geometrici ai unui dispozitiv Young, astfel încât franjele de interferență să fie vizibile.
- Prezentarea, în scris, a raționamentului care explică formarea maximelor de difracție prin reflexie pe suprafața unei rețele de difracție (inclusiv CD/DVD) pentru a argumenta influența constantă rețelei asupra aspectului figurii de difracție.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile**XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.**

- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice în comunicații din perspectiva beneficiilor și riscurilor, pentru formularea unor poziții argumentate într-o dezbatere.
- Analizarea efectului de poluare fonică a unor tehnologii, prin raportare la intensitate și nivel de intensitate sonoră, pentru evidențierea impactului asupra sănătății și calității vieții.
- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice și a expunerii în situații uzuale, pentru distingerea între efecte demonstrate științific și percepții sociale neconfirmate.

XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.

- Evaluarea unor soluții tehnologice pentru reducerea poluării fonice (sonometre, panouri antifonice, izolație acustică) pentru a susține o decizie care îmbină progresul infrastructurii cu protecția comunității.
- Evaluarea opțiunilor de reducere și optimizare a consumului de energie electrică în curent alternativ, pentru adoptarea unor decizii responsabile, bazate pe criterii de siguranță și impact.
- Evaluarea informațiilor furnizate de instrumente și sisteme de monitorizare seismică, pentru justificarea unor măsuri de protecție a populației și reducere a riscurilor.

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a formula ipoteze argumentate	observă sistematic fenomene și procese fizice în situații noi; identifică sistemul, variabilele relevante și condițiile inițiale; formulează ipoteze verificabile, în termeni operaționali; delimitează observații de interpretări; corelează informații din surse diverse (experiment, simulare, documentare).	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; model; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză; parametri caracteristici ai oscilațiilor și undelor (A, T, frecvență, fază, λ , v); condiții de interferență/difracție (operațional); mărimi fizice în circuite de c.a. (U, I, Z); mărimi fizice în optică (indice de refracție). Principii: investigarea se bazează pe dovezi; respectarea normelor de securitate în laborator; utilizarea responsabilă a surselor de informare. Proceduri: observare dirijată; formularea ipotezelor în termeni măsurabili; identificarea factorilor care pot influența rezultatul; utilizarea fișelor de observație.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare în contexte noi; responsabilitate pentru siguranță; deschidere către revizuirea ipotezei pe baza datelor.
XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală/teoretică/simulare) în funcție de ipoteză; stabilește variabilele și modul de control; planifică pașii investigației și resursele; selectează instrumente și metode adecvate; precizează modul de colectare a datelor și criterii simple de validare; propune o variantă alternativă de plan și justifică alegerea.	Noțiuni: plan de investigație; măsurare repetată; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; domeniu de variație; rezoluție; calibrare elementară; simulare digitală. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate; trasabilitatea datelor (să fie clar „de unde vin”); utilizarea instrumentelor în condiții de siguranță. Proceduri: proiectarea unei secvențe de măsurări; stabilirea numărului de determinări; alegerea scării și a unităților; proiectarea unei simulări simple (parametri de intrare/ieșire); identificarea surselor principale de eroare (fără formalism avansat).	perseverență și responsabilitate în planificare; atitudine critică față de propriul demers; respect pentru resurse și timp; orientare spre calitate și siguranță.
XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.	realizează montajul experimental și verifică funcționarea lui; utilizează corect instrumente de măsură și surse validate; colectează date în mod sistematic (inclusiv serii de măsurări);	Noțiuni: date experimentale/teoretice; fișă de lucru; eșantion de date; instrument de măsură; senzor; aplicație digitală de achiziție/prelucrare. Principii: acuratețea citirii; consecvența în înregistrare; respectarea normelor PSI/PSM; protecția echipamentelor și a colegilor. Proceduri: montaj și calibrare elementară;	disciplină operațională; responsabilitate pentru siguranță și echipamente; valorizarea muncii în echipă; atenție la detaliu; respect pentru date

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	organizează datele în tabele structurate (cu simboluri și unități); utilizează aplicații digitale/senzori pentru achiziția și stocarea datelor; documentează pașii și condițiile de lucru.	citirea și notarea corectă; completarea tabelor (antete: mărime-simbol-unitate); salvarea și etichetarea fișierelor; documentarea din surse validate; reguli simple de lucru cu date digitale (format, unități, descriere).	(nu „ajustări” nejustificate).
XI.CS.1.4. Prelucurează seturi de date obținute din investigații experimentale și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științific	calculează mărimi derivate și valori medii din serii de date; realizează grafice adecvate și interpretează tendințe; compară rezultate cu ipoteza inițială și cu un model simplu; identifică abateri evidente și posibile cauze; estimează incertitudini la nivel operațional (aproximări, comparații între măsurări repetate); formulează concluzii argumentate pe baza datelor și precizează limitele lor.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; abatere; incertitudine; cifre semnificative (utilizare). Principii: concluziile se raportează la date; verificarea coerenței rezultatelor; transparența ipotezelor și a limitărilor. Proceduri: prelucrarea seriilor de date (tabele → grafice); interpretarea pan-tei/tendinței în contexte simple; compararea cu ipoteza; identificarea valorilor atipice și discutarea lor; estimarea incertitudinii prin repetare/variație; redactarea concluziei.	respect față de dovezi; răbdare și perseverență în analiză; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback privind corectitudinea prelucrării și a interpretării.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica	stabilește corespondențe între model și realitate; utilizează exemple concrete pentru clarificare; diferențiază între analogie și identitate fizică.	Noțiuni: model fizic; analogie; fenomen real vs. fenomen idealizat; oscilații mecanice și oscilații electromagnetice; unde mecanice și unde electromagnetice; rezonanță; disipare; interferență; difracție; reflexie/refracție (unde/lumină). Principii: explicația științifică se bazează pe modele cu domeniu de valabilitate; limitele analogiilor. Proceduri: identificarea elementelor comune; formularea explicației prin raportare la model; precizarea limitelor comparației.	interes pentru înțelegerea fenomenelor reale; rigoare în utilizarea analogiilor; disponibilitate pentru clarificare conceptuală; respect pentru explicația fundamentată.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.2.2. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științifice	corelează date experimentale cu relații fizice cunoscute; selectează legea/principiul relevant; argumentează explicația prin raportare la date; verifică coerența explicației cu domeniul de valabilitate al legii; utilizează grafice și tabele ca suport al explicației.	Noțiuni: lege fizică; principiu; relație funcțională; domeniu de valabilitate; date experimentale; reprezentare grafică. Legi/principii: legi fizice/principii studiate. Proceduri: formularea explicației argumentate (date → lege → concluzie).	respect pentru dovezi; onestitate intelectuală; atenție la limitele explicației; deschidere pentru revizuirea explicației.
XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a argumenta relații între mărimi fizice	interpretează grafice, diagrame și reprezentări fazoriale; identifică tendințe, corelații și dependențe; utilizează reprezentări pentru a susține explicații; corelează reprezentarea cu modelul fizic; evită suprainterpretarea datelor.	Reprezentări: grafice $A-t$, $x-t$, $v-t$; diagrame fazoriale; grafice de rezonanță (calitativ); grafice optice; reprezentări de unde; scheme de circuit RLC. Noțiuni: variabilă; dependență funcțională; amplitudine; fază; frecvență; impedanță; defazaj; ordin de mărime. Proceduri: citirea corectă a reprezentărilor; extragerea informațiilor relevante; argumentarea relației pe baza reprezentării.	rigoare în interpretare; atenție la semnificația fizică; rigoare în interpretarea graficelor și diagramei; responsabilitate în utilizarea reprezentărilor.
XI.CS.2.4. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.	explică funcționarea sistemelor prin raportare la modele fizice; integrează date experimentale în raționament; utilizează scheme și reprezentări pentru clarificare; structurează explicația logic (model → date → concluzie); recunoaște limitele modelului utilizat.	Modele și sisteme: oscilator mecanic/EM; circuit RLC; generator; antenă; instrumente de măsură. Noțiuni: sistem; dispozitiv; model teoretic; conversie/transfer de energie; semnal. Proceduri: structurarea explicației; utilizarea schemei; integrarea datelor; precizarea limitelor modelului.	interes pentru aplicațiile fizicii; claritate și coerență în raționament; respect pentru rigoarea științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.	identifică datele, necunoscutele și condițiile enunțului; reprezintă situația prin schiță/schemă; stabilește ipoteze de lucru simple și explicite (oscilații mici; undă plană; elemente ideale;	Noțiuni: sistem; model idealizat; condiții inițiale; A , T , frecvență, ω , fază, λ , v , diferență de fază, diferență de drum; nod/ventru; armonică; impedanță (Z), reactanță (X_L , X_C), defazaj; valori efective (U_{ef} , I_{ef}); puteri în c.a. (P , P_r , S), factor de putere; indice de refracție. Principii: alegerea modelului potrivit și a domeniului de valabilitate; coerență dimensională; explicitarea	rigoare și ordine în gândire; perseverență; responsabilitate în formularea ipotezelor; disponibilitate de a revizui planul când apar consecvențe.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	lumina monocromatică); selectează mărimi relevante și relațiile de legătură; alege o strategie (analitică, grafică etc.).	ipotezelor înainte de calcul. Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; alegerea sistemului de referință și a reprezentării; stabilirea planului (etape); verificare preliminară a „fezabilității” (ordin de mărime, valori tipice).	
XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.	justifică alegerea relațiilor folosite (de ce se aplică în situația dată); folosește reprezentări grafice/diagrame pentru a susține pașii (ex. diagrame fazoriale); utilizează tabele și grafice pentru date/rezultate intermediare; folosește simulări digitale simple (unde/oscilații/circuit/optică) pentru verificarea tendințelor, nu pentru a „înlocui” raționamentul; explică rolul aproximărilor (de ex. oscilații mici; elemente ideale).	Noțiuni: legea de mișcare a oscilatorului armonic; relații între ω , T , frecvență, A , energie mecanică a oscilatorului (E , E_c , E_p) și variația lor; amortizare (noțiune) și disipare (calitativ); rezonanță (condiții, efecte).• Unde: $v = \lambda f$; condiții de interferență (maxime/minime) prin diferență de drum/fază (operațional); unde staționare pe fir (noduri/ventre, armonici, frecvențe proprii) – utilizare. • Circuit LC/RLC în c.a.: Z în RLC serie (operațional); defazaj; dependența I_{ef} de frecvență; rezonanță electrică; putere activă/reactivă/aparentă și factor de putere (interpretare, calcule simple). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție; Young/rețea de difracție. Proceduri: alegerea și justificarea modelului; explicitarea aproximărilor; folosirea diagramei fazoriale; folosirea graficelor pentru a argumenta tendințe; utilizarea simulării ca verificare a comportării (tendință, dependență).	rigoare în justificare; atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; onestitate în utilizarea simulărilor (ca suport, nu ca înlocuire a raționamentului)
XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.	aplică relații/legi/principii adecvate; efectuează calcule elementare și transformări de unități de măsură; estimează ordine de mărime pentru a verifica rapid plauzibilitatea; utilizează corect simboluri și unități de măsură.	Legi/teoreme/relații aplicative: Oscilații mecanice: legea de mișcare, viteza, accelerația oscilatorului armonic (utilizare în probleme); perioadă pendul elastic și gravitațional; compunerea oscilațiilor paralele (amplitudine rezultantă în funcție de diferența de fază). Unde mecanice: $v = \lambda f$; reflexie/refracție (legile); interferență (condiții de maxim/minim); unde staționare pe fir (armonică, frecvențe proprii); sunet (nivel de intensitate, interpretări simple). • Oscilații EM și c.a.: valori efective; reactanțe; impedanță și defazaj în RLC serie; rezonanță; puteri și factor de putere (aplicare elementară). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție;	responsabilitate; perseverență; prudență în interpretarea rezultatelor în contexte reale; încredere în raționament și verificare.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		interferență/difracție (Young, rețea); polarizare (aplicații – calitativ). Proceduri: aplicarea relațiilor cu verificare dimensională; transformări de unități de măsură; estimări; formularea rezultatelor cu unități și cifre semnificative potrivite.	
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.	verifică plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, cazuri-limită); verifică dacă soluția este compatibilă cu condițiile inițiale și ipotezele; identifică domeniul de valabilitate al modelului (de ex. oscilații mici; elemente ideale; aproximări calitative); identifică posibile surse de abatere (măsurare, model, rotunjiri).	Noțiuni: validare; plauzibilitate; caz-limită; sensibilitate; domeniu de valabilitate; eroare/abatere (noțiuni); aproximare; incertitudine (nivel funcțional). Principii: rezultatul trebuie interpretat fizic; orice model are limite; concluziile se formulează în acord cu ipotezele și datele. Proceduri: verificare prin estimare; verificare dimensională; discutarea limitelor modelului; redactarea concluziei (rezultat → interpretare → limită).	spirit reflexiv; onestitate intelectuală; acceptarea limitelor și a revizuirii; responsabilitate în raportarea concluziilor; deschidere la feedback.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.	utilizează corect terminologia; folosește simboluri standard și unități SI; redactează enunțuri clare, cu structură logică; distinge între limbaj cotidian și limbaj științific; precizează ipotezele și condițiile de valabilitate ale afirmațiilor.	Noțiuni și convenții: simboluri ale mărimilor fizice și unități SI; scrierea relațiilor fizice; utilizarea notației științifice; cifre semnificative (utilizare). Principii: claritate și coerență a exprimării; separarea afirmațiilor de interpretări; respectarea domeniului de valabilitate al relațiilor și modelelor utilizate. Proceduri: redactarea structurată a explicațiilor; formularea enunțurilor în limbaj științific.	rigoare în exprimare; respect pentru limbajul științific; responsabilitate față de semnificația termenilor; disponibilitate pentru corectare.
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit datelor; construiește grafice cu axe, unități și scale corecte; utilizează diagrame fazoriale și grafice specifice (ex.	Reprezentări: grafice; diagrame fazoriale; reprezentări suport (scheme de circuit; scheme optice). Principii: corectitudinea reprezentării; lizibilitatea; adecvarea reprezentării la mesajul transmis. Proceduri: alegerea scărilor;	atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; rigoare și claritate; responsabilitate în comunicarea datelor; deschidere la feedback.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
eficientă a concluziilor.	rezonanță – calitativ); interpretează și explică informația transmisă de reprezentare.	etichetarea axelor; reprezentarea seriilor de date (tabel → grafic); explicarea graficului în text; formularea concluziei pe baza graficului.	
XI.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.	organizează raportul/proiectul pe secțiuni; descrie clar montajul și procedura; integrează datele și graficele în argumentare; raportează rezultatele la modelul teoretic utilizat; precizează limitele experimentului și ale interpretării.	Structuri de comunicare: raport de laborator; proiect; fișă de investigație. Noțiuni: scop; ipoteză; metodă; date; analiză; concluzie; limită; sursă de eroare. Principii: coerența internă a documentului; trasabilitatea datelor; raportarea concluziilor la ipoteze și date. Proceduri: redactarea structurată; integrarea tabelelor/graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	responsabilitate și onestitate academică; valorizarea muncii proprii și în echipă; perseverență; atenție la calitatea comunicării.
XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare; justifică alegerile făcute (model, relații, ipoteze); utilizează scheme și reprezentări ca suport al prezentării; răspunde argumentat la întrebări și obiecții; formulează concluzii clare, adaptate contextului.	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată. Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public.	grijă pentru acuratețea informației comunicate; respect față de argumentele bazate pe dovezi; încredere în raționamentul propriu; deschidere la dialog.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.	identifică aplicații ale fenomenelor fizice studiate (energie electrică, unde EM, optică, tehnologii de măsurare); descrie efecte pozitive și efecte nedorite asociate utilizării acestora; analizează riscuri din perspectiva siguranței, sănătății și mediului; utilizează argumente bazate pe principii fizice pentru a susține analiza; delimitează fapte științifice de opinii sau percepții sociale.	Aplicații și contexte: producerea, transportul și utilizarea energiei electrice (c.a.); rezonanță (mecanică/EM) – efecte și riscuri; sunet și poluare fonică; unde electromagnetice (comunicații, spectru – nivel informativ); aplicații ale opticii ondulatorii (polarizori, LCD, spectroscopie etc.); sisteme de măsurare și monitorizare. Principii: evaluarea riscului se bazează pe date și explicații fizice; diferențierea între cauză și efect; recunoașterea incertitudinilor. Proceduri: identificarea	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; prudență în evaluarea riscurilor; respect pentru dovezile științifice; deschidere către informare corectă.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, concep- tuate și procedurale)	Atitudini
		aplicației; descrierea mecanis- mului fizic implicat; listarea efectelor; analiza riscurilor; formularea concluziilor argu- mentate.	
XI.CS.5.2. Eva- luează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe princi- pii etice.	compară opțiuni tehnolo- gice pe baza criteriilor de siguranță, eficiență și im- pact; argumentează o de- cizie folosind cunoștințe de fizică; recunoaște li- mitele cunoașterii și ale modelelor utilizate; for- mulează recomandări simple, adaptate contex- tului; comunică decizia și justificarea acesteia în mod coerent.	Concepte-cheie: decizie infor- mată; criterii de evaluare (sigu- ranță, eficiență, impact); res- ponsabilitate; prevenție; com- portament de protecție; incerti- tudină. Principii: deciziile se bazează pe informații validate; respectarea normelor de sigu- ranță. Proceduri: formularea criteriilor; compararea opțiuni- lor; justificarea alegerii; preci- zarea limitelor și condițiilor de aplicare.	responsabilitate civică; echilibru și prudență în deci- zie; respect față de reguli și norme; deschidere către dialog și argu- mentare.

CLASA a XI-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Oscilații și unde mecanice	1. Oscilații mecanice	
	1.1. Mișcări periodice	mișcare periodică; mișcare oscilatorie; echilibru stabil; elongație; amplitudine; perioadă; frecvență;
	1.2. Oscilatorul armonic	
	1.2.1. Modelul <i>oscilator armonic</i>	oscilații armonice; modelul oscilatorului armonic; forță de revenire; pulsație; fază; fază inițială; legea de mișcare; legea vitezei; legea accelerației;
	1.2.2. Pendulul elastic	pendul elastic; constanta elastică; perioadă de oscilație (dependențe funcționale)
	1.2.3. Pendulul gravitațional	pendul gravitațional; oscilații mici; perioadă de oscilație
	1.2.4. Energia mecanică a oscilatorului armonic	energie cinetică; energie potențială elastică; conservarea energiei mecanice (în absența amortizării); transformare energie potențială elastică ↔ energie cinetică; amplitudine și energie
	1.3. Compunerea oscilațiilor paralele de frecvențe egale	superpoziție; compunerea oscilațiilor; fazor; amplitudine rezultantă; dependența de diferența de fază; condiții de obținere a amplitudinii maxime/minime în funcție de diferența de fază (calitativ și operațional)
	1.4. Transferul energiei de la un oscilator la altul. Rezonanța mecanică	regim permanent; transferul energiei; rezonanța mecanică (calitativ); frecvență proprie
	2. Unde mecanice	
	2.1. Producerea și caracteristicile undelor mecanice	undă mecanică; mediu de propagare; perturbație; unde transversale; unde longitudinale; undă progresivă; rază; front de undă; suprafață de undă; lungime de undă; viteză de propagare; undă plană; undă sferică (noțiuni)
	2.2. Reflexia și refracția undelor mecanice	reflexie; refracție; legile reflexiei (enunțuri); legile refracției (enunțuri);
	2.3. Interferența undelor mecanice	unde coerente; interferență; condiții de interferență (maxime/minime); diferență de fază; diferență de drum (calitativ și operațional)
	2.4. Unde staționare	reflexie pe mediu dur undă staționară; nod; ventru; coarda sonoră, tub sonor; armonici; frecvențe proprii de oscilație;
	2.5. Unde sonore	undă sonoră; sunetul; domeniu de frecvențe; calitățile sunetului (înălțime; tărie; timbru); intensitate sonoră (noțiune); nivel de intensitate sonoră

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		(noțiuni); poluare fonică; măsuri de protecție (calitativ)
2. Elemente de fizica Pământului	1. Producerea undelor seismice	cutremur; undă seismică (unde P; unde S); cutremure crustale; cutremure sub-crustale; cutremure de adâncime; hipocentru; epicentru; distanță hipocentrală; distanță epicentrală; magnitudine; intensitate seismică
	2. Măsuri de comportare și protecție în caz de cutremur: pregătire, reacție, revenire	pregătire; reacție; revenire; comportament preventiv; siguranță personală; protecția celorlalți
3. Oscilații și unde electromagnetice	1. Oscilații electromagnetice	
	1.1. Elemente reactive de circuit. Energia acumulată în condensator și în bobină	elemente reactive; condensator ideal; bobină ideală; câmp electric; câmp magnetic;
	1.2. Oscilații electromagnetice libere. Circuitul oscilant	circuit oscilant ideal (LC); oscilații electromagnetice libere; schimb periodic de energie între câmpul electric și câmpul magnetic; analogie energetică cu oscilatorul mecanic; variația în timp a energiei acumulate în bobină/condensator; perioada oscilațiilor electromagnetice libere
	1.3. Oscilații electromagnetice forțate	
	1.3.1. Generarea tensiunii electromotoare alternative. Valorile efective ale intensității și tensiunii alternative	tensiune electromotoare alternativă; curent electric alternativ; valori instantanee și valori maxime; valoare efectivă a intensității curentului alternativ; valoare efectivă a tensiunii alternative; semnificație a valorii efective
	1.3.2. Elemente de circuit în curent alternativ	rezistor; bobină; condensator; rezistență electrică; reactanță inductivă/capacitivă; defazaj curent-tensiune;
	1.3.3. Circuitul RLC serie în curent alternativ	circuit RLC serie; reprezentare fazorială (utilizare); impedanță; defazaj; dependența de frecvență a valorii efective a intensității curentului; analogie cu oscilațiile mecanice forțate (calitativ)
	1.3.4. Rezonanța într-un circuit de curent alternativ	condiții de rezonanță; frecvență de rezonanță
	1.3.5. Puterea în circuite de curent alternativ	putere activă; putere reactivă; putere aparentă; factor de putere
	2. Unde electromagnetice	
	2.1. Câmpul electromagnetic și unda electromagnetică	câmp electromagnetic; undă electromagnetică – undă transversală; transport de energie; propagare în vid; viteza de propagare a undelor electromagnetice;
	2.2. Emisia și recepția undelor electromagnetice	emisia undelor electromagnetice; recepția undelor electromagnetice;

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		antena; semnal purtător; semnal modulator; semnal modulat
	2.3. Clasificarea undelor electromagnetice	spectrul electromagnetic; unde radio; microunde; radiație infraroșie; lumină vizibilă; radiație ultravioletă; radiații X; radiații gamma (nivel informativ); aplicații și impact asupra mediului (calitativ)
4. Elemente de optică ondulatorie	1. Reflexia și refracția luminii	reflexie; refracție; legile reflexiei; legile refracției; explicații pe baza principiului lui Huygens; indice de refracție; viteză de propagare a luminii; dependența indicelui de refracție de mediu (calitativ)
	2. Interferența luminii. Dispozitivul Young	interferența luminii; unde coerente; diferență de drum optic; franje de interferență; dispozitivul Young; interfranță
	3. Difracția luminii. Rețeaua de difracție	difracția luminii; principiul lui Huygens; rețea de difracție; constanta rețelei; ordin de difracție; aplicații (spectroscopie)
	4. Polarizarea luminii. Aplicații	polarizare; undă electromagnetică transversală; lumină naturală; lumină polarizată; polarizor; analizor; aplicații (ochelari cu lentile polarizante, afișaje LCD – calitativ)
	5. Dispersia luminii. Spectroscopie	lumină policromatică; dispersie; indice de refracție dependent de lungimea de undă; spectru de radiații; spectru continuu; spectru de linii; spectroscopie; aplicații în știință și tehnică (calitativ)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Determinarea constantei elastice a unui resort prin metoda oscilațiilor
2. Determinarea accelerației gravitaționale analizând micile oscilații ale pendulului gravitațional
3. Studiul circuitului RLC serie în curent alternativ
4. Studiul refracției luminii
5. Studiul difracției luminii (rețeaua de difracție)
6. Evidențierea dispersiei luminii

CLASA a XII-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Explorarea efectului fotoelectric extern pentru diferite metale așezate pe catodul unui dispozitiv experimental real sau virtual, în scopul identificării variabilelor relevante pentru a formula ipoteze argumentate cu privire la condițiile de apariție a curentului fotoelectric.
- Observarea variației tensiunii și a intensității curentului generate prin efect fotovoltaic, în funcție de condițiile de iluminare ale fotocelulei, într-un context experimental virtual (<https://explerify.com/simulator-solar-cell/>) în scopul identificării variabilelor relevante și formulării de ipoteze argumentate privind conversia energiei luminoase în energie electrică.
- Identificarea liniilor spectrale și a distribuției acestora în spectrul de emisie al atomului de hidrogen (în domeniul vizibil), într-un context experimental virtual (https://physique.ustralo.net/spectre_em_abs/), în scopul formulării de ipoteze argumentate privind corelația dintre observațiile experimentale și modelul Bohr pentru atomul de hidrogen.

XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Proiectarea demersului investigativ pentru studiul efectului fotoelectric extern, în vederea testării ipotezelor formulate privind condiția de apariție a curentului fotoelectric, caracteristica curent - tensiune și dependența energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente.
- Proiectarea unui demers investigativ pentru studiul efectului fotovoltaic (de la stabilirea variabilelor investigate și controlate, a mărimilor fizice de măsurat, a modului de lucru, a modului de organizare și prelucrare a datelor, până la interpretarea rezultatelor), în vederea testării ipotezelor formulate privind influența condițiilor de iluminare asupra conversiei energiei luminoase în energie electrică.
- Stabilirea modului de lucru și de corelare a lungimii de undă asociate liniilor spectrale observate în spectrul de emisie al atomului de hidrogen cu tranzițiile electronice, conform modelului Bohr.

XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.

- Măsurarea intensității curentului fotoelectric și a tensiunii de stopare, pentru diferite frecvențe și fluxuri ale radiației incidente și pentru diferite materiale ale catodului, în condiții controlate, urmate de înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Măsurarea tensiunii și a intensității curentului fotogenerat pentru valori diferite ale iluminării fotocelulei și înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Citirea și înregistrarea lungimilor de undă asociate liniilor spectrale din spectrul vizibil al atomului de hidrogen (experiment virtual), în vederea corelării cu modelul Bohr.

XII.CS.1.4. Prelucrează date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.

- Reprezentarea grafică și analiza caracteristicii curent-tensiune, respectiv a dependenței energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente pentru diferite materiale ale catodului, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației, determinate de condițiile experimentale.
- Reprezentarea grafică a datelor obținute din investigația asupra efectului fotovoltaic și analiza dependenței tensiunii, respectiv a intensității curentului fotogenerat, de condițiile de iluminare a fotocelulei, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației realizate.

- Corelarea lungimilor de undă corespunzătoare liniilor spectrale observate în spectrul vizibil al atomului de hidrogen cu valorile obținute prin calcul utilizând modelul Bohr și confirmarea modelului pentru atomul de hidrogen, cu evidențierea limitelor experimentului și modelului.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XII.CS.2.1. Valorifică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice.

- Corelarea energiei fotonilor incidenți cu lucrul mecanic de extracție al materialului, pentru anticiparea apariției efectului fotoelectric extern, în contextul utilizării unei simulări virtuale.
- Interpretarea caracteristicii curent-tensiune a unei diode, în regim de polarizare directă și inversă, pentru anticiparea comportamentului diodei în circuite electrice simple.

XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor.

- Compararea predicțiilor modelului ondulatoriu al luminii cu rezultatele experimentale ale efectului fotoelectric extern, pentru evidențierea limitelor explicative ale modelului.
- Analizarea ipotezelor care stau la baza modelelor atomice Rutherford și Bohr, prin raportarea acestora la datele experimentale și la spectrele atomului de hidrogen, prin realizarea unei sinteze comparative asupra validității și limitelor explicative ale modelelor.
- Analizarea proceselor de conducție electrică în semiconductori, prin utilizarea modelului benzilor de energie, pentru diferențierea semiconductoarelor intrinseci și extrinseci.

XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate.

- Reprezentarea procesului de emisie stimulată în funcționarea unui dispozitiv laser, prin utilizarea diagramei nivelurilor energetice, cu evidențierea populațiilor atomice înainte și după realizarea inversiei de populație.
- Utilizarea diagramelor de niveluri energetice pentru anticiparea tranzițiilor electronice posibile în procesele de absorbție și emisie a radiației.
- Descrierea schematică a funcționării unui reactor nuclear cu fisiune, pentru formularea de predicții asupra evoluției proceselor nucleare în urma modificării unor parametri.

XII.CS.2.4. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.

- Analizarea rolului efectului fotoelectric în funcționarea unor dispozitive (de exemplu: senzori de lumină, cititoare de coduri de bare și carduri, bariere optice, sisteme de numărare automată etc), pentru justificarea aplicabilității acestui fenomen în automatizarea proceselor din viața cotidiană.
- Argumentarea utilizării radiației laser în aplicații medicale, industriale sau comunicații, prin raportarea proprietăților sale (intensitate, monocromaticitate, coerență și direcționalitate) la funcțiile îndeplinite.
- Evaluarea efectelor biologice ale radiațiilor ionizante utilizate în medicină, prin completarea unei fișe de lucru care corelează tipul de radiație cu efectele produse și cu scopul utilizării (diagnostic sau terapie).
- Corelarea efectului fotoelectric intern și a conversiei energiei luminoase în energie electrică cu condițiile de iluminare, în contextul descrierii calitative a funcționării panourilor solare fotovoltaice, pentru argumentarea utilizării acestora ca surse de energie regenerabilă în spații rezidențiale și industriale.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare.

- Interpretarea unui set de evenimente spațiu-timp descrise prin texte sau diagrame, pentru stabilirea ipotezelor de lucru și structurarea pașilor de rezolvare în relativitatea restrânsă.
- Interpretarea unei caracteristici experimentale asociate efectului fotoelectric extern, pentru extragerea informațiilor relevante și stabilirea strategiei de determinare a frecvenței de prag.

- Interpretarea unui spectru de linii și a informațiilor despre tranziții energetice în modelul Bohr, pentru selectarea mărimilor fizice și structurarea unei strategii coerente de rezolvare în context aplicativ.
XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/coerente.
- Utilizarea de simulări sau de instrumente digitale (ex.: aplicație de calcul tabelar) pentru calcularea dilatării duratelor și a contractării lungimilor la diferite valori ale vitezei de transport, în vederea selectării regimului relativist/ galilean în funcție de eroarea acceptată. - Utilizarea unei foi de calcul în analiza efectului fotoelectric extern, pentru extragerea mărimilor relevante și formularea concluziilor pe baza graficelor obținute. - Utilizarea reprezentărilor grafice ale caracteristicilor de funcționare ale dispozitivelor semiconductoare (diodă, LED, celulă fotovoltaică), pentru selectarea unei soluții coerente pe criterii de eficiență și funcționalitate în context tehnologic.
XII.CS.3.3. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare.
- Aplicarea transformărilor relativiste în situații-problemă cu sisteme aflate în mișcare relativă, pentru determinarea mărimilor de interes și justificarea demersului prin verificarea domeniului de valabilitate. - Aplicarea modelului fotonului și a relațiilor specifice efectului fotoelectric extern pentru determinarea constantei Planck.
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.
- Analizarea comparativă a valorii energiei rezultate în urma reacției de fisiune în reactoarele nucleare cu energia obținută prin alte tehnologii și argumentarea sustenabilității energiei produse într-o centrală nucleară - Analizarea rezultatelor unei situații-problemă despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare, pentru justificarea unei decizii de utilizare eficientă prin raportare la randament, pierderi și condiții de iluminare. - Analizarea rezultatelor obținute în situații aplicative cu diode și LED-uri, pentru alegerea argumentată a unei soluții funcționale prin raportare la consum, eficiență și limitări ale dispozitivului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora cursuri științifice argumentate.
- Redactarea unui raționament pentru compararea unor mărimi fizice determinate în două sisteme de referință inerțiale diferite, pe baza unor exemple numerice (ex. $v=0,8c$), folosind limbajul specific teoriei relativității restrânse. - Realizarea unui poster științific în care să prezinte principiul de funcționare a unei celule fotoelectrice, ca traductor opto-electric, pe baza legilor efectului fotoelectric extern. - Prezentarea succintă a principiului de funcționare a unui reactor nuclear, cu precizarea avantajelor și dezavantajelor utilizării reactorului nuclear ca sursă de energie.
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- Utilizarea unei simulări digitale a experimentului Rutherford pentru a justifica ipoteza concentrării sarcinii electrice pozitive în nucleu/existența nucleului atomic. - Utilizarea unei simulări digitale a efectului fotoelectric extern, pentru diferite frecvențe, în vederea extragerii unor concluzii din analiza graficului $E_c=f(v)$. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera graficul $I=f(U)$ pentru o diodă semiconductoră în vederea interpretării caracteristicii acesteia.
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.

- Redactarea unui raport despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare și a condițiilor de utilizare, pentru justificarea unei concluzii privind eficiența acestora.
- Redactarea unui raport/proiect despre reacția de fisiune în lanț, cu argumentarea diferenței dintre regimul controlat (reactor nuclear) și regimul necontrolat.
- Elaborarea unui proiect interdisciplinar (fizică-biologie) despre radiații ionizante și protecție, în care justifică regulile de siguranță (timp-distanță-ecranare) în interacțiunea radiațiilor cu organisme vii.

XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.

- Justificarea eficienței utilizării unei punți redresoare pentru redresarea curentului electric alternativ în comparație cu redresarea monoalternanță.
- Prezentarea unei analize privind alegerea unui dispozitiv semiconductor adecvat unui scop tehnologic (diodă, LED sau celulă fotovoltaică), pentru justificarea deciziei prin criterii explicite referitoare la eficiență și regimuri de funcționare.
- Prezentarea unei soluții pentru „protecția la radiații într-un laborator/clinică”, justificând alegerea ecranării prin modelul atenuării exponențiale, cu propunerea unor reguli sustenabile (timp-distanță-ecranare).

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.

- Evaluarea impactului utilizării energiei nucleare pentru producerea energiei electrice, prin analiza efectelor asupra individului, societății și mediului, în scopul formulării unei decizii argumentate privind oportunitatea acestei soluții energetice.
- Evaluarea consecințelor utilizării radiațiilor X în medicină și tehnică, din perspectiva riscurilor generate de expunere, în scopul formulării unor reguli simple de protecție.
- Evaluarea impactului dezvoltării semiconductorilor și a dispozitivelor optoelectronice asupra societății și mediului, din perspectiva evoluției tehnologice, a beneficiilor și riscurilor pentru viața cotidiană, precum și a responsabilității în utilizarea resurselor (materii prime, energie, deșeuri electronice).

XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.

- Argumentarea necesității principiilor etice în știință și tehnologie, pe baza unor studii de caz din fizica nucleară, cu evidențierea implicațiilor sociale ale progresului științific.
- Analizarea unei situații de „comunicare responsabilă” despre riscuri tehnologice, prin compararea a două mesaje publice - alarmist vs. minimalizator - (de ex. despre radiații optice/nucleare), cu formularea unei versiuni echilibrate care separă datele fizice (tip de radiație, expunere, condiții) de judecata de valoare (ce acceptăm), indicând explicit ce informații lipsesc pentru o decizie informată.
- Argumentarea necesității principiilor etice în comunicarea științifică despre radiații și energie nucleară, prin analizarea unor materiale media și diferențierea faptelor de opinii în raport cu impactul asupra percepției sociale.

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a formula ipoteze argumentate.	observă sistematic fenomene/ rezultate din experiment sau din surse validate; identifică variabile relevante și mărimi măsurabile; selectează un model adecvat (idealizat) și precizează ipotezele de lucru; formulează ipoteze verificabile și predicții calitative/cantitative simple; justifică ipoteza prin concepte fizice și prin analogii controlate	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; variabile; parametri; ipoteză; predicție; model idealizat; domeniu de valabilitate; date/observații. Principii: separarea observației de interpretare; alegerea modelului în funcție de context și de limitele lui. Proceduri: formularea întrebării de investigat; operaționalizarea ipotezei (ce măsurăm / ce variem / ce menținem constant); justificarea ipotezei prin concepte din programă (TRR, cuantic/atomic, semiconductori, nuclear).	curiozitate și inițiativă; rigoare intelectuală; onestitate în raportarea observațiilor; deschidere către contexte noi; prudență în generalizări.
XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală / teoretică / simulare) în funcție de ipoteză; definește variabile (independentă, dependentă, controlată) și domenii de variație; planifică etapele, resursele și condițiile de lucru; selectează instrumente și metode de măsurare/ estimare adecvate; anticipează surse principale de eroare și stabilește modalități simple de control; proiectează colectarea și organizarea datelor (tabele, fișe, format digital)	Noțiuni: plan de investigație; mărime măsurată/derivată; rezoluție; calibrare (noțiune); eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; control experimental; reproductibilitate. Principii: controlul variabilelor; traseabilitatea datelor; adecvarea metodei la mărimi fizice și la scara fenomenului. Proceduri: proiectarea protocolului; stabilirea numărului de măsurări/serii; alegerea reprezentărilor (tabele/grafice); criterii de acceptare/respingere a ipotezei	perseverență și organizare; responsabilitate față de resurse și siguranță; orientare spre calitate și claritate.
XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.	realizează corect montajul sau scenariul de laborator virtual; utilizează instrumente (inclusiv aplicații digitale) pentru achiziția datelor; colectează date în serii și le notează sistematic; organizează datele în tabele și fișe de lucru; verifică plauzibilitatea datelor (valori aberante, unități de măsură, ordine de mărime); documentează din surse validate și sintetizează informații relevante	Noțiuni: set de date; notație științifică. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea în înregistrare; separarea datelor de interpretare; folosirea surselor validate. Proceduri: fișa de lucru; documentare cu citarea sursei; utilizarea instrumentelor digitale pentru organizarea datelor (tabel, grafic simplu).	disciplină operațională; atenție la detaliu; responsabilitate pentru corectitudinea datelor; colaborare; prudență în utilizarea informației.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.1.4. Prelucra date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.	prelucra datele prin calcule simple (medii, mărimi derivate) și verificări de unități de măsură; reprezintă datele grafic și interpretează tendințe; compară rezultatele cu predicțiile ipotezei/modelului; evaluează calitativ influența surselor principale de eroare asupra concluziei; formulează concluzii bazate pe dovezi și precizează limitele investigației (model, instrumente, condiții); propune îmbunătățiri realizabile ale demersului	Noțiuni: mărimi derivate; relație funcțională; reprezentare grafică; criteriu de validare (compatibilitate cu ipoteza și cu datele); limitele modelului; incertitudine și surse dominante de eroare. Principii: concluziile trebuie să fie susținute de date; aplicarea relațiilor și modelelor în condițiile lor de valabilitate; prudență în extrapolarea către contexte reale. Proceduri: calcul și verificare dimensională; interpretarea graficului; formularea concluziei (afirmație + dovadă).	respect pentru dovezi; integritate academică; prudență în generalizări; deschidere la revizuire și feedback; responsabilitate în formularea concluziilor.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.2.1. Valorifică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice.	selectează date relevante (măsurători, grafice, tabele, rezultate experimentale) și le interpretează în raport cu un model; identifică mărimile-cheie și relațiile dintre ele; anticipează tendințe (crește/scade, maxim/minim, prag) și ordine de mărime; formulează predicții calitative sau cantitative simple și le justifică; verifică plauzibilitatea predicției prin cazuri-limită și condiții de valabilitate	Noțiuni: frecvență de prag, tensiune de stopare; factor relativist (γ); energie de repaus; energie totală; caracteristică I-U (diodă/LED/celulă fotovoltaică). Principii: raportarea predicției la model și date; aplicarea relațiilor în condițiile de valabilitate; verificarea plauzibilității (ordin de mărime/cazuri-limită). Proceduri: extragerea informației din reprezentări; identificarea dependențelor; formularea predicției și a justificării (model + date).	orientare către explicații bazate pe dovezi; prudență în anticipări; interes pentru înțelegerea comportării sistemelor; rigoare în utilizarea datelor.
XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor.	compară două explicații/ipoteze pentru același fenomen folosind criterii simple (compatibilitate cu datele, coerență internă, domeniu de valabilitate); identifică presupuneri implicite și simplificări ale fiecărei explicații; recunoaște confuzii frecvente (cauză–efect, corelație–cauzalitate, analogie–identitate); apreciază dacă o explicație este suficientă	Noțiuni: explicație științifică; ipoteză; criteriu de corectitudine (compatibilitate cu datele); criteriu de relevanță (adecvat scopului/contextului); presupuneri/simplificări; domeniu de valabilitate. Principii: coerența argumentării; prioritatea dovezilor; diferențierea între model și realitate. Proceduri: stabilirea criteriilor; compararea explicațiilor; justificarea alegerii; precizarea limitelor.	spirit critic constructiv; deschidere către alternative și revizuire; respect pentru argumentarea științifică; responsabilitate în acceptarea unei explicații.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	pentru contextul dat sau necesită completări; formulează o apreciere argumentată (afirmație + motiv)		
XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate.	alege o reprezentare potrivită (schemă, diagramă, grafic, relație) pentru fenomenul studiat; stabilește corespondența dintre reprezentare și mărimile fizice; utilizează modelul pentru a descrie evoluția; realizează calcule; verifică consistența rezultatului (unități de măsură, ordin de mărime, cazuri-limită); explică în cuvinte ce explică modelul și ce nu poate surprinde.	Noțiuni: model; reprezentare calitativă/cantitativă; parametru; relație funcțională; spectru de linii (Bohr); semiconductori: bandă interzisă, dopaj (noțiuni). Principii: adecvarea modelului; limitele modelului; legătura reprezentare–fenomen. Proceduri: construirea/folosirea reprezentării; calcul operațional; verificare (unități, plauzibilitate); formularea predicției.	rigoare și claritate în modelare; perseverență; prudență în extrapolări; valorizarea explicațiilor coerente.
XII.CS.2.4. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.	transferă un concept/lege/model dintr-un context în altul (de exemplu conservare energie/impuls, cuantificare, interacțiuni radiație–materie) și justifică transferul; argumentează aplicabilitatea prin condiții explicite; utilizează exemple din tehnologie și din științe conexe; formulează concluzii clare despre „unde se aplică / unde nu se aplică”	Noțiuni: aplicabilitate; domeniu de valabilitate; scară (micro/macro); interacțiune radiație–materie; praguri și condiții (fototelectric, difracție, ecranare); transfer conceptual; limită a modelului. Principii: aplicarea relațiilor și modelelor în condiții adecvate; coerență causală. Proceduri: identificarea conceptului; explicitarea condițiilor; argumentarea aplicabilității; exemplificarea și precizarea limitelor.	spirit critic față de generalizări; interes pentru conexiuni între domenii; respect față de rigoarea științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare	extrage datele relevante (inclusiv din grafice/ tabele/enunțuri extinse); identifică mărimile cunoscute/necunoscute și condițiile inițiale/ de frontieră (unde e cazul); stabilește ipoteze de lucru și un model adecvat (idealizat) și justifică alegerea; decide strategia de rezolvare (analitică, grafică, schematizare, cazuri-limită, simulare pentru verificare); planifică pași și verificările intermediare (unități, ordine de mărime)	Noțiuni: situație-problemă; model; ipoteză de lucru; condiții inițiale; strategie de rezolvare; domeniu de valabilitate (ex.: $v \ll c$), elemente ideale. Principii: selectarea modelului în funcție de date și scop. Proceduri: analiză a enunțului; schematizare; plan de rezolvare (pași); verificări (unități/ordine de mărime/cazuri-limită).	perseverență și organizare; rigoare; autonomie în planificare; prudență în asumarea ipotezelor; încredere realistă în propriul demers.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, concep-tuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/ coerente.	alege un model matematic operațional și îl aplică corect; utilizează tabele/grafice/foi de calcul pentru calcule și verificări; folosește o simulare digitală pentru explorarea dependențelor sau verificarea soluției (nu pentru a înlocui raționamentul); aplică criterii explicite din problemă (de ex. reducerea pierderilor de energie, optimizarea randamentului) pentru a selecta o soluție	Noțiuni: model matematic; parametrizare; simulare digitală; scenariu; criteriu de selecție (coerență, eficiență, siguranță în sens tehnic); factor relativist γ ; energie de repaus/energie totală; impuls relativist; frecvență de prag; tensiune de stopare; ecuația Einstein; randament (celulă fotovoltaică); caracteristică I-U (diodă/ LED/ celulă); ecranare. Principii: simularea ca instrument de sprijin; compararea metodelor (analitic/grafic/digital). Proceduri: generarea și interpretarea graficelor; explorarea parametrică simplă (prin variația unui parametru); alegerea soluției pe baza criteriilor.	responsabilitate în utilizarea instrumentelor digitale; spirit critic față de rezultate generate automat; orientare către soluții coerente și economice; atenție la criteriile de „eficiență/siguranță” din problemă.
XII.CS.3.3. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare	selectează legi/ principii relevante și justifică alegerea; efectuează calcule și păstrează consistența unităților de măsură; utilizează reprezentări ca suport (scheme, grafice, diagrame); verifică soluția prin metode alternative (caz-limită, ordine de mărime, verificare dimensională); adaptează soluția la constrângeri simple (materiale, randament, timp, ecranare) formulate în problemă	Noțiuni: postulate TRR; transformări Lorentz și consecințe cinematice; relații pentru energie și impuls; ecuația Einstein și legile efectului fotoelectric; ipoteza de Broglie; postulatele lui Bohr; conservări în reacții nucleare. Principii: aplicabilitatea modelelor; aplicarea legilor de conservare; coerență causală. Proceduri: substituție și transformări algebrice simple; verificare dimensională; verificări de plauzibilitate; argumentarea alegerii relațiilor.	rigoare și perseverență; încredere în argumentarea fizică; atenție la domeniul de valabilitate; orientare spre soluții explicabile și verificabile.
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.	verifică dacă soluția este compatibilă cu datele inițiale și ipotezele; interpretează fizic rezultatul și îl raportează la context; identifică limitele soluției (model, date, simplificări) și condițiile în care nu mai este validă; compară soluții alternative și justifică alegerea pe baza criteriilor din problemă (eficiență energetică, reducerea expunerii, funcționalitate); formulează o decizie argumentată și o recomandare tehnică simplă, delimitând explicit constatările bazate pe dovezi și opțiunile bazate pe criterii	Noțiuni: criteriu; alternativă; validare; plauzibilitate; sensibilitate la parametri; limită de aplicare; decizie informată (în sens tehnic); compromis (eficiență-cost-siguranță, în termenii problemei). Principii: prudență în extrapolare; raportarea deciziei la date și modele; claritatea separării faptelor de opțiuni. Proceduri: verificări finale (unități/ordine de mărime); analiză parametrică simplă; compararea soluțiilor; formularea concluziei și a recomandării.	responsabilitate în formularea concluziilor; prudență și spirit critic; onestitate intelectuală (recunoașterea limitelor); orientare către soluții eficiente și sigure în sens tehnic; respect pentru dovezi.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora discursuri științifice argumentate.	utilizează corect mărimi, simboluri, unități de măsură și notație științifică; definește clar termenii utilizați în context (ex. energie de repaus, bandă interzisă); construiește un discurs structurat (premise → argument → concluzie); justifică afirmații prin legi, modele și date; indică explicit condițiile de valabilitate ale relațiilor folosite; diferențiază între fapt/observație, model și interpretare.	Noțiuni: simbol/ unitate SI; notație științifică; afirmație; argument; justificare; concluzie; domeniu de valabilitate; incertitudine (noțiune). Principii: coerența argumentării; claritatea și precizia limbajului. Proceduri: structurarea discursului; redactarea cu simboluri și unități de măsură; indicarea condițiilor și a limitelor; citarea surselor în documentare (nivel elementar).	responsabilitate în comunicare; rigoare terminologică; respect pentru comunicarea bazată pe dovezi; deschidere la dialog și la corectare.
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit datelor și scopului; construiește grafice corecte (axe, unități, scară, legendă) și interpretează tendințe; descrie relații funcționale (proporționalitate, dependență neliniară, prag) pe baza datelor; utilizează instrumente digitale pentru a ilustra dependențe și pentru a comunica scenarii; compară reprezentări (date vs. model) și explică diferențele; comunică rezultatele incluzând limite și condiții de valabilitate.	Noțiuni: reprezentare; variabilă; parametru; relație funcțională; prag; comparare calitativă date - model; simulare; scenariu; caracteristică I-U (diodă/ LED/ celulă fotovoltaică). Principii: alegerea reprezentării adecvate scopului; distincție date empirice - model. Proceduri: realizarea și etichetarea graficelor; extragerea concluziilor din grafice; utilizarea instrumentelor digitale (foaie de calcul/aplicații) pentru grafice și simulări simple.	atenție la acuratețe și transparență; discernământ în alegerea și utilizarea modelelor; perseverență în clarificarea mesajului; respect pentru standarde.
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.	redactează un raport structurat; descrie clar procedura și condițiile de lucru astfel încât demersul să poată fi înțeles/replicat; include tabele, grafice și calcule relevante; argumentează conexiunea dintre model și situația reală prin exemple și condiții de aplicare; integrează informații din surse validate și le sintetizează; formulează concluzii și recomandări tehnice simple, delimitând datele de interpretări.	Noțiuni: raport de laborator; proiect interdisciplinar; scop; ipoteză; metodă; rezultat; discuție; limită; sursă validată; conexiune model-realitate. Principii: trasabilitatea concluziilor; coerența și completitudinea raportului; respectarea regulilor de prezentare a datelor. Proceduri: redactarea secțiunilor; integrarea reprezentărilor; formularea concluziilor și a limitelor; utilizarea unui format unitar; citare elementară a surselor.	responsabilitate și onestitate intelectuală; grijă pentru claritate; perseverență; cooperare; deschidere la feedback.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare/ investigare; justifică alegerile (model, relații, ipoteze, strategie); utilizează ca suport scheme, grafice și simulări; răspunde argumentat la întrebări și obiecții, păstrând referirea la date și la condiții de valabilitate; formulează concluzii clare și recomandări tehnice simple, raportate la criterii explicite (ex.: corectitudine fizică, siguranță tehnică).	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată (în sens tehnic); criteriu (eficiență/ funcționalitate/ siguranță tehnică). Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului; separarea datelor/constatărilor de interpretări și opțiuni. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public; gestionarea întrebărilor/ obiecțiilor prin referire la date și modele.	responsabilitate în comunicare; respect față de dovezi; încredere realistă în raționamentul propriu; deschidere la dialog; prudență în generalizări.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.	identifică aplicații tehnologice relevante din conținuturile studiate (ex: celulă fotovoltaică, LED, laser, imagistică/ radioterapie – noțiuni); descrie beneficiile și riscurile principale folosind concepte fizice de bază (fără detalii medicale); utilizează criterii simple de evaluare: eficiență energetică, resurse, siguranță în utilizare, expunere, deșeuri; compară două soluții tehnologice pe aceleași criterii și justifică o alegere; recunoaște limitele informațiilor și formulează întrebări pentru decizie informată (ce date lipsesc, ce condiții contează).	Noțiuni: tehnologie; beneficiu; risc; expunere; protecție/ecranare (noțiune); eficiență/ randament; poluare (ex. deșeuri electronice – noțiune); doză (noțiuni: absorbită/ echivalentă); minimizarea expunerii. Principii: precauție; decizie bazată pe dovezi; reducerea pierderilor și a expunerilor (criteriu tehnic de sustenabilitate). Proceduri: analiză beneficiu-risc pe criterii; compararea opțiunilor; formularea unei decizii motivate și a unor reguli de utilizare sigură (ex. laser, radiații).	responsabilitate și prudență; preocupare pentru siguranță; spirit critic față de promisiuni tehnologice; orientare către soluții eficiente și cu impact redus; respect față de reguli și norme.
XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.	identifică situații în care utilizarea științei/tehnologiei implică alegeri (ex. utilizarea radiațiilor în diagnostic/terapie; securitatea utilizării laserului; securitate nucleară); explică de ce sunt necesare reguli și principii (siguranță, protecție,	Noțiuni: principiu etic; responsabilitate; transparență; informare; precauție; regulă/ procedură; delimitarea între „date” și „decizie”. Principii: respectarea normelor de siguranță; integritate și onestitate	responsabilitate civică; respect față de viață și mediu; echilibru și discernământ; onestitate; disponibilitate de a

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	transparență, informare) pentru a reduce riscurile; argumentează o poziție folosind un lanț simplu: fapt/tehnologie → posibil efect → regulă/ principiu → consecință; distinge între argument științific (ce arată fizica) și argument de valoare (ce alegem să facem); formulează recomandări de conduită (pentru elev/ consumator/ participant la proiect) în termeni concreți.	intelectuală; protecția persoanei și a mediului; comunicare responsabilă (fără alarmism, fără minimalizare). Proceduri: argumentare structurată (afirmație–motiv–exemplu–limită); formularea recomandărilor de conduită și a măsurilor preventive.	respecta reguli și de a le explica altora; deschidere către dialog.

CLASA a XII-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Elemente de teoria relativității restrânse	1. Relativitatea galileiană	sistem de referință inerțial; transformări Galilei; invarianța legilor mecanicii newtoniene în sisteme inerțiale; domeniu de valabilitate $v \ll c$
	2. Postulatele teoriei relativității restrânse. Principiul de corespondență	postulatele TRR; eveniment fizic; coordonate spațiu-timp
	3. Transformările Lorentz	transformări Lorentz; coordonate; limită galileiană ($v \ll c$)
	4. Consecințe cinematice ale transformărilor Lorentz	relativitatea simultaneității; dilatarea duratelor; contracția lungimilor
	5. Impulsul și energia în teoria relativității restrânse	impulsul relativist; energia de repaus; energia totală; energia cinetică relativistă; relația energie-impuls (utilizare); cazul particulei fără masă
2. Elemente de fizică cuantică	1. Efectul fotoelectric extern	
	1.2. Legile efectului fotoelectric extern	dependențe experimentale; frecvență de prag; energia cinetică maximă a fotoelectronilor; tensiune de stopare; curent de saturație; legile efectului fotoelectric extern
	1.2. Fotonul. Explicarea legilor efectului fotoelectric extern	foton; constanta lui Planck; energia fotonului; impulsul fotonului; lucru mecanic de extracție; ecuația lui Einstein pentru efect fotoelectric;
	2. Proprietățile ondulatorii ale particulelor. Ipoteza de Broglie	ipoteza de Broglie; lungimea de undă asociată; impulsul; dualismul undă-corpusul
3. Elemente de fizică atomică	1. Modele atomice	
	1.1. Modelul planetar (Rutherford)	experimentul Rutherford (calitativ); interpretarea rezultatelor; deficiențele modelului planetar
	1.2. Modelul Bohr al atomului de hidrogen	postulatele lui Bohr; orbită staționară; cuantificare; nivel de energie; tranziții; spectru de linii; energia fotonului emis/absorbit; constanta Rydberg; ionizare; deficiențele modelului Bohr
	2. Radiația X	radiații X; radiație de frânare; radiație caracteristică; aplicații (imagistică, defectoscopie – calitativ); protecție la expunere
4. Semiconductori și aplicații	1. Proprietăți ale semiconductoarelor	semiconductor; bandă de valență; bandă de conducție; bandă interzisă; purtători de sarcină (electroni, goluri); semiconductor intrinsec; dopaj; semiconductor extrinsec tip n / tip p
	2. Diode și LED-uri	joncțiune p-n; diodă; polarizare directă / inversă; caracteristică curent-

Domenii de con- ținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		tensiune (I–U); redresare; LED; re-combinare electron–gol; electrolumi-nescență
	3. Efectul fotoelectric intern și foto-conductivitatea. Aplicații	efect fotoelectric intern; generare de perechi electron–gol; fotoconductivi-tate; fotorezistor; fotodiodă; senzor op-tic (noțiune)
	4. Celule fotovoltaice – conversia energiei luminoase în energie electrică	efect fotovoltaic; celulă fotovoltaică; tensiune și curent fotogenerate; carac-teristică I–U a celei; putere electrică; randament de conversie;
	5. Efectul LASER	laser; emisie stimulată; inversie de po-pulație; mediu activ; coerență; mono-cromaticitate; direcționalitate; aplicații (comunicații, metrologie, medicină – calitativ); norme de protecție
5. Elemente de fizică nucleară	1. Proprietăți ale nucleului atomic	nucleu atomic; număr atomic Z; număr de masă A; număr de neutroni N; nu-cleoni (protoni, neutroni); izotopi; izo-bari; nuclid; rază nucleară; densitate nucleară
	2. Energia de legătură și defectul de masă	energie de legătură; defect de masă; energie de legătură pe nucleon; stabili-tate nucleară; bilanț energetic în pro-cese nucleare;
	3. Modele nucleare	forțe nucleare; modelul picătură; mo-delul în pături;
	4. Particule și interacțiuni fundamen-tale	particule elementare; particule com-puse (proton, neutron); quarcuri; bosoni interacțiuni fundamentale: elec-tromagnetică, tare, slabă, gravitațio-nală; rază de acțiune (calitativ)
	5. Fisiunea nucleară	
	5.1. Reacția de fisiune	fisiune nucleară; energie eliberată la fi-siune; produse de fisiune; reacție nu-cleară indusă; reacție în lanț; neutroni rapizi/lenți; moderare
	5.2. Reactorul cu fisiune	reactor nuclear; combustibil nuclear; moderator; agent de răcire; bare de control; controlul reacției în lanț; con-versie energie nucleară → energie ter-mică → energie electrică; securitate nucleară
6. Radiațiile nu- cleare și efectele lor biologice	1. Efecte fizice ale radiațiilor nucleare	radiații ionizante; interacțiunea radiați-ilor cu materia; ionizare; absorbție; împrăștiere; atenuare; ecranare; dozime-trie
	2. Efecte biologice ale radiațiilor nu- cleare	efecte biologice ale radiațiilor; doză ab-sorbită; doză echivalentă; iradiere; con-taminare radioactivă; radioprotecție
	3. Medicină nucleară	imagistică nucleară; scintigrafie (noți-une); tomografie cu emisie (PET – ni-vel informativ); radioterapie (noțiune);

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		optimizare a expunerii (noțiune); controlul dozei (noțiune)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Simularea unor efecte relativiste prin utilizarea unor aplicații dedicate.
2. Verificarea experimentală a legilor efectului fotoelectric extern în laborator/laborator virtual.
3. Determinarea caracteristicii curent–tensiune ($I-U$) a unei diode / a unei celule fotovoltaice pentru iluminări diferite.
4. Evidențierea experimentală a unor proprietăți ale radiației amplificate prin emisie stimulată.
5. Analiza din surse publice a producerii și efectelor unor accidente nucleare (de exemplu Cernobîl) și/sau a efectelor utilizării armamentului nuclear.

SUGESTII METODOLOGICE

Predarea fizicii la nivel liceal urmărește formarea competențelor prin activități centrate pe înțelegerea fenomenelor reale și pe aplicarea conceptelor în situații variate. Este recomandată o abordare progresivă, în care elevii observă, descriu, modelează și explică fenomenele studiate, înainte de aplicarea formală a relațiilor matematice.

Programa școlară cuprinde **competențele generale** - sunt definite la nivelul fiecărei discipline și se formează pe parcursul studierii disciplinei, în cadrul fiecărui nivel de învățământ. Având un grad ridicat de generalitate și de complexitate, competențele generale sunt elaborate plecând de la profilul de formare al absolventului. Competențele generale au, în acest fel, un dublu rol: pe de o parte, reflectă contribuția disciplinei la profilul de formare al absolventului și, prin aceasta, la dezvoltarea competențelor-cheie; pe de altă parte, structurează disciplina din perspectiva profilului de formare (ceea ce înseamnă limitarea la ceea ce este cu adevărat relevant, necesar și util prin raportare la profilul de formare). Având rolul de a orienta demersul didactic pe parcursul învățării disciplinei, competențele generale evidențiază achizițiile finale ale elevului în urma studierii disciplinei respective.

Competențele specifice sunt derivate din competențele generale și reprezintă etape în dobândirea acestora, fiind formate/dezvoltate pe parcursul unui an școlar. Competențele specifice au în vedere o structurare fină a etapelor unui proces de învățare. În raport cu acestea, în proiectarea didactică trebuie prevăzute activități și sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor, astfel încât fiecare elev să realizeze progrese reale.

Programa pune accentul pe dezvoltarea competențelor, dar această perspectivă nu reduce rolul conținuturilor, ci, dimpotrivă, le recunoaște importanța ca bază a formării și dezvoltării competențelor specifice. Activitățile de învățare sunt cele care operaționalizează această relație, profesorul având libertatea de a selecta și adapta demersurile didactice prin care conținuturile contribuie în mod efectiv la dezvoltarea competențelor. Dezvoltarea competențelor specifice enunțate a fost ilustrată prin formularea mai multor exemple de activități de învățare. Bunăoară, în cazul competenței generale „*CG.1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate*”, exemplele de activități de învățare propuse au valorificat aceleași conținuturi, aferente unui an de studiu, pentru a evidenția modul în care acestea susțin și facilitează dezvoltarea competențelor specifice.

În învățământul liceal, demersul didactic trebuie să se focalizeze pe observarea dirijată și explorarea ghidată a fenomenelor și sistemelor fizice, în contexte variate. Activitățile încep cu întrebări clar formulate, continuă cu colectarea informațiilor prin măsurători directe, experimente reale sau virtuale și documentare din surse validate și se încheie cu formularea de concluzii explicite, urmate de o scurtă stabilizare conceptuală. Progresul este susținut prin sarcini gradate: de la identificarea mărimilor relevante și citirea corectă a reprezentărilor (tabele, grafice, diagrame), la utilizarea pantei, a ariei sau a relațiilor funcționale pentru estimarea mărimilor derivate și pentru verificarea plauzibilității rezultatelor. Accentul cade pe înțelegerea și aplicarea conceptelor studiate atât în contexte familiare, cât și în contexte noi, cu atenție la estimări, ordine de mărime, condiții de valabilitate ale modelelor și la veridicitatea concluziilor.

Investigațiile experimentale au un rol central. Este recomandată integrarea activităților experimentale gradate ca nivel de complexitate, realizate în laboratorul școlar, cu aparatură uzuală și/sau senzori, cu montaje didactice sau prin laborator virtual, în funcție de resursele disponibile și de conținuturile studiate. Aceste activități pot viza, de exemplu, măsurarea unor mărimi fizice și evidențierea relațiilor dintre ele, compararea dinamicii unor sisteme în condiții diferite sau caracterizarea funcționării unor dispozitive (prin grafice, tabele și interpretări susținute de date). Ele dezvoltă competențele investigative ale elevilor prin formularea de întrebări și ipoteze, colectarea și prelucrarea datelor, estimarea incertitudinilor, reprezentarea grafică a rezultatelor, formularea și validarea concluziilor. Rapoartele de laborator realizate de elevi trebuie să fie bine structurate, incluzând metoda și condițiile de lucru, datele prezentate în tabele/grafice, prelucrarea elementară și concluziile argumentate în raport cu modelul utilizat.

Pentru a construi înțelegerea profundă a conceptelor fizice, în studiul sistemelor și fenomenelor abordate la liceu, elevii pot utiliza scheme ale sistemelor fizice, ale montajelor, reprezentări grafice, diagrame specifice (de exemplu, diagrame fazoriale), precum și modele intuitive sau instrumente digitale pentru generarea și explorarea unor reprezentări dinamice.

Tehnologia digitală poate fi integrată în mod natural în activitățile de predare-învățare-evaluare. Aplicații pentru video-analiză, instrumente grafice și simulări ale unor fenomene pot susține înțelegerea relațiilor dintre mărimile fizice, contribuind semnificativ la îmbunătățirea preciziei măsurărilor și facilitarea vizualizării fenomenelor fizice.

Rezolvarea problemelor definite și a situațiilor problemă se realizează prin selectarea datelor relevante, utilizarea schemelor și graficelor, justificarea formulelor alese, efectuarea calculelor corecte și validarea rezultatelor prin estimări și ordine de mărime. Elevii vor fi încurajați să verifice realismul soluțiilor, să compare metode diferite de rezolvare și să argumenteze deciziile luate. Pentru a crește relevanța învățării, problemele definite propuse, situațiile problemă, respectiv sarcinile de învățare propuse pot include contexte autentice și interdisciplinare (ex.: siguranță și funcționare a unor sisteme tehnice, comunicații și senzori, aplicații ale opticii și ale semiconductorilor, utilizarea energiei, expunerea la radiații și măsuri de protecție), adaptate nivelului de studiu și profilului.

Comunicarea științifică poate fi dezvoltată prin activități de prezentare orală, explicații scrise, discuții argumentate și utilizarea corectă a limbajului specific fizicii. Elevii pot formula întrebări, pot descrie raționamente, pot explica fenomene în cuvinte proprii și pot utiliza simboluri, grafice și convenții internaționale pentru a exprima rezultate și concluzii.

Pentru a dezvolta raționamente responsabile, argumentate și orientate spre decizii etice și sustenabile, se recomandă integrarea unor studii de caz și activități aplicative prin care elevii analizează impactul descoperirilor științifice și al tehnologiilor moderne asupra societății și mediului.

Abordarea interdisciplinară poate fi încurajată prin conexiuni cu discipline precum matematica (funcții, grafice, proporționalitate, modele), TIC (achiziție și prelucrare digitală a datelor, reprezentări grafice, modelare și simulare), disciplinele tehnice (funcționarea sistemelor și dispozitivelor, circuite, senzori, proprietăți ale materialelor). Proiectele, studiile de caz sau investigațiile integrate pot susține înțelegerea conceptelor și transferul cunoașterii între contexte.

Instruirea diferențiată a elevilor în procesul de predare-învățare-evaluare la disciplina fizică se realizează pe același traseu de învățare, nu prin trasee paralele; ținta rămâne comună, iar reglajele vizează nivelul de sprijin și complexitatea sarcinii de lucru. Pentru consolidare se utilizează șabloane de tabele, ghidaj minimal de calcul și seturi de date prestabilite; pentru extensie se utilizează variabile deschise (de exemplu: alegerea intervalului de măsurare, compararea a două modele). Produsele obținute prin rezolvarea sarcinii de lucru pot fi variate (tabel, grafic, mini-eseu explicativ), în timp ce criteriile de evaluare rămân comune și transparente.

Demersul didactic se va baza pe activități de învățare în care sarcinile de lucru vor avea complexitate progresivă. În funcție de profil, activitățile de învățare pot fi integrate în proiecte sau investigații extinse, care folosesc modelare și instrumente digitale (simulări, foi de calcul), validare pe baza datelor, analiză critică a ipotezelor și precizarea limitelor modelelor, pentru a susține aprofundarea conceptuală și procedurală.

Proiectarea unei unități de învățare începe întotdeauna cu o diagnoză a achizițiilor anterioare. Rezultatele acesteia au rolul de a oferi profesorului o imagine a nivelului de pregătire al elevilor: ce își amintesc, ce reprezentări au despre fenomenele și conceptele studiate, dar și ce preconcepții/neclarități/lacune au. Această diagnoză este fundamentul deciziilor pedagogice ulterioare (selectarea competențelor, conținuturilor, strategiilor didactice care vor structura unitatea de învățare).

În programa de fizică, lista de conținuturi este explicit formulată, iar competențele specifice sunt enunțate, în acord cu paradigma curriculară actuală. Corelarea între conținuturi și competențe este, însă, la latitudinea și în responsabilitatea profesorului, aceasta nefiind impusă de programă. Procesul de selecție și corelare presupune analiză profesională și discernământ didactic. Plecând de la tema unității de învățare și pe baza diagnozei, profesorul selectează competențele specifice care pot fi dezvoltate eficient prin intermediul acestei unități de învățare și identifică acele conținuturi care sunt relevante pentru tema respectivă. În acest fel, conținuturile nu devin simple teme de parcurs, ci adevărate vehicule pentru dezvoltarea competențelor, iar competențele oferă finalitatea și direcția întregului demers didactic.

În următoarea etapă profesorul identifică acele comportamente care descriu concret „ce trebuie să facă elevul” pentru a demonstra progresul spre competența vizată (de exemplu: observarea fenomenelor, realizarea investigațiilor, analiza datelor, formularea explicațiilor, argumentarea concluziilor, aplicarea conceptelor în situații noi). Aceste comportamente devin „firul roșu” al unității de învățare. Pe baza lor, profesorul proiectează activitățile de învățare pentru a oferi un context autentic în care

elevii pot exersa comportamentele vizate. Activitățile pot include explorări, investigații, discuții ghidate, experimente, rezolvări de probleme/situații problemă, aplicații în contexte reale sau transfer în situații noi.



Figura 1 – Proiectarea unității de învățare

Pe parcursul acestor activități, profesorul integrează evaluarea formativă, desfășurată continuu. Aceasta include întrebări de sprijin, observație sistematică, feedback imediat, scurte sarcini de verificare sau reflecții ale elevilor. Rolul său este de a regla procesul de învățare, de a semnaliza neclaritățile și de a ghida elevii către înțelegere profundă.

La finalul unității de învățare, profesorul realizează evaluarea sumativă care verifică, în mod coerent și echitabil, comportamentele exersate. Această evaluare oferă o imagine de ansamblu a progresului elevilor, dar nu înlocuiește evaluarea formativă, ci o completează.

Dacă rezultatele — fie formative, fie sumative — indică faptul că unii elevi întâmpină dificultăți sau nu manifestă comportamentele vizate, profesorul proiectează activități remediale. Acestea sunt adaptate nevoilor identificate și vizează consolidarea conceptelor, reconstruirea înțelegerii acolo unde aceasta este fragilă. Remedierea este, în acest caz, o continuare firească a parcursului didactic, pentru a asigura tuturor elevilor șansa de a atinge competențele vizate.

Prin urmare, o unitate de învățare este o construcție coerentă, în care diagnoza, selectarea competențelor și conținuturilor, identificarea comportamentelor (asociate competențelor specifice și conținuturilor selectate), activitățile de învățare, evaluările formative și sumative și remedierea (dacă este cazul) se succed într-un demers integrat. Fiecare etapă se sprijină pe etapa anterioară și pregătește terenul pentru următoarea, transformând procesul de predare-învățare într-un traseu logic, adaptat elevilor și orientat către dezvoltarea autentică a competențelor.

Evaluarea reprezintă o componentă organică a procesului didactic, conceput ca proces de predare-învățare-evaluare. Evaluarea trebuie să fie variată și centrată pe competențe.

Rezultatele concrete ale învățării se exprimă prin cunoștințe specifice dobândite și deprinderi/abilități exersate în cadrul activităților de învățare. Desfășurate în contexte variate, acestea contribuie la formarea și dezvoltarea treptată a competențelor propuse. În programa de fizică sunt prezentate exemple de activități de învățare corelate cu competențele specifice, având ca scop ghidarea profesorilor pentru a construi noi activități adaptate specificului claselor de elevi.

Din perspectiva demersului educațional centrat pe competențe, se recomandă:

- utilizarea cu preponderență a evaluării continue, formative;
- utilizarea unor metode și instrumente complementare alături de formele și instrumentele clasice de evaluare;

- corelarea rezultatelor evaluării cu competențele specifice vizate de programa școlară;
- analizarea progresului școlar al fiecărui elev pe baza rezultatelor evaluării.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor feedback clar privind raționamentul, coerența soluției și utilizarea corectă a limbajului fizicii.

În funcție de specificul fiecărui domeniu de conținut, se recomandă următoarele metode și instrumente de evaluare:

- Evaluări formative:
 - Observarea
 - Conversația
 - Chestionarea
 - Autoevaluarea
 - Fișe de lucru teoretice/experimentale
 - Analiza produselor activității elevilor (rapoarte de investigație, hărți conceptuale etc.)
- Evaluări sumative:
 - Probă practică (experiment)
 - Proiect de investigație științifică
 - Test cu tipuri variate de itemi

Dezvoltarea unui mediu educațional incluziv

În vederea asigurării echității și egalității șanselor la educație pentru toți elevii, aplicarea programei școlare la clasă se realizează cu respectarea următoarelor principii:

A1. Stabilirea unor sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor

Fiecare elev are dreptul la reușită școlară prin formarea/dezvoltarea competențelor prevăzute de programă.

Pentru elevii care necesită învățare remedială, profesorii organizează activități de învățare diferențiate, adaptând programa școlară la ritmul de învățare al acestora. În cazul constatării unor decalaje majore față de competențele/achizițiile prevăzute în anii anteriori, prioritatea o reprezintă recuperarea planificată a acestor rămânări în urmă (activități remediale dedicate). O abordare similară se aplică elevilor cu școlarizare întreruptă sau cu absențe prelungite din motive medicale ori familiale, inclusiv copiilor lucrătorilor migranți, elevilor refugiați, celor din comunități cu mobilitate sezonieră și elevilor cu probleme medicale cronice sau de lungă durată.

Pentru elevii cu ritm înalt de învățare, profesorii stabilesc sarcini de învățare de nivel ridicat care să le asigure progresul. În acest sens, profesorii iau în considerare posibilitatea aprofundării și/sau extinderii tematicilor din programa școlară (de exemplu: includerea unor conținuturi suplimentare din tematica dată, diversificarea problemelor teoretice și practice, abordarea unor teme prevăzute pentru anii de studiu următori).

A2. Adaptarea la nevoile individuale de învățare ale elevilor

Activitățile de învățare trebuie stabilite, organizate și desfășurate astfel încât să ofere posibilități reale de progres pentru toți elevii, fără discriminare, având în vedere că educația din familie, experiența de viață, interesele și zestrea culturală influențează modul de învățare al fiecărui elev.

În acest sens, procesul de predare-învățare- evaluare trebuie să asigure participarea deplină și eficientă a tuturor elevilor, răspunzând nevoilor individuale de învățare prin:

- diferențiere pe același traseu de învățare (sprijin, complexitatea datelor, deschiderea sarcinii);
- adaptări rezonabile și accesibilizare (instrucțiuni etapizate, timp suplimentar, materiale în formate accesibile, tehnologii suport);
- utilizarea principiilor UDL – Universal Design for Learning (multiple modalități de reprezentare, exprimare și implicare);
- sprijin lingvistic pentru elevii reveniți din migrație sau pentru cei care au nevoie de ajutor suplimentar pentru a înțelege limba de predare;
- evaluare flexibilă și criterii transparente, cu accent pe progres;
- feedback descriptiv și reglator, cu oportunități de corectare și îmbunătățire;
- colaborare școală-familie-servicii de sprijin (consiliere psihopedagogică, mediator școlar, ONG-uri comunitare, agenți economici) pentru continuitatea învățării;

- climat sigur și nediscriminatoriu, care valorizează diversitatea culturală și previne stereotipurile.

Profesorii trebuie să asigure participarea deplină și eficientă în timpul activităților școlare a fiecărui elev, răspunzând nevoilor de învățare individuale ale acestora prin:

- Dezvoltarea unui mediu de învățare eficient în care:
 - contribuția fiecărui elev este valorizată, toți elevii se simt în siguranță și sunt capabili să contribuie la procesul de predare-învățare-evaluare;
 - prejudecățile care conduc la discriminare, precum și toate formele de hărțuire sunt combătute activ, elevii învățând să devină toleranți;
 - elevii sunt învățați să își asume responsabilitatea acțiunilor și a conduitei lor, atât în școală cât și în comunitate.
- Dezvoltarea motivației și a capacității de concentrare prin:
 - utilizarea metodelor didactice adaptate specificului vârstei, capacității de concentrare și utilizarea, după caz, a activităților individuale și pe grupe pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare;
 - abordarea flexibilă a conținuturilor și utilizarea unor metode didactice diverse pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare ale elevilor, valorificând interesele și experiențele lor;
 - proiectarea, planificarea și monitorizarea unor activități de învățare astfel încât să asigure fiecărui elev șansa de a învăța eficient în ritmul individual de învățare și de a avea progres școlar, inclusiv elevilor care absentează din diferite motive pentru perioade mai lungi de timp.
- Asigurarea egalității șanselor prin:
 - combaterea prejudecăților și discriminărilor în organizarea elevilor în grupe, stabilirea sarcinilor de lucru și asigurarea accesului la mijloacele didactice;
 - crearea condițiilor necesare pentru participarea eficientă și obținerea progresului școlar a elevilor cu cerințe educaționale speciale.
- Asigurarea echității în evaluare prin:
 - utilizarea metodelor și instrumentelor de evaluare adecvate, care asigură fiecărui elev șansa de a demonstra formarea/dezvoltarea competențelor dobândite;
 - utilizarea unor instrumente de evaluare familiare elevilor;
 - utilizarea unor materiale în evaluare care să nu conducă la discriminare;
 - informarea clară și fără ambiguități a elevilor referitoare la rezultatele evaluării în scopul sprijinirii învățării ulterioare.

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii vizează în esență următoarele obiective:

B1. Creșterea eficienței activităților de învățare prin:

- modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor dispozitive. În cazurile în care este posibil, fenomenele și dispozitivele vor fi mai întâi prezentate în laborator sau studiate prin observații directe în natură, respectiv în practică.
- realizarea de investigații științifice și experimente în laboratoare virtuale. Laboratoarele virtuale constituie resurse alternative sau complementare în studiul experimental și/sau investigația științifică. Se recomandă utilizarea laboratoarelor virtuale în următoarele situații:
 - realizarea investigației/experimentului în laboratorul virtual urmează realizării efective a acestora și permite elevilor controlul asupra unui număr mai mare de factori care influențează fenomenul studiat;
 - resursele existente nu permit realizarea efectivă a unor investigații/experimente necesare înțelegerii fenomenelor studiate;
 - prin investigația/experimentul în laboratorul virtual este facilitată înțelegerea fenomenului și de către elevii cu dizabilități;
 - realizarea efectivă a investigației/experimentului poate pune în pericol sănătatea elevilor (de exemplu electrizări la potențial foarte ridicat, mișcări cu viteze

mari, fenomene termice la temperaturi foarte înalte, studiul radioactivității etc.).

- prelucrarea datelor experimentale. Datele obținute din observații în natură sau prin realizarea unor investigații/experimente pot fi prelucrate conform scopului propus prin utilizarea unor instrumente și resurse digitale (foi de calcul, aplicații de achiziție de date, software specific). Prelucrarea datelor experimentale poate să includă realizarea unor calcule, calculul erorilor, reprezentări grafice etc. Se poate realiza astfel o reducere a timpului afectat unor operațiuni simple, repetitive în favoarea unor activități de învățare care să implice abilități de nivel cognitiv superior. În același timp, prin utilizarea instrumentelor și resurselor digitale pentru prelucrarea datelor experimentale, elevii își exersează competențele digitale în contexte de învățare variate.

B2. Sprijin pentru comunicare, informare autonomă și elaborare de proiecte/referate prin

- colectarea și selectarea informațiilor. În funcție de resursele disponibile, poate fi valorificată o varietate de surse și resurse digitale (biblioteci și arhive online, baze de date științifice, enciclopedii, resurse educaționale deschise, documentații tehnice, pagini web instituționale). Elevii formulează solicitări de căutare adecvate, aplică criterii de credibilitate (autorat/afiliere, dată, referințe, acuratețe), realizează sinteza informațiilor în raport cu scopul propus. Aceste activități sprijină alfabetizarea informațională și media, incluzând citarea corectă a surselor, respectarea drepturilor de autor și a eticii academice, precum și utilizarea responsabilă a instrumentelor digitale (inclusiv aplicații cu inteligență artificială) pentru documentare, notare bibliografică și verificare. Rezultatele sunt consemnate cu trasabilitatea surselor și integrate în proiecte/referate într-o formă clară, coerentă și conformă cerințelor curriculare.
- prezentarea informațiilor. Elevii pot prezenta rezultatele activităților în format electronic – în forme atractive, cu impact mare, ușor de înțeles și de transmis prin comunicare electronică.
- tehnoredactarea documentelor. Atunci când se consideră necesar, se poate solicita elevilor tehnoredactarea referatelor lucrărilor de laborator sau a referatelor teoretice și a proiectelor. Se recomandă ca tehnoredactarea acestor documente să se realizeze, cel puțin în parte, sub îndrumarea profesorului. Prin tehnoredactarea îndrumată se urmărește ca elevul să respecte structura standard (titlu, obiective/întrebări, metodă, rezultate, discuții, concluzii, bibliografie), citarea corectă a surselor, utilizarea reprezentărilor grafice corecte, utilizarea editorului de ecuații, scrierea corectă a simbolurilor mărimilor fizice și a unităților de măsură și revizuirea iterativă (auto/inter evaluare pe baza unor criterii de evaluare). Tehnoredactarea sprijină reflecția critică asupra calității produsului, corectarea și îmbunătățirea acestuia pe parcurs, precum și dezvoltarea competențelor digitale.

GRUP DE LUCRU

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ALDESCU MIOARA	profesor gradul I	Liceul „Voievodul Mircea”, Târgoviște, Dâmbovița
ALEXANDRU GABRIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
AȘTILEAN SIMION	prof. univ. dr.	Academia Română
BĂDILĂ CORNELIA	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Dimitrie Cantemir”, Breaza, Prahova
BĂRAN VIRGIL	prof. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
BERCHEZ DANIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea, Bihor
BOSTAN CARMEN	cercetător științific, dr.	Institutul de Științe ale Educației
BUNOIU MĂDĂLIN	conf. univ. dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
OCTAVIAN		
BUTUȘINĂ FLORIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj
COREGA CONSTANTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
DELIU GABRIELA	profesor dr.	Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil”, Brașov
DOBROTĂ IONUȚ-COSTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești, Bacău
DRAGOMIR NICOLAE	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Tudor Vladimirescu”, Craiova, Dolj
FLORIAN GABRIEL	profesor dr.	Colegiul Național „Carol I” Craiova, Dolj
GRUIA ION	conf. univ. dr.	Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”, București
LAZĂR DANIEL	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Hunedoara, Deva
MAN TIBERIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
MARIN CORINA	doctor	Ministerul Educației și Cercetării
MIHALCSIK ANETA	profesor gradul I	Liceul Teologic Baptist „Alexa Popovici”, Arad
AURELIA		
NECUȚĂ EMIL	profesor gradul I	Colegiul Național „Alexandru Odobescu” Pitești, Argeș
PASCU GABRIEL	lector dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
RADOSLAVESCU ILEANA	profesor gradul I	Colegiul Național „Traian Doda” Caransebeș, Caraș Severin
RADU ADRIANA	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Prahova, Ploiești
RĂDUCANU LAURENȚIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
VALENTIN		

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ROTARU LIVIU DĂNUȚ	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare
SOLSCHI VIOREL	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare
STOLERIU LAURENȚIU	prof. univ. dr. habil.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
ȘTEFĂNESCU MANUELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București
ȚEPEȘ DANIELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Ioan Cotovu”, Hârșova, Constanța
VASILESCU MIHAI	lector dr.	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca, Cluj

RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
BĂRBULESCU FLORINA	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
BLANARIU LIVIU	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
POPESCU SEBASTIAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	coordonator științific

Anexa nr. 71

Programa școlară
pentru disciplina

Fizică

Clasele a X-a – a XII-a

Trunchi comun și curriculum de specialitate (TC+CS)

Filiera teoretică, profilul real,
specializarea științe ale naturii

Învățământ liceal

Anexa nr. 71
Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasele a X-a – a XII-a,
trunchi comun și curriculum de specialitate (TC + CS)

- *Filiera teoretică, profilul real, specializarea științe ale naturii*

NOTĂ DE PREZENTARE

Fizica este disciplină de cultură științifică generală, studiată în trunchiul comun de toți elevii și, după caz, disciplină de specialitate în curriculumul de specialitate, contribuind la profilul de formare al absolventului și la dezvoltarea competențelor-cheie stabilite la nivel european și asumate în legislația națională (art. 91 din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023). Programa contribuie la implementarea, la nivel curricular, a profilului de formare al absolventului aprobat prin OME nr. 6731/2023 și asigură coerența dintre predare-învățare-evaluare în logica dezvoltării competențelor. În acord cu aceste repere, fizica are un rol esențial în dezvoltarea competenței-cheie „Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie”, dar și la formarea celorlalte competențe-cheie, integrând valori precum curiozitatea intelectuală, rigoarea, spiritul critic și responsabilitatea față de mediu și societate. Aceste direcții sunt susținute de documentele de politică educațională europene și internaționale – Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 2018 privind competențele-cheie și OECD Learning Compass 2030, care promovează o viziune asupra educației ca proces continuu de anticipare, acțiune și reflecție.

Gradul ridicat de generalitate și de profunzime al legilor fizicii, structura conceptuală și aplicațiile din știință și tehnologie conferă Fizicii un rol central între științele naturii. Din perspectivă curriculară, alocările orare sunt stabilite prin planurile-cadru în vigoare. Acestea prevăd studiul disciplinei *FIZICĂ* într-un număr de 2 ore/săptămână în învățământul gimnazial, la clasele VI-VIII, în timp ce în învățământul liceal studiul disciplinei se parcurge într-un număr de ore diferit în funcție de filieră, profil și specializare. Programa se calibrează la bugetul efectiv de timp indicat de acestea, asigurând marja didactică necesară pentru diferențiere și evaluare formativă. În acest context, bugetul orar redus din trunchiul comun impune calibrarea realistă a așteptărilor curriculare și focalizarea pe obiective esențiale de alfabetizare științifică.

Prezenta programă școlară face parte din curriculumul pentru disciplina *FIZICĂ*, și se aplică la clasele a X-a – a XII-a din învățământul liceal, *filiera teoretică, profilul real, specializarea științe ale naturii*, forma cu frecvență zi, începând cu generația de elevi care intră în clasa a X-a în anul școlar 2027-2028. Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinei are următoarea alocare orară săptămânală, defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a		Clasa a XI-a		Clasa a XII-a	
Tip segment curricular	TC	CS	TC	CS	TC	CS	TC	CS
Nr. săptămânal de ore	1	2	1	2	-	3	-	3

Tabel 1 – Numărul de ore de fizică pe săptămână (planuri-cadru de învățământ în vigoare)

Studiul fizicii în liceu se construiește în mod firesc pe fundamentul solid al competențelor formate în gimnaziu, unde programa a introdus o serie de elemente de modernizare curriculară, precum accentul pe alfabetizarea științifică, pe investigarea fenomenelor și pe proiectarea unităților de învățare centrate pe competențe. La nivel gimnazial, elevii deprind modalitățile esențiale de explorare a realității fizice, realizarea de experimente orientative și interpretarea calitativă a unor procese fundamentale. Programa de liceu valorifică explicit achizițiile anterioare și propune un progres curricular coerent, trecând de la o înțelegere descriptivă și calitativă a fenomenelor la una cantitativă, analitică și modelatoare. Continuitatea este evidentă și în plan metodologic: gimnaziul a mutat accentul de pe conținuturi pe dezvoltarea competențelor, oferind profesorului flexibilitate în proiectarea activităților de învățare și în alegerea contextelor relevante pentru elevi — orientare curriculară menținută și amplificată în liceu. Investigația științifică, interpretarea critică a rezultatelor și reflecția asupra propriei învățări, introduse

în gimnaziu, sunt consolidate și diversificate în liceu, unde elevii capătă autonomie mai mare și se confruntă cu situații problemă mai complexe. Introducerea sistematică a analizei erorilor, a reprezentărilor grafice, a relațiilor matematice și a experimentelor obligatorii în programa de liceu confirmă această progresie firească, transformând studiul fizicii într-o experiență intelectuală matură și aplicată.

În raport cu alte discipline, fizica își menține specificitatea epistemologică și metodologică, dar dezvoltă și o puternică dimensiune interdisciplinară. Prin caracterul său modelator, fizica oferă repere fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor studiate în chimie, biologie sau geografie fizică, construind un limbaj comun al științelor naturii. Relația cu matematica este una organică: matematica oferă instrumentele formale necesare pentru exprimarea cantitativă a legilor fizicii, în timp ce fizica oferă sens, context și aplicabilitate conceptelor matematice. De asemenea, fizica susține în mod direct domeniile tehnologiei și informaticii: de la înțelegerea funcționării senzorilor și interpretarea semnalelor, la înțelegerea mecanicii, electricității sau opticii utilizate în dispozitivele digitale și industriale. Prin aceste conexiuni, disciplina se constituie într-un nod interdisciplinar, facilitând elevilor o înțelegere integrată a lumii și dezvoltarea competențelor de transfer — esențiale în formarea absolventului profilului liceal.

În baza profilului de formare și a competențelor-cheie sunt stabilite prin programele școlare competențele generale pentru fiecare nivel de învățământ. Pe baza competențelor generale sunt stabilite competențele specifice pentru fiecare disciplină și an de studiu.

Conținutul curricular al disciplinei fizică este specificat în programele școlare. Acestea sunt documente obligatorii pentru toate cadrele didactice de specialitate, fiind instrumentul de bază pentru planificarea și realizarea procesului de predare-învățare la disciplina fizică, respectiv pentru evaluarea performanțelor elevilor. În realizarea programei școlare de fizică s-au avut în vedere coordonatele generale prezentate în această secțiune și relația cu alte discipline. S-a ținut cont, de asemenea, de experiența dobândită de elevi în viața de zi cu zi, de evoluțiile în cunoașterea științifică, de problemele lumii contemporane și de alte aspecte științifice și educaționale specifice. Astfel, programa școlară:

- a fost concepută ca document curricular reglator ce conține, într-o organizare coerentă, oferta educațională a disciplinei fizică;
- stabilește cadrul metodologic și operațional pentru activitatea didactică la fizică;
- favorizează identificarea temelor de interes interdisciplinar, posibilitățile de corelare multi-, inter- și transdisciplinară;
- reprezintă punctul de plecare și de referință în proiectarea, realizarea și evaluarea manualelor școlare, dar și al altor resurse curriculare și didactice.

Profilul general de formare al absolventului învățământului liceal, aprobat prin O.M.E. nr. 6731/2023, determină în mod direct curriculumul-nucleu (trunchiul comun), dar vizează indirect și curriculumul de specialitate și curriculumul la decizia elevului din oferta școlii. În acest cadru curricular și operațional, ancorarea în profilul de formare al absolventului devine axul de referință pentru definirea competențelor generale și a celor specifice.

Având în vedere aceste repere fundamentale, se urmărește formarea și dezvoltarea pe parcursul întregului învățământ liceal a unui set de competențe generale în domeniul fizicii, concepute ca fundament pentru o gândire de tip științific a unei persoane capabile să învețe în contexte formale, informale și non-formale pe tot parcursul vieții.

Pentru atingerea acestor obiective, autorii programei au acordat o atenție deosebită următoarelor elemente esențiale:

- Validitatea și accesibilitatea – prezentarea corectă din punct de vedere științific a conținuturilor, la un nivel adecvat vârstei elevilor, având în vedere rolul esențial al acestora în formarea și dezvoltarea competențelor. S-a urmărit structurarea logică a conținuturilor, utilitatea practică și modernitatea acestora, posibilitatea de prezentare sistematizată și esențializată. Totodată au fost stabilite corelații logice între programa școlară și structura generală a fizicii, ca știință fundamentală a naturii.
- Succesiunea – ordonarea corespunzătoare a conținuturilor și susținerea adecvată a acestora prin investigație științifică, rezolvare de probleme, informare autonomă, cu o atenție permanentă pentru respectarea normelor de sănătate și securitate și a principiilor protecției mediului, cu accent pe prevenție și comportamente responsabile.
- Abordarea în „spirală” a domeniilor – înțelegând revenirea la anumite domenii la diferite niveluri/clase. Abordarea în „spirală”, existentă și în structura actuală a programelor și întâlnită și în alte sisteme de învățământ, este bazată atât pe logica internă a științei, cât și pe

principiul adaptării la stadiul evoluției psiho-somatice a elevilor. Prin revenirea asupra domeniilor studiate, la un alt nivel și într-o altă etapă a dezvoltării psiho-somatice, elevii vor remarca aspectele comune prin specificitate ale modelelor care descriu fenomenele naturale, iar prin înțelegerea dezvoltării acestora vor fi capabili să realizeze conexiuni atât între domeniile fizicii, cât și cu alte domenii ale științei.

- Relevanța – introducerea în procesul de predare-învățare a unui conținut minimal, reprezentativ pentru categoria de fenomene fizice studiate, stabilit în raport cu competențele specifice și generale urmărite.
- Valoarea formativă – selecția corespunzătoare a noțiunilor prezentate la fiecare temă în parte, precum și formarea, respectiv, dezvoltarea capacităților necesare activităților de cercetare și creație.
- Flexibilitatea – profesorul poate realiza cele mai potrivite asocieri între competențe și conținuturi, iar 25% din timpul alocat prin planul-cadru este lăsat la dispoziția cadrului didactic.

Fizica, știință fundamentală prin excelență, este cea mai cuprinzătoare dintre științele naturii, obiectul ei de studiu înglobând lumea materială de la nivelul microscopic al particulelor elementare până la scara cosmică a corpurilor cerești. În esență fizica este știința care stă la baza descrierii complexității lumii naturale, care contribuie la explicarea evoluției sistemelor și a proceselor din natură, care construiește modele pentru a le descrie și pe baza cărora se elaborează predicții. Fizica reprezintă totodată baza proiectării noilor tehnologii care rezolvă problemele lumii reale și conduce la îmbunătățirea calității vieții.

Nu toți elevii vor deveni oameni de știință sau ingineri, dar știința și tehnologiile ocupă un loc tot mai important în activitatea noastră zilnică. Ca cetățeni, trebuie să luăm decizii informate cu privire la chestiuni care implică din ce în ce mai mult știința și tehnologia. În ceea ce privește activitatea viitorilor angajați, ocupațiile de pe piața muncii vor solicita din ce în ce mai mult competențe în științe și tehnologie.

Prin studiul fizicii, elevii dobândesc competențe relevante pentru activitatea zilnică. Studiul fizicii permite înțelegerea aplicațiilor practice din toate domeniile de activitate. Cu o bază solidă a cunoștințelor de fizică, elevii vor fi capabili să aprecieze rolul fizicii în dezvoltarea științei și tehnicii și să utilizeze competențele dezvoltate în toate domeniile activității profesionale, iar ca viitori absolvenți vor putea deveni eficienți într-o societate a cunoașterii globală și puternic tehnologizată.

Dinamica accelerată a descoperirilor științifice și tehnologice, atât ca amploare, cât și ca impact, reclamă o reconfigurare curriculară a predării fizicii. Ca disciplină de cultură științifică generală, Fizica furnizează infrastructura cognitivă pentru alfabetizarea științifică și pentru învățarea pe tot parcursul vieții, prin formarea de competențe transferabile și prin raportarea constantă la dovezi. Pentru a asigura standarde ridicate de calitate, demersul didactic se aliniază logicii științei (modele, ipoteze, date, validare), valorifică sistematizarea conținuturilor, integrează metodologii de învățare activă (investigație, problematizare, modelare, utilizarea responsabilă a tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale) și promovează evaluarea formativă și echitatea. În acest cadru, disciplina *FIZICĂ* trebuie să aibă ca finalitate formarea capacității viitorilor absolvenți de:

- a folosi conceptele și teoriile importante din fizică și științe;
- a gândi științific, critic și creativ, folosind cunoștințele științifice pentru a lua decizii informate cu privire la probleme reale;
- a accesa cunoașterea prin cercetare și informare autonomă;
- a înțelege limbajul științific și a-l utiliza eficient în comunicarea ideilor și punctelor de vedere cu privire la subiecte din știință și tehnologie;
- a manifesta respect pentru unitatea, diversitatea și fragilitatea naturii.

Aceste finalități urmărite prin studiul disciplinei fizică sunt subsumate finalităților învățământului liceal, care propun formarea unui absolvent în măsură să decidă asupra propriei cariere, să contribuie la articularea propriilor trasee de dezvoltare intelectuală și profesională și să se integreze activ în viața socială și în muncă.

În tabelul 2 este prezentată corelarea dintre competențele generale ale disciplinei fizică (nivel liceal) și competențele-cheie, ca reper de proiectare și aliniere curriculară. Tabelul explicitează corespondențele competențe-cheie ↔ competențe generale, oferind un cadru de referință care asigură coerența curriculară și fundamentează continuitatea către competențele specifice, pe care se structurează activitățile de învățare.

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina FIZICĂ – învățământ liceal
Competența de citire, scriere și înțelegere a mesajului	CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - formulând o varietate de mesaje pentru a exprima opinii, idei, argumente, contraargumente în contexte formale și nonformale, folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - analizând critic și interpretând o varietate de mesaje receptate în diverse situații de comunicare, inclusiv cele specifice fizicii.
Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie	CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - aplicând gândirea științifică prin cercetarea unor situații/probleme specifice științelor naturii și prin raportarea propriilor ipoteze la rezultatele experimentale validate; - utilizând în mod independent diferite metode de investigație și tehnologii moderne din domeniul științific și profesional, inclusiv în contexte practice și pentru realizarea de produse și servicii; - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, în științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute. CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice; - evaluând constant validitatea unor raționamente științifice aplicate în contexte diverse, inclusiv profesionale. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - construind demersul de rezolvare a problemelor pe care le identifică într-o varietate de contexte, inclusiv profesionale, prin aplicarea principiilor și legilor fizicii, precum și prin utilizarea noilor tehnologii; - utilizând și raportându-se critic la moduri de gândire și forme de prezentare specifice științelor (de exemplu: formule, modele, grafice), inclusiv în relație cu întrebări relevante pentru viața reală și pentru diferite contexte profesionale.
Competența digitală, inclusiv de siguranță pe internet și securitate cibernetică	CG1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - manifestând interes pentru dezvoltarea de conținuturi digitale și utilizarea noilor tehnologii, inclusiv a celor care valorifică

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina FIZICĂ – învățământ liceal
	inteligenta artificială, ca răspuns la nevoi de învățare specifice, inclusiv profesionale; - utilizând informații obținute din diferite surse și/sau informații obținute prin investigație științifică; - comunicând adecvat ca formă și conținut rezultatele obținute. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - rezolvând creativ probleme care presupun organizarea datelor, a informațiilor și a conținutului digital, prin utilizarea unor dispozitive, aplicații digitale și rețele; - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată.
Competența personală, socială și a învăța să înveți Competența civică, juridică și de protejare a mediului	CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - analizând situații sau probleme complexe, formulând și evaluând judecăți de valoare bazate pe puncte de vedere argumentate; - în diferite contexte de învățare, profesionale și în viața de zi cu zi; - înțelegând și prevăzând posibilele efecte ale unor fenomene fizice asupra organismelor vii și asupra mediului; - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - raportându-se critic la fenomene și procese pentru a putea lua decizii pe bază de argumente, pentru a înțelege complexitatea și interacțiunea dintre fenomene și procese, pentru a proiecta soluții durabile. CG5 Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - participând activ, în calitate de cetățean responsabil, la luarea deciziilor care îl privesc, la activități și proiecte care promovează valorile general-umane, echitatea, protecția naturii și lupta împotriva schimbărilor climatice.

Tabel 2 – Coerența curriculară: corespondența între competențele-cheie și competențele generale vizate de disciplina FIZICĂ în învățământul liceal

Programa școlară pentru disciplina Fizică în curriculumul de specialitate aferent profilului real, specializarea științe ale naturii (clasele a X-a – a XII-a), este concepută ca un traseu coerent de aprofundare conceptuală, de modelare a fenomenelor fizice relevante pentru științele naturii, mediu, sănătate și tehnologie și de deschidere către fizica modernă și aplicațiile sale tehnologice. În raport cu trunchiul comun, curriculumul de specialitate extinde și rafinează înțelegerea interacțiunilor fundamentale, introduce domenii avansate (oscilații și unde electromagnetice, optică ondulatorie, teoria relativității restrânse, fizică cuantică, fizica semiconductorilor, fizică nucleară) și creează punți explicite către matematică, chimie, biologie și informatică, susținând formarea unui profil STEM solid.

La clasa a X-a, studiul termodinamicii pornește de la modelul microscopic al materiei și de la agitația termică, punând în corespondență proprietățile macroscopice observabile (temperatură, presiune, stări de agregare) cu mișcarea și interacțiunile particulelor. Introducerea noțiunilor de sistem termodinamic, parametri de stare și model al gazului ideal, urmată de analiza transformărilor simple și a principiului I al termodinamicii, permite înțelegerea energiei interne, a schimbului de energie prin lucru

mecanic și caldura și a bilanțului energetic, în situații relevante pentru viața de zi cu zi. Studiul mașinilor termice și al principiului al II-lea al termodinamicii introduce ideea de limită a conversiei energiei, de randament și de eficiență energetică, deschizând discuții esențiale privind utilizarea resurselor, impactul tehnologic și de mediu, schimbările climatice și tranziția energetică. De asemenea, sunt studiate fenomenele de suprafață și fenomenele capilare, respectiv transformările de stare de agregare.

Capitolul dedicat electricității și magnetismului dezvoltă studiul interacțiunii electrice și al câmpului electric precum și al circuitelor de curent continuu. Sunt abordate noțiuni cu privire la modelarea surselor reale, caracteristici curent-tensiune, rețele electrice și metode de rezolvare bazate pe teoremele lui Kirchhoff, teorema transferului maxim de putere și bilanțul energetic. Secțiunea dedicată efectului magnetic al curentului electric, inducției electromagnetice și motoarelor/ generatoarelor electrice pune în evidență conversia energie electrică ↔ energie mecanică și permite înțelegerea principiilor de funcționare ale echipamentelor electrice moderne. În același timp, abordarea efectelor fiziologice ale curentului electric, a dispozitivelor de protecție și a regulilor de prevenire a accidentelor susține formarea unor atitudini responsabile privind siguranța și prevenția în contexte reale.

La clasa a XI-a, accentul se deplasează către studiul oscilațiilor și undelor (mecanice și electromagnetice), oferind un cadru unitar pentru înțelegerea fenomenelor periodice, a propagării energiei și a transmiterii informației. Studiul oscilatorului armonic, al compunerii oscilațiilor și al rezonanței construiește un cadru conceptual comun pentru descrierea sistemelor oscilante și interpretarea fenomenelor de rezonanță, atât în mecanică, cât și în circuitele electrice. Studiul undelor mecanice și al fenomenelor asociate permite clarificarea și aprofundarea unor concepte fundamentale (superpoziție, coerență, frecvențe proprii, armonici etc.), evidențiind aplicații relevante. Integrarea elementelor de fizica Pământului, prin studiul undelor seismice și al comportamentului preventiv în caz de cutremur, valorifică direct legătura dintre modele fizice și riscurile naturale, contribuind la formarea competențelor civice și a comportamentelor responsabile. Capitolul de oscilații și unde electromagnetice completează perspectiva asupra fenomenelor ondulatorii și evidențiază explicit rolul fizicii în dezvoltarea tehnologiilor moderne. Elementele de optică ondulatorie (reflexie și refracție, interferență și difracție, polarizare, dispersie) evidențiază atât natura electromagnetică a luminii, cât și formarea imaginilor, analiza spectrală, filtrele optice etc.

La clasa a XII-a, curriculumul de specialitate este orientat către fizica modernă, oferind elevilor repere pentru înțelegerea schimbărilor de paradigmă din fizica secolului XX și a rolului lor în tehnologiile și provocările secolului XXI. Elementele de teorie a relativității restrânse introduc postulatele lui Einstein, transformările Lorentz și principalele consecințe cinematice (relativitatea simultaneității, dilatarea duratelor, contracția lungimilor), precum și relațiile relativiste pentru impuls și energie, cu rol formativ pentru înțelegerea limitelor modelelor clasice. Elementele de fizică cuantică și fizică atomică oferă elevilor instrumentele conceptuale necesare pentru a înțelege dualismul undă-corpusul, cuantificarea și structura atomică, elemente esențiale pentru interpretarea fenomenelor microscopice și a aplicațiilor moderne (detecție, imagistică, analiza materialelor).

Capitolul dedicat semiconductorilor și aplicațiilor acestora aduce în prim-plan infrastructura fizică a lumii digitale și a tehnologiilor energetice moderne. Pornind de la structura de benzi de energie și de la purtătorii de sarcină în materiale semiconductoare și ajungând la joncțiunea p-n, diode, LED-uri, fotoconductivitate, celule fotovoltaice și LASER, elevii pot să înțeleagă, pe baze fizice, principiile de funcționare ale dispozitivelor electronice și optoelectronice utilizate în calculatoare, rețele de comunicații, senzori și sisteme de conversie a energiei.

În final, elementele de fizică nucleară și studiul radiațiilor nucleare și al efectelor lor biologice permit înțelegerea structurii și stabilității nucleului, a proceselor de fisiune, a funcționării reactorului nuclear, a interacțiunii radiațiilor cu materia și a aplicațiilor în medicină nucleară și radioterapie, în strânsă legătură cu cerințele de securitate nucleară și radioprotecție.

În acest fel, curriculumul de specialitate la disciplina Fizică pentru profilul real, specializarea științe ale naturii, nu doar aprofundează conținuturi de fizică, ci dezvoltă o viziune integrată, susținând formarea unor competențe științifice solide, transferabile către alte discipline și relevante pentru continuarea studiilor în domenii STEM, precum și pentru participarea informată la o societate puternic tehnologizată.

Autorii de manuale și resurse curriculare vor respecta în mod strict Sistemul internațional de unități (SI) pentru terminologie, simboluri, unități, prefixe și reguli de scriere, conform broșurii Bureau International des Poids et Mesures (2025), Le Système international d'unités/The International System

of Units (ediția a 9-a), disponibilă la <https://doi.org/10.59161/AUEZ1291>. Pentru implementarea didactică a terminologiei referitoare la erorile și incertitudinile de măsurare, se va utiliza VIM (JCGM 200:2012) – International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms (ediția a 3-a), disponibil la <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate
CG2	Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale
CG3	Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile
CG4	Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limba-jul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate
CG5	Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - utilizând ipoteze date sau formulând ipoteze adecvate; - utilizând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive fizice și matematice; - exprimând argumentat și comunicând într-o formă adecvată concluzii în relație cu ipotezele.	Elevul este capabil să realizeze investigații științifice asistate a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnologice primare ale acestora - utilizând ipoteze date; - aplicând consecvent algoritmi dați; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să realizeze autonom investigații științifice ale unor fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și ale unor aplicații tehnologice moderne ale acestora - formulând ipoteze adecvate; - identificând și aplicând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive; - comunicând argumentat concluzii alternative pe baza ipotezelor formulate; - evaluând calitatea ipotezelor și propunând ipoteze pentru investigații ulterioare.
CG2. Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme;	Elevul este capabil să explice anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să explice o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații tehnologice moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.		- utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG3. Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute.	Elevul este capabil să rezolve probleme simple pe bază de algoritmi și/sau asistat - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme indicate; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să rezolve probleme complexe prin metode proprii de abordare - identificând diferitele tipuri de fenomene descrise în probleme; - utilizând mărimi și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice; - formulând și comunicând argumentat rezultatele obținute; - identificând posibile variante de generalizare și/sau aplicare.
CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.	Elevul este capabil să descrie anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să descrie o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG5. Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile	Elevul este capabil să se informeze independent pe o temă dată - utilizând o listă de resurse bibliografice oferită; - selectând anumite date din sursele de informație utilizate;	Elevul este capabil să se informeze autonom și/sau din proprie inițiativă pe o varietate de teme științifice - identificând și selectând surse de informare adecvate;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată. - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului.	- prelucrând și sistematizând asistat datele obținute. - respectând anumite prevederi regulamentare specifice domeniului de activitate; - înțelegând natura riscurilor implicate de nerespectarea regulilor cunoscute.	- selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problema studiată; - comunicând adecvat ca formă și conținut informațiile dobândite. - implicându-se conștient în acțiuni civice, democratice, de consultare etc. ce vizează luarea unor decizii în utilizarea pe scară largă a anumitor tehnologii și/sau aplicații practice.

CLASA a X-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.

- Observarea înălțimii la care urcă lichidele în tuburi subțiri pentru identificarea variabilelor relevante ale fenomenului de capilaritate (natura lichidului, dimensiunile tubului) și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind relațiile dintre mărimile fizice care descriu fenomenul.
- Observarea valorilor diferite ale intensității curentului electric care se stabilește prin conductoare diferite, alimentate la aceeași tensiune, în cadrul unui experiment demonstrativ, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind proprietățile conductorului care influențează rezistența electrică a acestuia.
- Explorarea funcționării unui circuit electric simplu, cu același rezistor conectat la surse de alimentare diferite, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind mărimile fizice care influențează intensitatea curentului electric prin rezistor.
- Explorarea teoretică a funcționării unor sisteme tehnice familiare bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), în contexte de utilizare cunoscute, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind transformarea energiei, rolul surselor termice și semnificația eficienței energetice.

X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența înălțimii la care urcă lichidul în tubul capilar de natura lichidului și de dimensiunile capilarului.
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența rezistenței electrice a unui conductor liniar omogen de proprietățile conductorului (material și dimensiuni).
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind relația dintre tensiunea aplicată la bornele unui rezistor și intensitatea curentului electric prin acesta.
- Proiectarea unei investigații teoretice simple pentru testarea ipotezelor privind funcționarea mașinilor termice și a mașinilor frigorifice, prin stabilirea surselor de documentare, a aspectelor de analizat (transformarea energiei, rolul surselor termice, eficiența energetică) și a criteriilor de comparare între diferite sisteme tehnice.

X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- Introducerea, în lichide diferite, a unor tuburi capilare cu diametre diferite, pentru măsurarea înălțimii la care urcă lichidul în tubul capilar și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Alimentarea la aceeași sursă de tensiune a unor conductoare liniar omogene, cu proprietăți diferite (material, dimensiuni), pentru măsurarea tensiunii electrice la bornele conductorului și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Realizarea unor circuite electrice simple cu același rezistor, conectat succesiv la surse de tensiune diferite, pentru măsurarea tensiunii electrice și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Analizarea unor exemple de sisteme tehnice bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), descrise în sursele de documentare stabilite, și consemnarea informațiilor relevante în scheme sau tabele descriptive.

X.CS.1.4. Prelucreză ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științifice.

- Analizarea valorilor înălțimii lichidului în tuburi capilare diferite în funcție de natura lichidului și dimensiunile capilarului, pentru a identifica relațiile de dependență între mărimi fizice care descriu fenomenul de capilaritate.
- Calcularea rezistenței electrice a unor conductoare liniare omogene pe baza valorilor măsurate ale intensității curentului și ale tensiunii la bornele acestora și analizarea rezultatelor obținute pentru corelarea rezistenței electrice a unui conductor cu dimensiunile și natura acestuia.
- Reprezentarea grafică a intensității curentului electric prin rezistor în funcție de tensiunea la bornele acestuia, interpretarea graficului obținut și discutarea semnificației relației observate pentru caracterizarea comportării electrice a rezistorului.
- Analizarea informațiilor obținute despre mașinile termice, mașinile frigorifice și pompele de căldură pentru a formula concluzii privind funcționarea, randamentul și eficiența energetică a acestora.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale

- Observarea comportamentului particulelor unui gaz utilizând o simulare digitală, pentru evidențierea relației dintre creșterea temperaturii și intensificarea agitației particulelor, cu formularea unei concluzii privind legătura dintre cei doi factori.
- Analizarea fenomenologică bazată pe observație, simulare sau exemplificare concretă pentru stabilirea relațiilor de cauzalitate dintre mărimile fizice implicate într-un fenomen termic prin identificarea mărimilor cauză, respectiv efect (ex: studiul transformării izocore) și organizarea lor într-o hartă conceptuală.
- Analizarea din punct de vedere microscopic a proceselor care au loc într-un conductor metalic străbătut de curent electric, pentru a evidenția cauzele care determină degajarea căldurii prin efect Joule și realizarea unei diagrame care să ilustreze succesiunea fenomenelor.
- Observarea fenomenului de inducție electromagnetică prin apropierea și îndepărtarea unui magnet de o bobină conectată la un galvanometru, pentru evidențierea relațiilor de cauzalitate dintre variația fluxului magnetic și apariția curentului indus, cu identificarea variabilelor care influențează inducția (de exemplu: viteza de mișcare, orientarea magnetului, numărul de spire etc) și explicarea sensului curentului pe baza regulii lui Lenz, cu formularea condițiilor necesare generării tensiunii electromotoare induse

X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate

- Explicarea ascensiunii unui lichid în tuburi capilare prin utilizarea noțiunilor de adeziune și coeziune și prin raportare la legea lui Jurin, în contextul unor situații reale (de exemplu: hârtia de filtru, ridicarea sevei în plante, absorbția lichidului într-un burete etc.), cu identificarea unor situații suplimentare din viața de zi cu zi în care se manifestă fenomenul de capilaritate.
- Explicarea creșterii presiunii într-un recipient închis, pe parcursul încălzirii acestuia, prin utilizarea ecuației termice de stare a gazului ideal și evidențierea legăturii temperatură - presiune, cu indicarea limitelor modelului, în contextul analizării unor situații reale.
- Utilizarea legilor lui Kirchhoff pentru explicarea valorilor intensității curentului electric și a căderilor de tensiune electrică în circuite serie și paralel.
- Utilizarea legii lui Ohm pentru a explica influența rezistenței electrice a conductoarelor de legătură asupra intensității curentului electric dintr-un circuit electric simplu.

X.CS.2.3. Construieste reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice

- Construirea diagramei energetice de funcționare a unui motor termic, pentru a stabili relația între căldura primită de sistem și lucrul mecanic efectuat de acesta.
- Reprezentarea grafică a intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea aplicată la bornele acestuia, pentru a evidenția relația de directă proporționalitate dintre acestea.

- Reprezentarea grafică a rezistivității electrice a unui conductor metalic în funcție de temperatură, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea. - Reprezentarea grafică a volumului ocupat de un gaz menținut la presiune constantă în funcție de temperatura acestuia, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale
- Explicarea ascensiunii unui lampion cu aer cald, utilizat la evenimente în aer liber, ca efect al micșorării densității aerului din interior prin încălzire. - Explicarea funcționării încărcării wireless a telefoanelor mobile, pe baza modului în care bobina stației de încărcare creează un câmp magnetic variabil care induce curent electric în bobina telefonului. - Explicarea funcționării sistemelor de încălzire integrate în parbriz și lunetă prin descrierea modului în care stratul subțire și transparent de material conductor depus pe parbriz sau firele conductoare vizibile din lunetă se încălzesc prin efect Joule atunci când sunt alimentate electric, topind gheața și reducând condensul. - Explicarea rolului sistemului de împământare pentru utilizarea în siguranță a echipamentelor electrice, prin evidențierea modului în care conductorul de protecție preia și direcționează spre sol acumularea de sarcină electrică apărută accidental pe carcasele metalice.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.
- Identificarea evoluției parametrilor de stare (crește, scade, rămâne constant), într-o problemă definită, pentru determinarea valorilor acestora în stări ulterioare, utilizând ecuația termică de stare și interpretarea calitativă a procesului. - Analizarea datelor unei situații-problemă cu rezistoare grupate serie/paralel (și, după caz, surse grupate), pentru a evidenția influența configurației circuitului asupra valorilor intensităților curenților electrici și ale căderilor de tensiune din circuit. - Analizarea informațiilor dintr-o problemă despre transferul de energie într-un circuit de curent continuu (sursă reală + consumator), pentru a stabili mărimile fizice de care depinde randamentul. - Analizarea transformărilor termodinamice dintr-un ciclu de funcționare a unui motor termic pentru identificarea schimburilor de energie cu mediul exterior.
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.
- Utilizarea reprezentării grafice a transformărilor suferite de un gaz ideal, pentru a argumenta, pe baza formei graficului și a variației parametrilor de stare, ipoteza de lucru privind tipul transformării. - Utilizarea unei caracteristici curent-tensiune ($I-U$) furnizate ca set de date, pentru a justifica ipoteza că elementul studiat este sau nu conductor ohmic. - Utilizarea diagramelor temperatură-timp sau temperatură-căldură, pentru a justifica ipotezele de lucru cu privire la un proces calorimetric (de tip „fără pierderi” vs. „cu pierderi”) și pentru a estima corect temperatura de echilibru. - Reprezentarea prin schițe ilustrative (ex. cilindru cu piston) a situației fizice descrise în problemă pentru a justifica ipotezele utilizate în rezolvare.
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.
- Aplicarea principiului I al termodinamicii, în transformări diverse, pentru a determina valorile mărimilor energetice caracteristice - Aplicarea legilor/teoremelor lui Kirchhoff pentru determinarea intensităților curenților electrici prin ramurile unei rețele electrice - Aplicarea ecuației termice de stare a gazului ideal pentru o masă constantă de gaz, în probleme definite în contexte variate, pentru a determina parametrii de stare necunoscuți.

- Utilizarea legii lui Jurin pentru determinarea înălțimilor la care urcă un lichid în tuburi capilare cu diametre diferite.
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.
- Compararea rezultatului numeric obținut cu ordinul de mărime realist al mărimilor fizice (presiune, temperatură etc.), pentru a aprecia dacă soluția este plauzibilă. - Analizarea proporționalității (directe și inverse) dintre parametri de stare pentru a evalua valorile finale ale acestora într-o succesiune de transformări simple ale unui gaz ideal. - Compararea valorii masei molare medii a unui amestec de gaze cu masele molare ale gazelor componente, ținând cont de ponderea fiecărui gaz. - Analizarea rezultatelor obținute în rezolvarea unei probleme definite referitoare la un circuit de curent continuu, pentru a argumenta corectitudinea soluției prin verificarea coerenței acesteia (ex.: distribuirea curentului în ramuri paralele) și discutarea cazurilor-limită (ex.: $R \rightarrow 0$ sau $R \rightarrow \infty$) în raport cu funcționarea circuitului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.
- Standardizarea scrierii mărimilor și unităților SI într-un tabel de date experimentale, prin completarea antetelor cu simbol și unitate (ex.: p/Pa, T/K, I/A, U/V) și verificarea coerenței dimensionale a calculelor. - Transpunerea într-o formă simbolică a unui text științific scurt (despre procese termodinamice, lucru mecanic, intensitatea curentului electric-tensiune electrică), respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Formatarea rezultatelor experimentale cu cifre semnificative și notație științifică (ex.: $U = 8,4 \text{ V}$), nu 8,42156), incluzând incertitudinea: (ex. $U = (8,4 \pm 0,5) \text{ V}$), conform convențiilor de raportare. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex. descrierea variației presiunii unui gaz în funcție de temperatura acestuia, descrierea dependenței tensiunii electrice de la bornele sursei de intensitatea curentului electric, dependenței puterii electrice a unui consumator de rezistența electrică a acestuia).
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.
- Compararea unor reprezentări diferite ale aceleiași situații (ex.: $V=f(T)$, $p=f(V)$), pentru a evidenția modul în care fiecare dintre acestea contribuie la comunicarea clară și corectă a concluziilor. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera grafice dinamice în vederea evidențierii dependențelor fizice (ex.: $p=f(V)$). - Reprezentarea unui grafic (ex.: $p=f(T)$, $I=f(U)$) cu unități de măsură/axe de coordonate/legendă/scări/culori pentru a comunica informații relevante. - Reprezentarea dependenței tensiunii la bornele unei baterii electrice de intensitatea curentului electric prin baterie pentru a determina valorile tensiunii electromotoare și rezistenței interioare ale acesteia.
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.
- Completarea unei fișe de laborator în care descrie materialele, metoda, măsurările și rezultatele. - Redactarea unui raport pentru o lucrare experimentală obligatorie (ex.: verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit), incluzând tabelul, graficul și concluzia. - Redactarea unui mini-raport tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie succintă. - Redactarea unui raport scurt pentru o lucrare experimentală, incluzând tabelul, graficul, surse de erori și concluzia.

X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.

- *Prezentarea rezolvării unei probleme definite, argumentând pas cu pas etapele de rezolvare și alegerea formulelor.*
- *Realizarea unei scurte prezentări pentru a expune soluția unei probleme definite, folosind limbajul specific fizicii.*
- *Prezentarea orală a unei argumentări în care sunt comparate două metode de rezolvare ale aceleiași probleme, cu justificarea alegerii uneia dintre variante.*

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile**X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.**

- *Identifică efecte pozitive și efecte negative ale utilizării motoarelor termice și motoarelor electrice, pe baza unor studii de caz, pentru evidențierea impactului asupra mediului și comunității umane.*
- *Evidențierea efectelor pozitive și a efectelor negative ale utilizării dispozitivelor electrice în analiza impactului acestora asupra mediului și a comunității.*
- *Identificarea beneficiilor utilizării câmpurilor magnetice în medicină și a eventualelor riscuri, pentru evidențierea impactului asupra sănătății.*

X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.

- *Analizarea relației dintre dezvoltarea tehnologică și consumul de resurse naturale, în vederea identificării riscurilor asupra mediului și echilibrului social.*
- *Analizarea unei soluții energetice pentru o comunitate/locuință în scopul evidențierii impactului asupra mediului*
- *Analizarea unei situații privind gestionarea substanțelor periculoase rezultate din activități de întreținere a motoarelor termice, pentru identificarea dilemelor etice legate de impactul asupra mediului și al comunității (beneficii/riscuri, responsabilitate individuală/colectivă).*

Descrierea competențelor specifice**CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.**

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.	observă sistematic fenomene și procese fizice; identifică variabile relevante și condiții inițiale; formulează întrebări de investigat și ipoteze verificabile; delimitează fapte observabile de interpretări; corelează observații din surse multiple: experiment, simulare, documentare.	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; stare; parametri de stare și de proces; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză. Principii: norme de securitate și sănătate în muncă. Proceduri: observare dirijată; formularea întrebărilor de investigat; enunțarea ipotezelor în termeni operaționali.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare și problematizare; responsabilitate pentru siguranță.
X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	selectează tipul de investigație (experimentală/teoretică); stabilește variabilele și condițiile de lucru; planifică pașii investigației și resursele necesare; alege instrumente și metode adecvate; elaborează variante	Noțiuni: experiment; model teoretic; ipoteză testabilă; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate. Proceduri: proiectarea planului de investigație; stabilirea domeniului de variație și a numărului de măsurări; elaborarea fișei de	perseverență în planificare; responsabilitate față de resurse; atitudine critică față de propriul demers; orientare spre calitate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	alternative de investigație și justifică alegerea.	lucru; estimarea surselor principale de eroare.	
X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante	realizează corect montajul experimental; utilizează instrumente de măsură și surse de informare adecvate; colectează și înregistrează date în mod sistematic; organizează datele în tabele și note de lucru; folosește aplicații digitale/senzori pentru achiziția și organizarea datelor.	Noțiuni: instrument de măsură; rezoluție; calibrare; date experimentale/teoretice. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea măsurării. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea corectă a indicațiilor; notarea seriilor de date; documentarea din surse validate; achiziția digitală a datelor.	disciplină operațională; respectarea normelor PSI/PSM; valorizarea efortului individual și a muncii în echipă; atenție la detaliu.
X.CS.1.4. Prelucurează ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific	calculează valori medii și mărimi derivate; reprezintă datele grafic; identifică tendințe și relații; compară rezultatele cu ipoteza inițială; estimează incertitudini și discută limitele rezultatelor.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; incertitudine. Principii: raportarea concluziilor la date; validarea ipotezelor. Proceduri: prelucrarea ghidată a datelor; realizarea și interpretarea graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; aplicarea regulilor de cifre semnificative.	respect față de dovezi; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale	identifică sistemul analizat și mediul exterior; selectează mărimi fizice relevante pentru descriere (de stare / de proces); stabilește condiții inițiale și finale (ce se modifică / ce se menține); delimitează cauză–efect și factorii perturbatori; argumentează selecția pe baza observațiilor și a unui model simplu; compară două explicații alternative și alege varianta susținută de dovezi.	Noțiuni: • <i>Termodinamică:</i> sistem termodinamic, mediu exterior, parametri de stare (p , V , T), stare de echilibru, proces termodinamic; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică; energie internă, căldură, lucru mecanic. • <i>Electricitate (CC):</i> circuit electric, sursă reală (t.e.m., rezistență interioară), tensiune la borne, intensitatea curentului, rezistență electrică, rezistivitate, consumator; densitate de curent. • <i>Electrostatică/EM :</i> sarcină electrică, câmp electric, intensitatea câmpului, tensiune electrică; condensator, capacitate, dielectric; câmp magnetic, inducție magnetică; flux magnetic; inducție electromagnetice. Principii/legi (nivel de selectare, nu de demonstrare): conservarea energiei în procese/circuite (interpretare calitativă); conservarea sarcinii (interpretare Kirchhoff). Modele: gaz ideal; circuit idealizat cu elemente discrete; câmp uniform. Proceduri: identificarea mărimilor „de urmărit” într-o descriere; formularea lanțului cauzal; explicitarea ipotezelor/idealizărilor (neglijări rezonabile).	rigoare conceptuală; respect pentru explicația bazată pe dovezi; disponibilitate de a revizui selecția dacă apar date noi.
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale	recunoaște legea/principiul aplicabil situației; aplică relații fizice în explicații calitative și	Noțiuni: • <i>Termodinamică:</i> ecuația termică de stare $pV=nRT$; variația parametrilor în transformări simple; energie internă (mărime de stare); mecanisme de transfer de căldură (conducție/convecție/radiație – nivel funcțional)•	încredere argumentată în legi și modele; spirit critic față de explicații

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
fenomenelor fizice studiate	în calcule simple; justifică de ce legea este aplicabilă (condiții de validitate, la nivel de idee); integrează în explicație reprezentări (schemă, grafic, bilanț); argumentează limitele modelului și sursele principale de abatere.	<i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni de circuit; circuit simplu); rezistență echivalentă serie/paralel; t.e.m. și tensiune la borne; energie și putere electrică; randament <i>Kirchhoff</i> : nod/rămură/ochi de rețea; metode de rezolvare a rețelilor. • <i>Electrostatică/EM</i> : legea lui Coulomb; superpoziția câmpurilor; relația $U-E-d$ în câmp uniform; energie în condensator; forța Lorentz; legea inducției electromagnetice și regula lui Lenz; inductanță/autoinducție. Principii/legi : • Principiul I al termodinamicii $\Delta U=Q-L$ (aplicații simple); • Principiul II (formularea Carnot, ideea limitării conversiei $Q \rightarrow L$); • Legile lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff; teorema transferului maxim de putere. Modele : gaz ideal; sursă ideală/reală; conductor ohmic; ciclu Carnot – limită teoretică. Proceduri : selecția relațiilor; scrierea bilanțului energetic pentru procese/circuite; justificarea ipotezelor de idealizare; verificarea coerenței dimensionale și a sensului fizic.	insuficient motivate; acceptarea limitelor modelelor; orientare către explicații coerente și verificabile.
X.CS.2.3. Construieste reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice	construieste tabele (cu unități SI, simboluri) și grafice adecvate; alege variabilele pe axe și scala potrivită; interpretează pante/arrii (unde este relevant) și tendințe; utilizează scheme și diagrame pentru a susține explicații; transformă reprezentări (text $\rightarrow$ schemă; tabel $\rightarrow$ grafic; grafic $\rightarrow$ concluzie); corelează graficul cu modelul matematic simplu (liniarizare elementară, unde e cazul).	Reprezentări : • grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$ pentru transformări simple ale gazului ideal; • scheme de circuit (surse, consumatori, rezistențe, aparate de măsură); caracteristica $I-U$ pentru conductor ohmic comparativ, pentru diferite conductoare/condiții. • reprezentări conceptuale: linii de câmp electric, linii de câmp magnetic. Noțiuni : variabilă, dependență, proporționalitate, constantă; pantă (semnificație fizică în contexte simple); ordin de mărime; cifre semnificative. Proceduri : etichetarea corectă a axelor (mărime, simbol, unitate de măsură); identificarea intervalului de variație; determinarea relației calitative din grafic; folosirea graficului pentru estimări (interpolare simplă).	claritate și acuratețe în reprezentare; rigoare în utilizarea convențiilor; responsabilitate pentru corectitudinea datelor și a interpretării.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale	formulează explicații structurate folosind terminologia specifică fizicii; corelează fenomenele studiate cu funcționarea unor sisteme și dispozitive reale; descrie efecte și consecințe fizice directe ale fenomenelor; argumentează explicația prin relații, legi și modele cunoscute;	Noțiuni : <i>Termodinamică</i> : motor termic, sursă caldă/rece, ciclu termodinamic, lucru mecanic util, randament; *mașină frigorifică, *pompa de caldura, *coeficient de performanță; impact tehnologic și de mediu (calitativ). <i>Electricitate</i> : efecte fiziologice ale curentului; intensități periculoase; siguranțe, împănântare, reguli de prevenire a accidentelor; pierderi energetice în circuite; randament în circuit; utilizarea reostatului/potențiometrului (aplicații). <i>Electrostatică/EM</i> : rolul condensatoarelor; conversie energie electrică $\leftrightarrow$ mecanică (motoare/generatoare), inducție electromagnetă; teorema transferului maxim de putere. Principii : cauzalitate fizică; aplicarea legilor în domeniul de	claritate și rigoare în exprimarea științifică; respect pentru explicația bazată pe legi și modele; interes pentru înțelegerea funcționării sistemelor reale; disponibilitate pentru clarificare și reformulare

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	analizează variația efectelor în funcție de modificarea parametrilor sistemului	valabilitate; coerența explicației. Proceduri: identificarea mărimilor relevante într-un dispozitiv real; justificarea explicației (lege → aplicare → concluzie); respectarea regulilor de siguranță.	

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.	extrage datele/condițiile din enunț și le organizează; identifică mărimile date și necunoscute; stabilește sistemul analizat și interacțiunile relevante (când este cazul); formulează ipoteze de lucru/idealizări rezonabile (de ex. „gaz ideal”, „conductor ohmic”); alege unități SI și efectuează transformări uzuale; identifică mărimi fizice care influențează puternic rezultatul.	Noțiuni: • <i>Termodinamică</i> : p , V , T , n ; parametri de stare; proces/transformare; Q , L , ΔU ; randament/*coeficient de performanță • <i>Electricitate (CC)</i> : I , U , R , ρ , l , S ; t.e.m.; rezistență internă r ; P , W ; randament • <i>Electrostatică/EM</i> : q , E , U , C ; energie în condensator; B , flux magnetic Φ ; inducție electromagnetică Principii/legi (ca repere de selecție): $pV=nRT$; $\Delta U=Q-L$; legea lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff; Coulomb; inducție electromagnetică . Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; schiță/schemă de principiu; alegerea modelului (ex. gaz ideal, circuit simplu); transformări de unități; identificarea constrângerilor (izoterm/izobar/izocor etc.).	rigoare în organizarea informațiilor; onestitate în explicarea ipotezelor; autonomie în inițierea demersului de rezolvare; disponibilitate pentru revizuirea interpretării enunțului
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.	realizează schema circuitului și identifică elementele (sursă, consumator, ramuri/noduri); alege reprezentarea potrivită (tabel, grafic, diagramă $p-V$ / $p-T$ / $V-T$); traduce enunțul în relații matematice simple (ecuații, proporționalități); justifică ipotezele prin reprezentări (de ex. „izocor” → $V=\text{const}$ pe grafic); interpretează relațiile din grafice (variații, pante/arii când e cazul); folosește caracteristica $I-U$ pentru argumentarea modelului ohmic.	Reprezentări: • graficele transformărilor gazului ideal: $p-V$, $p-T$, $V-T$; interpretări funcționale (nu demonstrații elaborate).• scheme de circuite de curent continuu; diagrame nod-ramură-ochi (pentru Kirchhoff).• tabele pentru mărimi derivate ($P=UI$, $W=Pt$ etc.).• reprezentări pentru câmp electric uniform, linii de câmp; grafice $I-U$ pentru caracteristici. Modele matematice (nivel clasa a X-a): ecuații de gradul I; sisteme simple de ecuații (câte 2) în probleme uzuale; proporționalități; relații funcționale elementare; sisteme mai extinse prin Kirchhoff, la nivel de rețea. Proceduri: desenarea schemelor; etichetarea mărimilor; alegerea variabilelor pe axe; justificarea ipotezelor prin condiții ale procesului (izoterm etc.) și prin proprietăți ale elementelor (ohmic).	orientare spre claritate; rigoare în reprezentări și notații; interes pentru justificarea ipotezelor
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.	selectează legea/teorema relevantă și o aplică corect; stabilește relații matematice între mărimi fizice pentru a determina necunoscute; calculează numeric folosind unități SI;	Legi/teoreme: • <i>Termodinamică</i> : $pV=nRT$; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică (aplicații); $\Delta U=Q-L$; randament (definiție și calcule simple); *coeficient de performanță (definiție).• <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni și circuit simplu); rezistențe serie/paralel;	perseverență în parcursul raționamentului; rigoare și acuratețe în calcule; încredere în demersul logic (pas cu pas); autocontrol în verificarea erorilor

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	utilizează bilanțuri energetice simple (termic / electric); rezolvă probleme standard pe transformări simple și circuite CC; rezolvă rețele de circuite prin teoremele lui Kirchhoff și/sau condiția transferului maxim de putere.	putere/energie electrică; randament (în circuit); teoremele lui Kirchhoff (aplicații). • legea lui Coulomb; relația $U-E-d$; capacitatea și energia condensatorului; legea inducției electromagnetice și regula lui Lenz; inductanță/autoinducție – aplicații funcționale; teorema transferului maxim de putere. Proceduri/algoritmi: rezolvarea ecuațiilor rezultate; reducerea circuitelor (serie/paralel); scrierea ecuațiilor Kirchhoff (nod/ochi); calcul de putere și energie; utilizarea grafice-lor $p-V/p-T/V-T$ pentru determinări.	
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.	verifică unitățile și coerența dimensională; evaluează plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, semn, limite); compară rezultatul cu condițiile inițiale și cu ipotezele asumate; identifică posibile surse de eroare de modelare/calcul; reformulează soluția dacă apar inconsistențe; testează sensibilitatea rezultatului la variația unui parametru.	Noțiuni: analiză dimensională; ordin de mărime; condiții de valabilitate; limitări ale modelului (gaz ideal, conductor ohmic, neglijări). Proceduri: verificarea ecuațiilor; verificarea cazurilor limită (de ex. $R \rightarrow 0$, $r \rightarrow 0$, $\Delta T \rightarrow 0$ etc., unde e relevant); estimarea efectului unei modificări simple a unui parametru; verificare printr-o metodă alternativă (grafic vs. analitic) în situații simple. Criterii de validare: consistență internă, compatibilitate cu ipotezele, compatibilitate cu interpretarea fizică a procesului/circuitului.	spirit critic și autocritic; responsabilitate pentru calitatea soluției; flexibilitate în revizuirea demersului; orientare către soluții coerente și justificate

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.	definește și utilizează corect concepte și mărimi fizice; folosește simboluri, notații și unități SI conform convențiilor; formulează enunțuri științifice clare (definiție, explicație, concluzie); distinge între observații, relații fizice și interpretări; utilizează notație vectorială și relații simbolice compacte.	Noțiuni: mărimi fizice scalare/vectoriale; simboluri standard; unități SI și prefixe; notație științifică; cifre semnificative. Convenții: scrierea relațiilor fizice; indicarea unităților de măsură; ordinea logică a explicației; utilizarea termenilor specifici. Proceduri: redactarea enunțurilor explicative; scrierea corectă a rezultatelor (valoare + unitate de măsură)	rigoare și acuratețe în exprimare; responsabilitate față de corectitudinea limbajului științific; respect pentru convențiile internaționale; deschidere pentru clarificare și corectare.
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.	organizează datele în tabele structurate și corect etichetate; realizează grafice adecvate tipului de date; etichetează corect axele (mărime, simbol, unitate); interpretează tendințe și relații din grafice; integrează tabelele și graficele în explicații scrise/orale;	Reprezentări: tabele de date experimentale/teoretice; grafice mărime-mărime ($p-V$, $p-T$, $V-T$; $I-U$); scheme explicative de circuit sau proces. Noțiuni: variabilă; dependență; proporționalitate; pantă (semnificație fizică, unde este relevant); domeniu de variație. Proceduri:	claritate și ordine în prezentare; responsabilitate pentru acuratețea reprezentărilor; atenție la detalii

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	reprezintă incertitudini simple și discută rolul lor.	alegerea tipului de grafic; stabilirea scalei; realizarea și citirea graficelor; corelarea graficului cu relația fizică.	
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.	structurează un raport/proiect pe secțiuni; descrie succint scopul, metoda și rezultatele; integrează tabele, grafice și scheme relevante; formulează concluzii corelate cu datele obținute; menționează limitele demersului.	Structuri standard: scop; ipoteză; metodă; date/rezultate; analiză; concluzii. Noțiuni: raport științific; rezultat; concluzie; validitate. Proceduri: redactarea coerentă; numerotarea figurilor/tabelor; trimiterea la reprezentări; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	integritate și onestitate în raportare; responsabilitate față de date; disciplină în structurarea informației; respect pentru munca proprie și a altora.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.	explică pașii raționamentului într-o ordine logică; susține soluția prin relații fizice și calcule; utilizează reprezentări pentru clarificare; răspunde la întrebări de clarificare; adaptează nivelul de formalizare la public.	Noțiuni: argument științific; premisă-raționament-concluzie; coerență logică. Proceduri: structurarea prezentării; selectarea pașilor relevanți; utilizarea simbolurilor și unităților corecte; integrarea schemelor/graficelor în explicație; optimizarea prezentării pentru claritate și concizie	claritate și responsabilitate în susținerea ideilor; respect față de interlocutor; încredere argumentată; disponibilitate pentru dialog și clarificare.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.	recunoaște aplicații ale fenomenelor fizice studiate, în contexte cotidiene și tehnologice; identifică efecte directe și indirecte ale utilizării acestora; distinge beneficii de riscuri și limitări; corelează efectele cu mărimi și procese fizice implicate (fără detalieri tehnice); compară aplicații alternative din perspectiva consumului energetic și a efectelor asupra mediului.	Aplicații: • <i>Termodinamică:</i> motoare termice; *mașini frigorifice; *pompe de căldură; conversia energiei și limitele randamentului; disiparea energiei. • <i>Electricitate:</i> utilizarea energiei electrice în circuite; pierderi energetice; efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare). • <i>Electromagnetism</i> : motoare și generatoare electrice; inducția electromagnetică în producerea energiei; utilizarea câmpurilor electrice și magnetice în dispozitive tehnice. Noțiuni: impact; beneficiu; risc; limitare; eficiență energetică (noțiune); siguranță în utilizare. Proceduri: identificarea aplicației; enumerarea efectelor pozitive/negative; corelarea efectelor cu procesele fizice de bază; formularea explicației impactului.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; atenție la siguranță în utilizarea tehnologiilor; interes pentru utilizarea responsabilă a resurselor; disponibilitate pentru evaluare echilibrată
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.	analizează situații concrete generate de utilizarea tehnologiilor bazate pe fenomene fizice; identifică posibile conflicte între beneficii și riscuri; recunoaște existența dilemelor etice fără a propune soluții normative	Situații-problemă: • utilizarea dispozitivelor electrice în condiții de siguranță; • consumul de energie și impactul asupra mediului; • utilizarea tehnologiilor de conversie energetică; • expunerea la câmpuri electrice și magnetice. Noțiuni: dilemă etică; responsabilitate individuală și colectivă; decizie informată; criterii de analiză (siguranță, eficiență, impact asupra mediului). Proceduri: descrierea situației; identificarea	judecată responsabilă; respect față de viață, mediu și comunitate; deschidere către puncte de vedere diferite; asumarea responsabilității pentru propriile acțiuni

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	elaborează; argumentează poziții simple pe baza unor criterii explicite; analizează scenarii alternative și consecințele acestora.	actorilor și a efectelor; compararea beneficiilor și riscurilor; formularea unei poziții argumentate la nivel elementar.	

CLASA a X-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Termodinamica	1.1. Agitația termică	
	1.1.1. Fenomene macroscopice care evidențiază agitația termică	- mișcare browniană; difuzie; rolul observației și al experimentului în cunoașterea științifică
	1.1.2. Agitația termică. Proprietăți	- agitație termică; mișcare dezordonată a particulelor; energie asociată mișcării particulelor; temperatură (interpretare calitativă microscopică); echilibru termic
	1.2. Mărimi fizice caracteristice structurii discrete a substanței	- model microscopic al materiei; particulă (atom/moleculă); cantitate de substanță; constanta lui Avogadro; masă molară
	1.3. Fenomene de suprafață	strat superficial; tensiune superficială; energia stratului superficial (calitativ - dependența de aria suprafeței); tendința de minimizare a suprafeței; pelicule de lichid (ex. pelicule de săpun); efectul agenților tensioactivi (calitativ) și aplicații
	1.4. Fenomene capilare	interacțiunea lichid-solid; forțe de coeziune și forțe de adeziune; menisc concav/convex; capilaritate; legea lui Jurin (dependența h de rază, tensiune superficială și densitate – calitativ și aplicativ); aplicații (ex. materiale poroase, fitil, sol, plante)
	1.5. Noțiuni termodinamice de bază	sistem termodinamic; mediu exterior; parametri de stare; parametri independenți; stare de echilibru termodinamic; proces termodinamic; proces cvasistatic; reprezentări grafice ale stării sistemului
	1.6. Modelul gazului ideal.	
	1.6.1. Noțiuni de TCM. Ecuația termică de stare	gaz ideal (model); comparație cu gaz real (calitativ); presiune (interpretare microscopică – calitativ); temperatură absolută; ecuație termică de stare ($pV = nRT$); mol; constanta universală a gazelor
	1.6.2. Transformări simple ale gazului ideal	transformare izotermă; izobară; izocoră; reprezentări grafice p - V , p - T , V - T ; variația parametrilor de stare
	1.7. Energia internă. Lucrul mecanic și căldura.	energie internă – mărime de stare; interpretare microscopică a energiei interne; lucru mecanic și căldură – forme de schimb de energie, mărimi de proces; coeficienți calorici; mecanisme de

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		transfer de căldură (conducție, convecție, radiație – nivel funcțional)
	1.8. Principiul I al termodinamicii și aplicarea acestuia la transformările simple ale gazului ideal	Principiul I – bilanț energetic simplu ($\Delta U = Q - L$); aplicații calitative și numerice pentru proces izocor/ izobar/ izoterm/ adiabatic; relația Robert-Mayer
	1.9. Principiul al II-lea al termodinamicii. Formularea Carnot	ireversibilitate; imposibilitatea conversiei integrale $Q \rightarrow L$ în proces ciclic; enunțuri (Thomson / Clausius – la nivel de idee); ciclul Carnot; randament maxim (limită teoretică)
	1.10. Mașini termice	
	1.10.1. Motoare cu ardere internă. Randament.	mașină termică; ciclu termodinamic; sursă caldă/sursă rece; motor termic; lucru mecanic util; randament (definiție); ciclu idealizat (Otto/Diesel – la nivel descriptiv); impact tehnologic și de mediu (calitativ)
	1.10.2. *Mașini frigorifice. Pompe de căldură. Eficiență	mașină frigorifică; pompă de căldură; lucru mecanic consumat; eficiență energetică (coeficient de performanță); aplicații casnice/industriale
	1.11. Transformări de stare de agregare	
	1.11.1. Vaporizare. Condensare	fierbere; evaporare; condensare; presiunea vaporilor (calitativ); vaporii saturanți; căldură latentă; căldură latentă specifică
	1.11.2. *Lichefierea gazelor.	răcire/comprimare; temperatură critică (noțiune); aplicații (tehnologii criogenice)
	1.11.3. Topirea. Solidificarea	structură cristalină și structură amorfă; temperatură de topire; căldură latentă de topire
2. Electricitate și magnetism	1.11.4. *Sublimarea. Desublimarea	condiții de realizare; exemple (gheață carbonică); aplicații (uscare prin sublimare)
	2.1. Interacțiunea electrostatică. Legea lui Coulomb	sarcină electrică; interacțiune electrostatică; legea lui Coulomb; permitivitate electrică
	2.2. Câmpul electrostatic. Intensitatea câmpului.	câmp electrostatic; intensitatea câmpului electric; linii de câmp; superpoziția câmpurilor
	2.3. Câmpul electric uniform. Tensiunea electrică	câmp electric uniform; lucru mecanic; diferența de potențial electric; legătura $U-E-d$
	2.4. Condensatorul plan. Capacitatea electrică	condensator; condensator plan; dielectric; capacitate electrică; energia câmpului electric dintre armături
	2.5. Circuite electrice de curent continuu	circuit electric; sursă de tensiune; consumator; conductor; circuit închis/deschis; schemă a circuitului

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.5.1. Intensitatea curentului electric	curent electric; intensitatea curentului electric; sens convențional; purtători de sarcină mobili; densitate de curent (noțiune)
	2.5.2. Tensiunea electromotoare. Tensiunea la borne. Tensiunea interioară	tensiune electromotoare; tensiune electrică; tensiune interioară; sursă reală; transfer de energie în circuit
	2.5.3. Rezistența electrică	rezistență electrică; dependența rezistenței de material, lungime și secțiune; dependența rezistivității de temperatură (pentru metale și calitativ pentru semiconductori)
	2.5.4. Legile lui Ohm	legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit; conductor ohmic; legea lui Ohm pentru un circuit simplu; caracteristici I-U
	2.5.5. Rețele electrice. Teoremele lui Kirchhoff	nod; ramură; ochi de rețea; teoremele lui Kirchhoff; metode de rezolvare a circuitelor
	2.5.6. Gruparea rezistoarelor	rezistență echivalentă; rețele serie/paralel; repartizarea tensiunii și a intensității curentului
	2.5.7. Reostatul. Potențiometrul	rezistor variabil; reostat; potențiometru; divizor de tensiune; aplicații
	2.5.8. Gruparea surselor de tensiune	surse de tensiune în serie; surse de tensiune în paralel; aplicații
	2.5.9. *Măsurarea rezistenței electrice. Metoda ampermetrului și voltmetrului	metoda ampermetrului și voltmetrului; erori de măsurare; condiții de aplicare
	2.5.10. Energia și puterea într-un circuit electric	
	2.5.10.1. Efectul termic al curentului electric	energie electrică; putere electrică; bilanț energetic; efect Joule; disipare de energie; aplicații
	2.5.10.2. Randamentul	randament; pierderi
	2.5.10.3. Teorema transferului maxim de putere	condiția de transfer maxim de putere; puterea utilă maximă furnizată de sursă
	2.5.11. Efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare); reguli de prevenire a accidentelor	efecte fiziologice ale curentului; intensitate periculoasă; siguranțe; împământare; măsuri de protecție și prevenire a accidentelor electrice
	2.6. Efectul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică	linii de câmp magnetic; forța electromagnetică (Laplace); inducția magnetică; forța Lorentz; câmpul magnetic produs de anumite circuite particulare (conductor rectiliniu, spiră circulară, solenoid/bobină)
	2.7. Inducția electromagnetică	
	2.7.1. Experimente fundamentale	inducție electromagnetică; fluxul câmpului magnetic;
	2.7.2. Legea inducției electromagnetice	legea inducției electromagnetice; regula lui Lenz; inductanță; autoinducție; energia câmpului magnetic

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.8. Motoare și generatoare electrice	conversie energie electrică ↔ energie mecanică; principiu de funcționare; aplicații tehnologice

Notă privind marcajul „*“: Conținutul marcat cu „*“ este opțional, fiind destinat extinderii/aprofundării/performanței.

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Studiul fenomenelor superficiale/fenomenelor capilare
2. Transformări simple ale gazului ideal. Studiul experimental al unei transformări simple.
3. Determinarea căldurii specifice a unei substanțe prin metoda calorimetrică
4. Verificarea experimentală a legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit
5. Studiul grupării rezistoarelor/generatoarelor electrice
6. Determinarea parametrilor fizici caracteristici unei surse de tensiune
7. Observarea spectrului liniilor de câmp magnetic generat de magneți permanenți și de diferite configurații de curenți electrici
8. Evidențierea experimentală a fenomenului de inducție electromagnetică

CLASA a XI-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Observarea comparativă a micilor oscilații a două pendule cu lungimi diferite, respectiv a două pendule cu mase diferite, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Observarea formării franjelor de interferență în cadrul unui experiment real sau virtual cu dispozitivul Young, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Observarea dependenței intensității curentului electric de frecvența tensiunii alternative aplicate la borne unui circuit serie RLC și formularea de întrebări de investigat privind condițiile în care valoarea efectivă a intensității curentului devine maximă.
- Analizarea seismogramelor corespunzătoare aceluiasi cutremur, înregistrate de stații diferite, și formularea de întrebări de investigat privind utilizarea seismogramelor pentru localizarea unui cutremur.

XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența perioadei micilor oscilații ale pendulului gravitațional de parametrii sistemului.
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru (cu precizarea variabilelor controlate) și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile dispozitivului Young.
- Identificarea mărimilor fizice care trebuie controlate, respectiv măsurate și stabilirea etapelor unui experiment în care frecvența tensiunii alternative la bornele unui circuit serie RLC este variată, pentru verificarea ipotezei existenței unei frecvențe la care valoarea efectivă a intensității curentului prin circuit este maximă.
- Identificarea mărimilor relevante care permit determinarea distanței epicentrele pe baza unei seismograme și stabilirea pașilor unui demers investigativ pentru determinarea epicentrului unui cutremur.

XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.

- Măsurarea perioadei micilor oscilații ale unui pendul gravitațional pentru valori diferite ale parametrilor sistemului, în cadrul unui experiment real sau virtual și înregistrarea datelor obținute în format tabelar.
- Determinarea interfranjei într-o figură de interferență obținută cu dispozitivul Young și înregistrarea datelor obținute în format tabelar, în vederea evidențierii dependenței interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Măsurarea intensității curentului electric într-un circuit serie RLC, pentru valori diferite ale frecvenței tensiunii alternative la bornele circuitului și înregistrarea datelor obținute, în vederea identificării frecvenței de rezonanță.
- Extragerea din seismograme a timpilor de sosire pentru undele P și S, calcularea distanței epicentrale pentru cel puțin trei stații seismice în care a fost înregistrat cutremurul și organizarea datelor obținute în format tabelar.

XI.CS.1.4. Prelucreează seturi de date obținute din investigații experimentale și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științifice.

- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unor concluzii argumentate științifice privind factorii care influențează perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unei concluzii argumentate științifice privind dependența interfranței de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului Young.
- Reprezentarea grafică a dependenței intensității curentului de frecvență și corelarea datelor experimentale cu impedanța circuitului pentru formularea concluziilor privind condițiile de apariție a rezonanței într-un circuit serie RLC.
- Analizarea rezultatelor obținute și corelarea acestora cu harta regiunii în care se găsesc stațiile seismice de la care provin seismogramele, pentru formularea unei concluzii cu privire la epicentrul cutremurului analizat (metoda triangulației).

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.**XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica.**

- Identificarea asemănărilor dintre oscilațiile pendulului elastic studiat și mișcările unor dispozitive din viața cotidiană (de exemplu: arcurile unei saltele, amortizoarele unei biciclete, mecanismul unui ceas etc.), prin observarea caracteristicilor comune.
- Analizarea corespondențelor dintre propagarea undelor seismice P și S și modelele studiate ale undelor longitudinale și transversale, prin observarea direcției de vibrație, a transmiterii energiei în mediu și a efectelor perceptibile la suprafață.
- Identificarea aspectelor similare dintre transmiterea selectivă a luminii prin polarizor și reducerea reflexiilor orbitoare cu ochelari polarizanți, prin evidențierea faptului că lumina reflectată este parțial polarizată și poate fi blocată selectiv.
- Identificarea aspectelor similare fenomenului de rezonanță mecanică prin analizarea unor situații cotidiene în care obiecte obișnuite (de exemplu: pahare, mobilier ușor, geamuri etc.) încep să vibreze puternic atunci când sunt expuse la sunete sau vibrații cu anumite frecvențe. (MI)
- Identificarea aspectelor similare dintre refracția luminii prin lentile subțiri și formarea imaginii în ochiul cu defect de vedere (miopie/hipermetropie/prezbitism), cu justificarea tipului de lentilă utilizată pentru corecție.

XI.CS.2.2. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științifice.

- Corelarea cu principiul superpoziției și cu relația pentru frecvențele proprii, a observațiilor experimentale privind undele staționare pe o coardă fixată la ambele capete, cu identificarea numărului de noduri și ventre.
- Corelarea datelor din graficele tensiunii și intensității într-un circuit RLC serie în curent alternativ (generate prin simulare/experiment) cu relațiile obținute din diagrama fazorială și determinarea defazajului dintre $u(t)$ și $i(t)$, cu formularea concluziei privind regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță).
- Analizarea unui set de date experimentale (distanța obiect–lentilă/ lentilă–imagini/ obiect–imagini, înălțimea obiectului/ imaginii) și corelarea acestora cu formulele fundamentale ale lentilelor subțiri, respectiv cu principiul propagării rectilinii a luminii.
- Corelarea valorilor măsurate ale unghiurilor de incidență și refracție pentru un fascicul luminos îngust, la ieșirea în aer prin fața plană a unui semicilindru transparent, cu legea lui Snell, prin construirea graficului $\sin r = f(\sin i)$ și interpretarea pantei acestuia.
- Corelarea diferențelor dintre timpii de sosire $t_s - t_p$ înregistrați pe trei seismograme (stații diferite) cu distanța față de epicentru, prin aplicarea principiului propagării undelor și determinarea epicentrului prin metoda triangulației.

XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a argumenta relații între mărimi fizice.

- Analizarea variației energiei unui oscilator armonic ideal pe baza reprezentărilor grafice a dependențelor energie-timp și formularea unei explicații argumentate privind corelațiile dintre energia potențială, energia cinetică și energia totală.
- Analizarea reprezentării vectoriale a unei unde electromagnetice pentru identificarea direcției de propagare, a orientării vectorilor E și B , precum și a fazei comune a variațiilor lor și argumentarea caracterului transversal al unde.
- Analizarea graficelor $T^2(m)$ și $T^2(1/k)$ (obținute din date experimentale) și identificarea relațiilor de proporționalitate, pentru argumentarea dependenței de parametrii m și k a perioadei de oscilație.
- Analizarea graficelor tensiunii $u(t)$ și intensității $i(t)$ într-un circuit RLC paralel în curent alternativ (generate prin simulare) și identificarea defazajului dintre cele două semnale pentru argumentarea regimului de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță).

XI.CS.2.4. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.

- Explicarea principiului de funcționare a unui sistem de avertizare seismică, prin raportare la modelul propagării undelor P și S ($v_P > v_S$).
- Explicarea funcționării unui generator de tensiune alternativă (nivel de principiu) pe baza fenomenului de inducție electromagnetică.
- Explicarea funcționării unui ecograf prin raportare la reflexia ultrasunetelor pe interfețe între medii cu proprietăți diferite.
- Explicarea funcționării unei rețele de difracție ca instrument de analiză spectrală (spectroscopie) pe baza fenomenelor de difracție și de interferență a luminii.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.**XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.**

- Analizarea forțelor de revenire care acționează asupra unui corp/ sistem pentru a stabili o ipoteză de lucru.
- Calcularea și compararea reactanțelor într-un circuit RLC pentru a realiza diagrama fazorială în vederea determinării valorilor mărimilor electrice de interes.
- Identificarea tipului de sistem care produce unde staționare (coardă/tub sonor) și a condițiilor la capete (nod/ventru), pentru selectarea relațiilor necesare determinării frecvenței fundamentale și armonicilor emise.
- Analizarea defectelor de vedere și a cauzelor care stau la baza apariției acestora pentru a identifica modalitățile de corectare.

XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.

- Utilizarea metodei fazoriale în compunerea a două oscilații coliniare de aceeași frecvență, pentru justificarea condițiilor în care amplitudinea rezultantă este maximă sau minimă în funcție de diferența de fază.
- Utilizarea reprezentării grafice a evoluției în timp a mărimilor caracteristice unui oscilator armonic, pentru argumentarea relațiilor dintre mărimi și validarea demersului de rezolvare prin concordanța cu modelul teoretic.
- Utilizarea unei simulări digitale a interferenței în dispozitivul Young, pentru justificarea soluției unei situații-problemă prin corelarea rezultatelor cu modelul matematic al interferanței.
- Reprezentarea mersului razelor de lumină prin sisteme optice pentru a justifica natura și dimensiunile imaginilor obținute în acestea.

XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.
- Aplicarea modelului oscilatorului liniar armonic pentru a determina perioada de oscilație a unor puncte materiale sau corpuri a căror mișcare poate fi asociată unui astfel de model. - Aplicarea modelului undei plane pentru a determina elongația unui punct material aflat la o distanță cunoscută de sursă, la un anumit moment. - Aplicarea condițiilor de interferență pentru determinarea pozițiilor franjelor de interferență într-un dispozitiv interferențial - Utilizarea unor date extrase din seismograme pentru determinarea poziției epicentrului unui cutremur, aplicând metoda triangulației.
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un oscilator armonic, pentru verificarea coerenței soluției prin raportare la situații-limită și la contexte reale. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un circuit RLC, pentru evaluarea regimului de funcționare al circuitului. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme referitoare la propagarea undelor mecanice, pentru verificarea coerenței fizice prin estimarea ordinului de mărime și discutarea condițiilor de valabilitate ale modelului utilizat. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă de corecție a vederii unui ochi hipermetrop/ miop, pentru verificarea coerenței concluziei prin raportare la condiția obținerii unei imagini clare pe retină.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.
- Extragerea informațiilor științifice relevante dintr-un text (ex.: despre mișcarea unui pendul elastic/gravitațional, rezonanța unui circuit de curent electric alternativ, polarizarea luminii) și prezentarea lor respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Descrierea unei mișcări oscilatorii armonice prin relații matematice și reprezentări grafice $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$. - Descrierea comportării unui circuit electric în curent alternativ prin relații matematice, reprezentări grafice $i(t)$, $u(t)$ și reprezentări fazoriale. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex.: descrierea propagării unei unde mecanice, descrierea interferenței undelor mecanice, descrierea principiului de funcționare a unei antene radio).
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- Realizarea unor reprezentări grafice diferite ale aceleiași situații, pentru a evidenția aspecte complementare ale fenomenului studiat, în vederea îmbunătățirii clarității concluziilor. - Reprezentarea grafică a curbei de rezonanță a unui circuit electric de curent alternativ pentru a prezenta informații relevante cu privire la fenomenul studiat/circuitul utilizat. - Reprezentarea grafică a legii de mișcare a unui pendul elastic pentru valori diferite ale masei corpului, în scopul evidențierii influenței masei asupra perioadei de oscilație. - Reprezentarea diagramei fazoriale a unui circuit serie RLC pentru a justifica regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță).
XI.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.
- Redactarea unui raport de investigație despre energia oscilatorului armonic, $E_c(t)$, $E_p(t)$, $E(t)$, pentru a explica în ce condiții modelul teoretic de conservare a energiei mecanice se confirmă.

- Redactarea unui raport pentru determinarea experimentală a valorii accelerației gravitaționale folosind un pendul gravitațional, incluzând compararea rezultatului obținut cu valoarea standard $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.
- Redactarea un proiect tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie (ex: fenomenul de rezonanță, unde seismice, defecte de vedere ale ochiului omenesc).
- Realizarea unui proiect în care se compară rezultatele experimentale/teoretice cu o simulare digitală (aceiași parametri), explicând diferențele care apar, pentru a identifica limitele modelului.

XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.

- Prezentarea orală a raționamentului pe care se bazează alegerea materialelor din care este confecționată o fibră optică, respectiv a indicilor de refracție, argumentând de ce aceasta „ghidează” lumina.
- Prezentarea raționamentului de rezolvare a unei probleme aplicative de tip „tuner radio”: alegerea unei valori plauzibile pentru inductanță și calcularea valorii capacității electrice necesare pentru o frecvență dată, argumentând științific modificarea frecvenței recepționate prin schimbarea capacității electrice a condensatorului.
- Prezentarea unui raționament care stă la baza alegerii ordinilor de mărime pentru valorile parametrilor geometrici ai unui dispozitiv Young, astfel încât franjele de interferență să fie vizibile.
- Prezentarea, în scris, a raționamentului care explică formarea maximelor de difracție prin reflexie pe suprafața unei rețele de difracție (inclusiv CD/DVD) pentru a argumenta influența constantei rețelei asupra aspectului figurii de difracție.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.

- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice în investigații și tratamente medicale, din perspectiva beneficiilor și riscurilor, pentru formularea unor poziții argumentate într-o dezbatere.
- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice în comunicații din perspectiva beneficiilor și riscurilor, pentru formularea unor poziții argumentate într-o dezbatere.
- Analizarea efectului de poluare fonică a unor tehnologii, prin raportare la intensitate și nivel de intensitate sonoră, pentru evidențierea impactului asupra sănătății și calității vieții.
- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice și a expunerii în situații uzuale, pentru distingerea între efecte demonstrate științific și percepții sociale neconfirmate.

XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.

- Evaluarea unor soluții tehnologice pentru reducerea poluării fonice (sonometre, panouri antifonice, izolație acustică) pentru a susține o decizie care îmbină progresul infrastructurii cu protecția comunității.
- Evaluarea opțiunilor de reducere și optimizare a consumului de energie electrică în curent alternativ, pentru adoptarea unor decizii responsabile, bazate pe criterii de siguranță și impact.
- Evaluarea informațiilor furnizate de instrumente și sisteme de monitorizare seismică, pentru justificarea unor măsuri de protecție a populației și reducere a riscurilor.

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru	observă sistematic fenomene și procese fizice în situații noi; identifică sistemul, variabilele relevante	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; model; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză; parametri caracteristici ai oscilațiilor și undelor (A, T, frecvență, fază, λ ,	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
a formula ipoteze argumentate	și condițiile inițiale; formulează ipoteze verificabile, în termeni operaționali; delimitează observații de interpretări; corelează informații din surse diverse (experiment, simulare, documentare).	v); condiții de interferență/difracție (operațional); mărimi fizice în circuite de c.a. (U, I, Z); mărimi fizice în optică (indice de refracție); distanță focală, convergență, mărime/intensitate, seismogramă. Principii: investigarea se bazează pe dovezi; respectarea normelor de securitate în laborator; utilizarea responsabilă a surselor de informare. Proceduri: observare dirijată; formularea ipotezelor în termeni măsurabili; identificarea factorilor care pot influența rezultatul; utilizarea fișelor de observație.	pentru explorare în contexte noi; responsabilitate pentru siguranță; deschidere către revizuirea ipotezei pe baza datelor.
XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală/teoretică/simulare) în funcție de ipoteză; stabilește variabilele și modul de control; planifică pașii investigației și resursele; selectează instrumente și metode adecvate; precizează modul de colectare a datelor și criterii simple de validare; propune o variantă alternativă de plan și justifică alegerea.	Noțiuni: plan de investigație; măsurare repetată; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; domeniu de variație; rezoluție; calibrare elementară; simulare digitală. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate; trasabilitatea datelor (să fie clar „de unde vin”); utilizarea instrumentelor în condiții de siguranță. Proceduri: proiectarea unei secvențe de măsurări; stabilirea numărului de determinări; alegerea scării și a unităților; proiectarea unei simulări simple (parametri de intrare/ieșire); identificarea surselor principale de eroare.	perseverență și responsabilitate în planificare; atitudine critică față de propriul demers; respect pentru resurse și timp; orientare spre calitate și siguranță.
XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.	realizează montajul experimental și verifică funcționarea lui; utilizează corect instrumente de măsură și surse validate; colectează date în mod sistematic (inclusiv serii de măsurări); organizează datele în tabele structurate; utilizează aplicații digitale/senzori pentru achiziția și stocarea datelor; documentează pașii și condițiile de lucru.	Noțiuni: date experimentale/teoretice; fișă de lucru; eșantion de date; instrument de măsură; senzor; aplicație digitală de achiziție/prelucrare. Principii: acuratețea citirii; consecvența în înregistrare; respectarea normelor PSI/PSM; protecția echipamentelor și a colegilor. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea și notarea corectă; completarea tabelor (antete: mărime–simbol–unitate); salvarea și etichetarea fișierelor; documentarea din surse validate; reguli simple de lucru cu date digitale (format, unități, descriere).	disciplină operațională; responsabilitate pentru siguranță și echipamente; valorizarea muncii în echipă; atenție la detaliu; respect pentru date (nu „ajustări” nejustificate).
XI.CS.1.4. Prelucreză seturi de date obținute din investigații experimentale	calculează mărimi derivate și valori medii din serii de date; realizează grafice	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; abatere; incertitudine; cifre semnificative (utilizare). Principii:	respect față de dovezi; răbdare și perseverență în analiză;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științifice	adequate și interpretează tendințe; compară rezultate cu ipoteza inițială și cu un model simplu; identifică abateri evidente și posibile cauze; estimează incertitudini la nivel operațional (aproximări, comparații între măsurări repetate); formulează concluzii argumentate pe baza datelor și precizează limitele lor.	concluziile se raportează la date; verificarea coerenței rezultatelor; transparența ipotezelor și a limitărilor. Proceduri: prelucrarea seriilor de date (tabele → grafice); interpretarea pantei/tendinței în contexte simple; compararea cu ipoteza; identificarea valorilor atipice și discutarea lor; estimarea incertitudinii prin repetare/variație; redactarea concluziei.	acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback privind corectitudinea prelucrării și a interpretării.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica	stabilește corespondențe între model și realitate; utilizează exemple concrete pentru clarificare; diferențiază între analogie și identitate fizică.	Noțiuni: model fizic; analogie; fenomen real vs. fenomen idealizat; oscilații mecanice și oscilații electromagnetice; unde mecanice și unde electromagnetice; rezonanță; disipare; interferență; difracție; reflexie/refracție (unde/lumină); unde seismice P/S; rezonanță. Principii: explicația științifică se bazează pe modele cu domeniu de valabilitate; limitele analogiilor. Proceduri: identificarea elementelor comune; formularea explicației prin raportare la model; precizarea limitelor comparației.	interes pentru înțelegerea fenomenelor reale; rigoare în utilizarea analogiilor; disponibilitate pentru clarificare conceptuală; respect pentru explicația fundamentată.
XI.CS.2.2. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științifice	corelează date experimentale cu relații fizice cunoscute; selectează legea/principiul relevant; argumentează explicația prin raportare la date; verifică coerența explicației cu domeniul de valabilitate al legii; utilizează grafice și tabele ca suport al explicației.	Noțiuni: lege fizică; principiu; relație funcțională; domeniu de valabilitate; date experimentale; reprezentare grafică. Legi/principii: legi fizice/principii studiate. Proceduri: formularea explicației argumentate (date → lege → concluzie).	respect pentru dovezi; onestitate intelectuală; atenție la limitele explicației; deschidere pentru revizuirea explicației.
XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a	interpretează grafice, diagrame și reprezentări fazoriale; identifică tendințe, corelații	Reprezentări: grafice A-t, x-t, v-t; diagrame fazoriale; grafice de rezonanță (calitativ); grafice optice; reprezentări de unde; scheme	rigoare în interpretare; atenție la semnificația fizică; rigoare

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
argumenta relații între mărimi fizice	și dependențe; utilizează reprezentări pentru a susține explicații; corelează reprezentarea cu modelul fizic; evită suprainterpretarea datelor.	de circuit RLC; seismogramă. Noțiuni: variabilă; dependență funcțională; amplitudine; fază; frecvență; impedență; defazaj; ordin de mărime. Proceduri: citirea corectă a reprezentărilor; extragerea informațiilor relevante; argumentarea relației pe baza reprezentării.	în interpretarea graficelor și diagramele; responsabilitate în utilizarea reprezentărilor.
XI.CS.2.4. Construieste raționalmente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.	explică funcționarea sistemelor prin raportare la modele fizice; integrează date experimentale în raționament; utilizează scheme și reprezentări pentru clarificare; structurează explicația logic (model → date → concluzie); recunoaște limitele modelului utilizat; explică funcționarea unor sisteme de avertizare seismică, pe baza modelelor studiate.	Modele și sisteme: oscilator mecanic/EM; circuit RLC; generator; antenă; instrumente de măsură; seismograf; instrumente optice. Noțiuni: sistem; dispozitiv; model teoretic; conversie/transfer de energie; semnal. Proceduri: structurarea explicației; utilizarea schemei; integrarea datelor; precizarea limitelor modelului.	interes pentru aplicațiile fizicii; claritate și coerență în raționament; respect pentru rigoarea științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.	identifică datele, necunoscutele și condițiile enunțului; reprezintă situația prin schiță/ schemă; stabilește ipoteze de lucru simple și explicite (oscilații mici; undă plană; elemente ideale; lumină monocromatică); selectează mărimi relevante și relațiile de legătură; alege o strategie (analitică, grafică etc.).	Noțiuni: sistem; model idealizat; condiții inițiale; A, T, frecvență, ω , fază, λ , v, diferență de fază, diferență de drum; nod/ventru; armonică; impedență (Z), reactanță (X_L , X_C), defazaj; valori efective (U_{ef} , I_{ef}); puteri în c.a. (P, P_r , S), factor de putere; indice de refracție; hipocentru/epicentru; timp de sosire; unde P/S; risc seismic; unghi limită (reflexie totală); distanță focală; convergență, mărime; relația punctelor conjugate. Principii: alegerea modelului potrivit și a domeniului de valabilitate; coerență dimensională; explicitarea ipotezelor înainte de calcul. Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutele; alegerea sistemului de referință și a reprezentării; stabilirea planului (etape); verificare preliminară a „fzabilității” (ordin de mărime, valori tipice).	rigoare și ordine în gândire; perseverență; responsabilitate în formularea ipotezelor; disponibilitate de a revizui planul când apar consecvențe.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.	justifică alegerea relațiilor folosite (de ce se aplică în situația dată); folosește reprezentări grafice/diagrame pentru a susține pașii (ex. diagrame fazoriale); utilizează tabele și grafice pentru date/rezultate intermediare; folosește simulări digitale simple (unde/oscilații/circuit/optică) pentru verificarea tendințelor, nu pentru a „înlocui” raționamentul; explică rolul aproximărilor (de ex. oscilații mici; elemente ideale).	Noțiuni: legea de mișcare a oscilatorului armonic; relații între ω , T , frecvență, A , energie mecanică a oscilatorului (E , E_c , E_p) și variația lor; amortizare (noțiune) și disipare (calitativ); rezonanță (condiții, efecte). • Unde: $v = \lambda f$; condiții de interferență (maxime/minime) prin diferență de drum/fază (operațional); unde staționare pe fir (noduri/ventre, armonici, frecvențe proprii) – utilizare. • Circuit LC/RLC în c.a.: Z în RLC serie (operațional); defazaj; dependența I_{ef} de frecvență; rezonanță electrică; putere activă/reactivă/aparentă și factor de putere (interpretare, calcule simple). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție; Young/rețea de difracție. Proceduri: alegerea și justificarea modelului; explicitarea aproximărilor; folosirea diagramei fazoriale; folosirea graficelor pentru a argumenta tendințe; utilizarea simulării ca verificare a comportării (tendință, dependență); interpretarea seismogramei (timp de sosire, amplitudine, durată); condiția de reflexie totală; lentila subțire (relația punctelor conjugate – utilizare); mărire; sisteme de lentile (convergență echivalentă).	rigoare în justificare; atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; onestitate în utilizarea simulărilor (ca suport, nu ca înlocuire a raționamentului)
XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.	aplică relații/legi/principii adecvate; efectuează calcule elementare și transformări de unități de măsură; estimează ordin de mărime pentru a verifica rapid plauzibilitatea; utilizează corect simboluri și unități de măsură.	Legi/teoreme/relații aplicative: Oscilații mecanice: legea de mișcare, viteza, accelerația oscilatorului armonic (utilizare în probleme); perioadă pendul elastic și gravitațional; compunerea oscilațiilor paralele (amplitudine rezultantă în funcție de diferența de fază); bătaie (noțiune, interpretare). Unde mecanice: $v = \lambda f$; reflexie/refracție (legile); interferență (condiții de maxim/minim); unde staționare pe fir (armonică, frecvențe proprii); sunet (nivel de intensitate, interpretări simple). • Oscilații EM și c.a.: valori efective; reactanțe; impedanță și defazaj în RLC serie; rezonanță; puteri și factor de putere (aplicare elementară). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție; reflexie totală (unghi limită); lentile subțiri (puncte conjugate, mărire); sisteme de	responsabilitate; perseverență; prudență în interpretarea rezultatelor în contexte reale; încredere în raționament și verificare.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		lentile (convergență echivalentă); interferență/difracție (Young, rețea); polarizare (aplicații – calitativ). Proceduri: aplicarea relațiilor cu verificare dimensională; transformări de unități de măsură; estimări; formularea rezultatelor cu unități și cifre semnificative potrivite.	
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.	verifică plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, cazuri-limită); verifică dacă soluția este compatibilă cu condițiile inițiale și ipotezele; identifică domeniul de valabilitate al modelului (de ex. oscilații mici; elemente ideale; aproximări calitative); identifică posibile surse de abatere (măsurare, model, rotunjiri).	Noțiuni: validare; plauzibilitate; caz-limită; sensibilitate; domeniu de valabilitate; eroare/abatere (noțiuni); aproximare; incertitudine (nivel funcțional). Principii: rezultatul trebuie interpretat fizic; orice model are limite; concluziile se formulează în acord cu ipotezele și datele. Proceduri: verificare prin estimare; verificare dimensională; discutarea limitelor modelului; redactarea concluziei (rezultat → interpretare → limită).	spirit reflexiv; onestitate intelectuală; acceptarea limitelor și a revizuirii; responsabilitate în raportarea concluziilor; deschidere la feedback.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.	utilizează corect terminologia; folosește simboluri standard și unități SI; redactează enunțuri clare, cu structură logică; distinge între limbaj cotidian și limbaj științific; precizează ipotezele și condițiile de valabilitate ale afirmațiilor.	Noțiuni și convenții: simboluri ale mărimilor fizice și unități SI; scrierea relațiilor fizice; utilizarea notației științifice; cifre semnificative (utilizare). Principii: claritate și coerență a exprimării; separarea afirmațiilor de interpretări; respectarea domeniului de valabilitate al relațiilor și modelelor utilizate. Proceduri: redactarea structurată a explicațiilor; formularea enunțurilor în limbaj științific.	rigoare în exprimare; respect pentru limbajul științific; responsabilitate față de semnificația termenilor; disponibilitate pentru corectare.
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit datelor; construiește grafice cu axe, unități și scale corecte; utilizează diagrame fazoriale și grafice specifice (ex. rezonanță – calitativ); interpretează și explică informația transmisă de	Reprezentări: grafice; diagrame fazoriale; reprezentări suport (scheme de circuit; scheme optice); seismogramă. Principii: corectitudinea reprezentării; lizibilitatea; adecvarea reprezentării la mesajul transmis. Proceduri: alegerea scării; etichetarea axelor; reprezentarea seriilor de date (tabel → grafic); explicarea	atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; rigoare și claritate; responsabilitate în comunicarea datelor; deschidere la feedback.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	reprezentare; utilizează seismograme pentru a comunica concluzii simple.	graficului în text; formularea concluziei pe baza graficului.	
XI.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.	organizează raportul/proiectul pe secțiuni; descrie clar montajul și procedura; integrează datele și graficele în argumentare; raportează rezultatele la modelul teoretic utilizat; precizează limitele experimentului și ale interpretării.	Structuri de comunicare: raport de laborator; proiect; fișă de investigație. Noțiuni: scop; ipoteză; metodă; date; analiză; concluzie; limită; sursă de eroare. Principii: coerența internă a documentului; trasabilitatea datelor; raportarea concluziilor la ipoteze și date. Proceduri: redactarea structurată; integrarea tabelelor/graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	responsabilitate și onestitate academică; valorizarea muncii proprii și în echipă; perseverență; atenție la calitatea comunicării.
XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta deciziile corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare; justifică alegerile făcute (model, relații, ipoteze); utilizează scheme și reprezentări ca suport al prezentării; răspunde argumentat la întrebări și obiecții; formulează concluzii clare, adaptate contextului; prezintă concluzii și recomandări simple în contexte legate de riscuri naturale (cutremure), pe baza raționamentului fizic.	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată. Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public.	grijă pentru acuratețea informației comunicate; respect față de argumentele bazate pe dovezi; încredere în raționamentul propriu; deschidere la dialog.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.	identifică aplicații ale fenomenelor fizice studiate (energie electrică, unde EM, optică, tehnologii de măsurare); descrie efecte pozitive și efecte nedorite asociate utilizării acestora; analizează riscuri din perspectiva siguranței, sănătății și mediului; utilizează argumente bazate pe principii fizice pentru a susține analiza; delimitează fapte științifice de opinii sau	Aplicații și contexte: producerea, transportul și utilizarea energiei electrice (c.a.); rezonanță (mecanică/EM) – efecte și riscuri; sunet și poluare fonică; unde electromagnetice (comunicații, spectru – nivel informativ); aplicații ale opticii ondulatorii (polarizori, LCD, spectroscopie etc.); sisteme de măsurare și monitorizare; instrumente și sisteme optice; seismologie – risc seismic, rezonanță structurală. Principii:	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; prudență în evaluarea riscurilor; respect pentru dovezile științifice; deschidere către informare corectă.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	percepții sociale; analizează riscuri asociate fenomenelor naturale și tehnologice (cutremure, poluare fonică/electromagnetică) pe baza datelor și modelelor simple.	evaluarea riscului se bazează pe date și explicații fizice; diferențierea între cauză și efect; recunoașterea incertitudinilor. Proceduri: identificarea aplicației; descrierea mecanismului fizic implicat; listarea efectelor; analiza riscurilor; formularea concluziilor argumentate.	
XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.	compară opțiuni tehnologice pe baza criteriilor de siguranță, eficiență și impact; argumentează o decizie folosind cunoștințe de fizică; recunoaște limitele cunoașterii și ale modelelor utilizate; formulează recomandări simple, adaptate contextului; comunică decizia și justificarea acesteia în mod coerent.	Concepte-cheie: decizie informată; criterii de evaluare (siguranță, eficiență, impact); responsabilitate; prevenție; comportament de protecție; incertitudine. Principii: deciziile se bazează pe informații validate; respectarea normelor de siguranță. Proceduri: formularea criteriilor; compararea opțiunilor; justificarea alegerii; precizarea limitelor și condițiilor de aplicare.	responsabilitate civică; echilibru și prudență în decizie; respect față de reguli și norme; deschidere către dialog și argumentare.

CLASA a XI-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Oscilații și unde mecanice	1. Oscilații mecanice	
	1.1. Mișcări periodice	mișcare periodică; mișcare oscilatorie; echilibru stabil; elongație; amplitudine; perioadă; frecvență;
	1.2. Oscilatorul armonic	
	1.2.1. Modelul <i>oscilator armonic</i>	oscilații armonice; modelul oscilatorului armonic; forță de revenire; pulsație; fază; fază inițială; legea de mișcare; legea vitezei; legea accelerației;
	1.2.2. Pendulul elastic	pendul elastic; constanta elastică; perioadă de oscilație (dependențe funcționale)
	1.2.3. Pendulul gravitațional	pendul gravitațional; oscilații mici; perioadă de oscilație
	1.2.4. Energia mecanică a oscilatorului armonic	energie cinetică; energie potențială elastică; conservarea energiei mecanice (în absența amortizării); transformare energie potențială elastică ↔ energie cinetică; amplitudine și energie
	1.3. Compunerea oscilațiilor	
	1.3.1. Compunerea oscilațiilor paralele de frecvențe egale	superpoziție; compunerea oscilațiilor; fazor; amplitudine rezultantă; dependența de diferența de fază; condiții de obținere a amplitudinii maxime/minime în funcție de diferența de fază (calitativ și operațional)
	1.3.2. Compunerea oscilațiilor paralele de frecvențe diferite	bătăi; frecvența bătailor
	1.4. Transferul energiei de la un oscilator la altul. Rezonanța mecanică	regim permanent; transferul energiei; rezonanța mecanică (calitativ); frecvență proprie
	2. Unde mecanice	
	2.1. Producerea și caracteristicile undelor mecanice	undă mecanică; mediu de propagare; perturbație; unde transversale; unde longitudinale; undă progresivă; rază; front de undă; suprafață de undă; lungime de undă; viteză de propagare; undă plană; undă sferică (noțiuni)
	2.2. Reflexia și refracția undelor mecanice	reflexie; refracție; legile reflexiei; legile refracției; explicații pe baza principiului lui Huygens;
	2.3. Interferența undelor mecanice	unde coerente; interferență; condiții de interferență (maxime/minime); diferență de fază; diferență de drum
	2.4. Unde staționare	reflexie pe mediu dur undă staționară; nod; ventru; coarda sonoră, tub sonor; armonici; frecvențe proprii de oscilație;

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.5. Unde sonore	undă sonoră; sunetul; domeniu de frecvențe; calitățile sunetului (înălțime; tărie; timbru); intensitate sonoră (noțiune); nivel de intensitate sonoră (noțiune); poluare fonică; măsuri de protecție (calitativ)
2. Elemente de fizica Pământului	1. Producerea undelor seismice	cutremur; undă seismică; cutremure crustale; cutremure subcrustale; cutremure de adâncime; hypocentru; epicentru; distanță hypocentrală; distanță epicentrală; magnitudine; intensitate seismică
	2. Tipologia undelor seismice	unde seismice de volum; unde P (unde longitudinale; viteză de propagare); unde S (unde transversale; viteză de propagare); unde seismice de suprafață; unde Love; unde Rayleigh
	3. Înregistrarea undelor seismice și analiza proprietăților seismelor	seismometru; accelerometru; vitezometru; principiu de funcționare (calitativ); pendul inerțial; seismogramă; timp de sosire; amplitudine; durată; localizarea cutremurului; determinarea epicentruului (principiu); magnitudine; intensitate; scale seismice (noțiune)
	4. Măsuri de comportare și protecție în caz de cutremur: pregătire, reacție, revenire	pregătire; reacție; revenire; comportament preventiv; siguranță personală; protecția celorlalți
3. Oscilații și unde electromagnetice	1. Oscilații electromagnetice	
	1.1. Elemente reactive de circuit. Energia acumulată în condensator și în bobină	elemente reactive; condensator ideal; bobină ideală; câmp electric; câmp magnetic;
	1.2. Oscilații electromagnetice libere. Circuitul oscilant	circuit oscilant ideal (LC); oscilații electromagnetice libere; schimb periodic de energie între câmpul electric și câmpul magnetic; analogie energetică cu oscilatorul mecanic; variația în timp a energiei acumulate în bobină/condensator; perioada oscilațiilor electromagnetice libere; relația Thomson (utilizare);
	1.3. Oscilații electromagnetice forțate	
	1.3.1. Generarea tensiunii electromotoare alternative. Valorile efective ale intensității și tensiunii alternative	tensiune electromotoare alternativă; curent electric alternativ; valori instantanee și valori maxime; valoare efectivă a intensității curentului alternativ; valoare efectivă a tensiunii alternative; semnificație a valorii efective
	1.3.2. Elemente de circuit în curent alternativ	rezistor; bobină; condensator; rezistență electrică; reactanță inductivă/capacitivă; defazaj curent-tensiune;
	1.3.3. Circuitul RLC serie în curent alternativ	circuit RLC serie; reprezentare fazorială (utilizare); impedanță; defazaj;

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		dependența de frecvență a valorii efective a intensității curentului; analogie cu oscilațiile mecanice forțate (calitativ)
	1.3.4. Circuitul RLC paralel în curent alternativ	circuit RLC paralel; reprezentare fazorială (utilizare); impedanță; defazaj
	1.3.5. Rezonanța într-un circuit de curent alternativ	condiții de rezonanță; frecvență de rezonanță
	1.3.6. Puterea în circuite de curent alternativ	putere activă; putere reactivă; putere aparentă; factor de putere
	2. Unde electromagnetice	
	2.1. Câmpul electromagnetic și unda electromagnetică	câmp electromagnetic; undă electromagnetică – undă transversală; transport de energie; propagare în vid; viteza de propagare a undelor electromagnetice;
4. Optică	2.2. Emisia și recepția undelor electromagnetice	emisia undelor electromagnetice; recepția undelor electromagnetice; antenă; semnal purtător; semnal modulator; semnal modulat
	2.3. Clasificarea undelor electromagnetice	spectrul electromagnetic; unde radio; microunde; radiație infraroșie; lumină vizibilă; radiație ultravioletă; radiații X; radiații gamma (nivel informativ); aplicații și impact asupra mediului (calitativ)
	1. Propagarea rectilinie a luminii. Reflexia și refracția.	rază de lumină (model); propagare rectilinie în medii omogene; reflexie; legile reflexiei; refracție; legile refracției; indice de refracție; viteză de propagare a luminii; dependența indicelui de refracție de mediu (calitativ);
	2. Reflexia totală. Aplicații	reflexie totală; unghi limită; condiții de producere a fenomenului; aplicații tehnologice (fibre optice, prisme – calitativ)
	3. Lentile subțiri	lentilă subțire; axă optică; centru optic; focare; distanță focală; convergență; imagine reală / virtuală; mărire liniară transversală; relația punctelor conjugate (utilizare); construcția geometrică a imaginilor
	4. Asociații de lentile	sistem optic centrat; lentile alipite; convergență echivalentă; sistem afocal; aplicații
	5. Instrumente optice	instrument optic; mărimi fizice caracteristice; lupă; microscop; lunetă; telescop; aparat/cameră foto

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	6. Ochiul și corecția vederii	ochiul uman ca sistem optic; acomodare; punct proximum / punct remotum; miopie; hipermetropie; astigmatism (noțiune); corecția vederii cu lentile (ochelari / lentile de contact)
	7. Interferența luminii. Dispozitivul Young	interferența luminii; unde coerente; diferență de drum optic; franje de interferență; dispozitivul Young; interfranță
	8. Difrakția luminii. Rețeaua de difracție	difrakția luminii; principiul lui Huygens; rețea de difracție; constanta rețelei; ordin de difracție; aplicații (spectroscopie)
	9. Polarizarea luminii. Aplicații	polarizare; undă electromagnetică transversală; lumină naturală; lumină polarizată; polarizor; analizor; aplicații (ochelari cu lentile polarizante, afișaje LCD – calitativ)
	10. Dispersia luminii. Spectroscopie	lumină policromatică; dispersie; indice de refracție dependent de lungimea de undă; spectru de radiații; spectru continuu; spectru de linii; spectroscopie; aplicații în știință și tehnică (calitativ)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Determinarea constantei elastice a unui resort prin metoda oscilațiilor
2. Determinarea accelerației gravitaționale analizând micile oscilații ale pendulului gravitațional
3. Analiza unei seismograme înregistrate local sau preluate din baze de date publice
4. Studiul circuitului RLC serie în curent alternativ
5. Studiul refracției luminii
6. Studiul lentilelor subțiri
7. Studiul difracției luminii (rețeaua de difracție)
8. Evidențierea dispersiei luminii

CLASA a XII-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Explorarea efectului fotoelectric extern pentru diferite metale așezate pe catodul unui dispozitiv experimental real sau virtual, în scopul identificării variabilelor relevante pentru a formula ipoteze argumentate cu privire la condițiile de apariție a curentului fotoelectric.
- Observarea variației tensiunii și a intensității curentului generate prin efect fotovoltic, în funcție de condițiile de iluminare ale fotocelulei, într-un context experimental virtual (<https://exploreify.com/simulator-solar-cell/>) în scopul identificării variabilelor relevante și formulării de ipoteze argumentate privind conversia energiei luminoase în energie electrică.
- Identificarea liniilor spectrale și a distribuției acestora în spectrul de emisie al atomului de hidrogen (în domeniul vizibil), într-un context experimental virtual (https://physique.ustralo.net/spectre_em_abs/), în scopul formulării de ipoteze argumentate privind corelația dintre observațiile experimentale și modelul Bohr pentru atomul de hidrogen.
- Analizarea unei situații-problemă formulate sub forma unui studiu de caz privind utilizarea energiei nucleare pentru producerea energiei electrice, în scopul identificării aspectelor controversate și al formulării de ipoteze argumentate referitoare la avantajele și limitele energiei nucleare

XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Proiectarea demersului investigativ pentru studiul efectului fotoelectric extern, în vederea testării ipotezelor formulate privind condiția de apariție a curentului fotoelectric, caracteristica curent - tensiune și dependența energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente.
- Proiectarea unui demers investigativ pentru studiul efectului fotovoltic (de la stabilirea variabilelor investigate și controlate, a mărimilor fizice de măsurat, a modului de lucru, a modului de organizare și prelucrare a datelor, până la interpretarea rezultatelor), în vederea testării ipotezelor formulate privind influența condițiilor de iluminare asupra conversiei energiei luminoase în energie electrică.
- Stabilirea modului de lucru și de corelare a lungimii de undă asociate liniilor spectrale observate în spectrul de emisie al atomului de hidrogen cu tranzițiile electronice, conform modelului Bohr.
- Stabilirea criteriilor de analiză (eficiență energetică, impact asupra mediului, siguranță, sustenabilitate) și a surselor de documentare, în vederea testării ipotezelor formulate cu privire la avantajele și limitele utilizării energiei nucleare pentru producerea energiei electrice.

XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.

- Măsurarea intensității curentului fotoelectric și a tensiunii de stopare, pentru diferite frecvențe și fluxuri ale radiației incidente și pentru diferite materiale ale catodului, în condiții controlate, urmate de înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Măsurarea tensiunii și a intensității curentului fotogenerat pentru valori diferite ale iluminării fotocelulei și înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Citirea și înregistrarea lungimilor de undă asociate liniilor spectrale din spectrul vizibil al atomului de hidrogen (experiment virtual), în vederea corelării cu modelul Bohr.
- Colectarea și organizarea informațiilor științifice relevante privind utilizarea energiei nucleare în producerea energiei electrice, din surse documentare selectate conform criteriilor stabilite, prin realizarea de tabele comparative și scheme de sinteză, în vederea evaluării ipotezelor formulate în cadrul investigației.

XII.CS.1.4. Prelucreză date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.

- Reprezentarea grafică și analiza caracteristicii curent–tensiune, respectiv a dependenței energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente pentru diferite materiale ale catodului, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației, determinate de condițiile experimentale.
- Reprezentarea grafică a datelor obținute din investigația asupra efectului fotovoltaic și analiza dependenței tensiunii, respectiv a intensității curentului fotogenerat, de condițiile de iluminare a fotocelulei, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației realizate.
- Corelarea lungimilor de undă corespunzătoare liniilor spectrale observate în spectrul vizibil al atomului de hidrogen cu valorile obținute prin calcul utilizând modelul Bohr și confirmarea modelului pentru atomul de hidrogen, cu evidențierea limitelor experimentului și modelului.
- Analizarea informațiilor obținute în cadrul investigației teoretice privind utilizarea energiei nucleare și formularea de concluzii argumentate referitoare la avantajele și limitele acesteia, raportate la criteriile stabilite, precum și evidențierea limitelor investigației realizate, respectiv a condițiilor de aplicabilitate a concluziilor formulate.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XII.CS.2.1. Valorifică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice.

- Corelarea energiei fotonilor incidenți cu lucrul mecanic de extracție al materialului, pentru anticiparea apariției efectului fotoelectric extern, în contextul utilizării unei simulări virtuale.
- Interpretarea caracteristicii curent–tensiune a unei diode, în regim de polarizare directă și inversă, pentru anticiparea comportamentului diodei în circuite electrice simple.
- Analizarea procesului de dezintegrare a unui nucleu, prin utilizarea datelor experimentale referitoare la evoluția activității radioactive și valorificarea conceptului de timp de înjumătățire.
- Corelarea impulsului electronului cu lungimea de undă asociată, în contextul interpretării comportamentului ondulatoriu al microparticulelor, pentru anticiparea apariției fenomenului de difracție.

XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor.

- Compararea predicțiilor modelului ondulatoriu al luminii cu rezultatele experimentale ale efectului fotoelectric extern, pentru evidențierea limitelor explicative ale modelului.
- Analizarea ipotezelor care stau la baza modelelor atomice Rutherford și Bohr, prin raportarea acestora la datele experimentale și la spectrele atomului de hidrogen, prin realizarea unei sinteze comparative asupra validității și limitelor explicative ale modelelor.
- Analizarea proceselor de conducție electrică în semiconductori, prin utilizarea modelului benzilor de energie, pentru diferențierea semiconductoarelor intrinseci și extrinseci.
- Analizarea rezultatelor experimentului Millikan pentru a aprecia corectitudinea ipotezei referitoare la cuantificarea sarcinii electrice.

XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate.

- Reprezentarea procesului de emisie stimulată în funcționarea unui dispozitiv laser, prin utilizarea diagramei nivelurilor energetice, cu evidențierea populațiilor atomice înainte și după realizarea inversiei de populație.
- Utilizarea diagramelor de niveluri energetice pentru anticiparea tranzițiilor electronice posibile în procesele de absorbție și emisie a radiației.
- Descrierea schematică a funcționării unui reactor nuclear cu fisiune, pentru formularea de predicții asupra evoluției proceselor nucleare în urma modificării unor parametri.
- Corelarea proceselor de frânare a electronilor într-un tub de raze X cu spectrul continuu al radiației emise, pentru formularea de predicții asupra dependenței energiei maxime a fotonilor emiși, de tensiunea de accelerare a electronilor.

XII.CS.2.4. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.

- Analizarea rolului efectului fotoelectric în funcționarea unor dispozitive (de exemplu: senzori de lumină, cititoare de coduri de bare și carduri, bariere optice, sisteme de numărare automată etc), pentru justificarea aplicabilității acestui fenomen în automatizarea proceselor din viața cotidiană.
- Argumentarea utilizării radiației laser în aplicații medicale, industriale sau comunicații, prin raportarea proprietăților sale (intensitate, monocromaticitate, coerență și direcționalitate) la funcțiile îndeplinite.
- Evaluarea efectelor biologice ale radiațiilor ionizante utilizate în medicină, prin completarea unei fișe de lucru care corelează tipul de radiație cu efectele produse și cu scopul utilizării (diagnostic sau terapie).
- Corelarea efectului fotoelectric intern și a conversiei energiei luminoase în energie electrică cu condițiile de iluminare, în contextul descrierii calitative a funcționării panourilor solare fotovoltaice, pentru argumentarea utilizării acestora ca surse de energie regenerabilă în spații rezidențiale și industriale.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.**XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare.**

- Interpretarea unui set de evenimente spațiu-timp descrise prin texte sau diagrame, pentru stabilirea ipotezelor de lucru și structurarea pașilor de rezolvare în relativitatea restrânsă.
- Interpretarea unei caracteristici experimentale asociate efectului fotoelectric extern, pentru extragerea informațiilor relevante și stabilirea strategiei de determinare a frecvenței de prag.
- Interpretarea unui spectru de linii și a informațiilor despre tranziții energetice în modelul Bohr, pentru selectarea mărimilor fizice și structurarea unei strategii coerente de rezolvare în context aplicativ.
- Interpretarea unei scheme de dezintegrare sau a unui lanț radioactiv pentru determinarea izotopilor rezultați în urma dezintegrării și elaborarea unei strategii de determinare a mărimilor de interes.

XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/coerente.

- Utilizarea de simulări sau de instrumente digitale (ex.: aplicație de calcul tabelar) pentru calcularea dilatării duratelor și a contractării lungimilor la diferite valori ale vitezei de transport, în vederea selectării regimului relativist/ galileian în funcție de eroarea acceptată.
- Utilizarea unei foi de calcul în analiza efectului fotoelectric extern, pentru extragerea mărimilor relevante și formularea concluziilor pe baza graficelor obținute.
- Utilizarea reprezentărilor grafice ale caracteristicilor de funcționare ale dispozitivelor semiconductoare (diodă, LED, celulă fotovoltaică), pentru selectarea unei soluții coerente pe criterii de eficiență și funcționalitate în context tehnologic.
- Utilizarea unei simulări digitale a experimentului Millikan sau a unei aplicații de prelucrare de date, pentru justificarea concluziei prin corelarea observațiilor cu cuantificarea sarcinii electrice.

XII.CS.3.3. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare.

- Aplicarea transformărilor relativiste în situații-problemă cu sisteme aflate în mișcare relativă, pentru determinarea mărimilor de interes și justificarea demersului prin verificarea domeniului de valabilitate.
- Aplicarea ipotezei de Broglie și a condițiilor de difracție ale electronilor pe o rețea cristalină, pentru determinarea mărimilor caracteristice.
- Aplicarea modelului fotonului și a relațiilor specifice efectului fotoelectric extern pentru determinarea constantei Planck.
- Aplicarea legii dezintegrării radioactive în situații-problemă cu timp de înjumătățire și activitate, pentru explicarea metodei de datare radioactivă.

- <i>Aplicarea legilor electrolizei în situații-problemă, pentru determinarea cantităților de substanță depuse la electrozi și explicarea rezultatului prin modelul transportului de sarcină în electrolit.</i>
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.
- <i>Analizarea comparativă a valorii energiei rezultate în urma reacției de fisiune în reactoarele nucleare cu energia obținută prin alte tehnologii și argumentarea sustenabilității energiei produse într-o centrală nucleară</i>
- <i>Analizarea rezultatelor unei situații-problemă despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare, pentru justificarea unei decizii de utilizare eficientă prin raportare la randament, pierderi și condiții de iluminare.</i>
- <i>Analizarea rezultatelor obținute în situații aplicative cu diode și LED-uri, pentru alegerea argumentată a unei soluții funcționale prin raportare la consum, eficiență și limitări ale dispozitivului.</i>
- <i>Analizarea rezultatelor privind interacțiunea radiațiilor cu substanța, pentru alegerea unei măsuri de reducere a expunerii prin raportare la tipul radiației și la eficiența ecranării.</i>

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora discursuri științifice argumentate.
- <i>Redactarea unui raționament pentru compararea unor mărimi fizice determinate în două sisteme de referință inerțiale diferite, pe baza unor exemple numerice (ex. $v=0,8c$), folosind limbajul specific teoriei relativității restrânse.</i>
- <i>Realizarea unui poster științific în care să prezinte principiul de funcționare a unei celule fotoelectrice, ca traductor opto-electric, pe baza legilor efectului fotoelectric extern.</i>
- <i>Prezentarea succintă a principiului de funcționare a unui reactor nuclear, cu precizarea avantajelor și dezavantajelor utilizării reactorului nuclear ca sursă de energie.</i>
- <i>Elaborarea unui text explicativ despre electroliză și cuantificarea sarcinii electrice, pentru argumentarea depunerilor la electrozi prin utilizarea corectă a termenilor și a convențiilor de notare.</i>
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- <i>Utilizarea unei simulări digitale a experimentului Rutherford pentru a justifica ipoteza concentrării sarcinii electrice pozitive în nucleu/existența nucleului atomic.</i>
- <i>Utilizarea unei simulări digitale a efectului fotoelectric extern, pentru diferite frecvențe, în vederea extragerii unor concluzii din analiza graficului $E_c=f(v)$.</i>
- <i>Utilizarea unui instrument digital pentru a genera graficul $I=f(U)$ pentru o diodă semiconductoră în vederea interpretării caracteristicii acesteia.</i>
- <i>Utilizarea unei reprezentări grafice care descrie evoluția în timp a activității unei surse radioactive pe baza datelor furnizate, pentru susținerea concluziilor prin interpretarea corectă a tendințelor și menționarea condițiilor de valabilitate.</i>
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.
- <i>Redactarea unui raport despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare și a condițiilor de utilizare, pentru justificarea unei concluzii privind eficiența acestora.</i>
- <i>Redactarea unui raport/proiect despre reacția de fisiune în lanț, cu argumentarea diferenței dintre regimul controlat (reactor nuclear) și regimul necontrolat.</i>
- <i>Elaborarea unui proiect interdisciplinar (fizică-biologie) despre radiații ionizante și protecție, în care justifică regulile de siguranță (timp-distanță-ecranare) în interacțiunea radiațiilor cu organismele vii.</i>
- <i>Realizarea unui proiect cu tema “Aplicații ale fizicii nucleare în medicină”.</i>
XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.
- <i>Justificarea eficienței utilizării unei punți redresoare pentru redresarea curentului electric alternativ în comparație cu redresarea monoalternanță.</i>
- <i>Prezentarea unei analize privind alegerea unui dispozitiv semiconductor adecvat unui scop</i>

tehnologic (diodă, LED sau celulă fotovoltaică), pentru justificarea deciziei prin criterii explicite referitoare la eficiență și regimuri de funcționare.

- *Prezentarea unei soluții pentru „protecția la radiații într-un laborator/clinică”, justificând alegerea ecranării prin modelul atenuării exponențiale, cu propunerea unor reguli sustenabile (timp–distanță–ecranare).*
- *Prezentarea unui raport referitor la obținerea metalelor neferoase, la nivel industrial, prin electroliză, cu identificarea implicațiilor privind consumul de energie și de apă.*

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.

- *Evaluarea impactului utilizării energiei nucleare pentru producerea energiei electrice, prin analiza efectelor asupra individului, societății și mediului, în scopul formulării unei decizii argumentate privind oportunitatea acestei soluții energetice.*
- *Evaluarea consecințelor utilizării radiațiilor X în medicină și tehnică, din perspectiva riscurilor generate de expunere, în scopul formulării unor reguli simple de protecție.*
- *Evaluarea impactului dezvoltării semiconductorilor și a dispozitivelor optoelectronice asupra societății și mediului, din perspectiva evoluției tehnologice, a beneficiilor și riscurilor pentru viața cotidiană, precum și a responsabilității în utilizarea resurselor (materii prime, energie, deșeuri electronice).*
- *Evaluarea critică a utilizării tehnologiilor bazate pe radionuclizi (ex.: radioizotopi în medicină/industrie – nivel informativ), prin aplicarea criteriilor „beneficiu–risc” (expunere, ecranare, deșeuri, controlul dozei) și formularea unei decizii informate privind condiții de utilizare sigură, cu precizarea limitelor informațiilor (tip radiație, activitate, timp de înjumătățire).*

XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.

- *Argumentarea necesității principiilor etice în știință și tehnologie, pe baza unor studii de caz din fizica nucleară, cu evidențierea implicațiilor sociale ale progresului științific.*
- *Analizarea unei situații de „comunicare responsabilă” despre riscuri tehnologice, prin compararea a două mesaje publice - alarmist vs. minimalizator - (de ex. despre radiații optice/nucleare), cu formularea unei versiuni echilibrate care separă datele fizice (tip de radiație, expunere, condiții) de judecata de valoare (ce acceptăm), indicând explicit ce informații lipsesc pentru o decizie informată.*
- *Argumentarea necesității principiilor etice în comunicarea științifică despre radiații și energie nucleară, prin analiza unor materiale media și diferențierea faptelor de opinii în raport cu impactul asupra percepției sociale.*
- *Argumentarea necesității principiilor etice în utilizarea informațiilor despre radioactivitatea naturală (radiație de fond, timp de înjumătățire), prin lanțul fapt fizic → percepție publică → risc de alarmism/minimalizare → principiu (comunicare responsabilă, precauție) → consecință, cu formularea unor recomandări simple de conduită (informare din surse validate, respectarea regulilor de radioprotecție).*

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a	observă sistematic fenomene/ rezultate din experiment sau din surse validate; identifică variabile relevante și mărimi măsurabile; selectează un	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; variabile; parametri; ipoteză; predicție; model idealizat; domeniu de valabilitate; date/observații. Principii: separarea observației de interpretare;	curiozitate și inițiativă; rigoare intelectuală; onestitate în raportarea

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
formula ipoteze argumentate.	model adecvat (idealizat) și precizează ipotezele de lucru; formulează ipoteze verificabile și predicții calitative/cantitative simple; justifică ipoteza prin concepte fizice și prin analogii controlate	alegerea modelului în funcție de context și de limitele lui. Proceduri: formularea întrebării de investigat; operaționalizarea ipotezei (ce măsurăm / ce variem / ce menținem constant); justificarea ipotezei prin concepte din programă (TRR, cuantic/atomic, semiconductori, nuclear).	observațiilor; deschidere către contexte noi; prudență în generalizări.
XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală / teoretică / simulare) în funcție de ipoteză; definește variabile (independentă, dependentă, controlată) și domenii de variație; planifică etapele, resursele și condițiile de lucru; selectează instrumente și metode de măsurare/ estimare adecvate; anticipează surse principale de eroare și stabilește modalități simple de control; proiectează colectarea și organizarea datelor (tabele, fișe, format digital)	Noțiuni: plan de investigație; mărime măsurată/derivată; rezoluție; calibrare (noțiune); eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; control experimental; reproductibilitate. Principii: controlul variabilelor; trasabilitatea datelor; adecvarea metodei la mărimi fizice și la scara fenomenului. Proceduri: proiectarea protocolului; stabilirea numărului de măsurări/serii; alegerea reprezentărilor (tabele/grafice); criterii de acceptare/respingere a ipotezei	perseverență și organizare; responsabilitate față de resurse și siguranță; orientare spre calitate și claritate.
XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.	realizează corect montajul sau scenariul de laborator virtual; utilizează instrumente (inclusiv aplicații digitale) pentru achiziția datelor; colectează date în serii și le notează sistematic; organizează datele în tabele și fișe de lucru; verifică plauzibilitatea datelor (valori aberante, unități de măsură, ordin de mărime); documentează din surse validate și sintetizează informații relevante	Noțiuni: set de date; notație științifică. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea în înregistrare; separarea datelor de interpretare; folosirea surselor validate. Proceduri: fișa de lucru; documentare cu citarea sursei; utilizarea instrumentelor digitale pentru organizarea datelor (tabel, grafic simplu).	disciplină operațională; atenție la detaliu; responsabilitate pentru corectitudinea datelor; colaborare; prudență în utilizarea informației.
XII.CS.1.4. Prelucra date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.	prelucra datele prin calcule simple (medii, mărimi derivate) și verificări de unități de măsură; reprezintă datele grafic și interpretează tendințe; compară rezultatele cu predicțiile ipotezei/modelului; evaluează calitativ influența surselor principale de eroare asupra concluziei;	Noțiuni: mărimi derivate; relație funcțională; reprezentare grafică; criteriu de validare (compatibilitate cu ipoteza și cu datele); limitele modelului; incertitudine și surse dominante de eroare. Principii: concluziile trebuie să fie susținute de date; aplicarea relațiilor și modelelor în condițiile lor de valabilitate; prudență în extrapolarea către contexte reale.	respect pentru dovezi; integritate academică; prudență în generalizări; deschidere la revizuire și feedback; responsabilitate în formularea concluziilor.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	formulează concluzii bazate pe dovezi și precizează limitele investigației (model, instrumente, condiții); propune îmbunătățiri realizabile ale demersului	Proceduri: calcul și verificare dimensională; interpretarea graficului; formularea concluziei (afirmație + dovadă).	

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.2.1. Valorifică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice	selectează date relevante (măsurători, grafice, tabele, rezultate experimentale) și le interpretează în raport cu un model; identifică mărimile-cheie și relațiile dintre ele; anticipă tendințe (crește/scade, maxim/minim, prag) și ordin de mărime; formulează predicții calitative sau cantitative simple și le justifică; verifică plauzibilitatea predicției prin cazuri-limită și condiții de valabilitate	Noțiuni: frecvență de prag, tensiune de stopare; factor relativist (γ) (utilizare); energie de repaus; energie totală; caracteristică I-U (diodă/LED/celulă fotovoltaică); legea dezintegrării radioactive (utilizare). Principii: raportarea predicției la model și date; aplicarea relațiilor în condițiile de valabilitate; verificarea plauzibilității (ordin de mărime/cazuri-limită). Proceduri: extragerea informației din reprezentări; identificarea dependențelor; formularea predicției și a justificării (model + date).	orientare către explicații bazate pe dovezi; prudență în anticipări; interes pentru înțelegerea comportării sistemelor; rigoare în utilizarea datelor.
XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor	compară două explicații/ipoteze pentru același fenomen folosind criterii simple (compatibilitate cu datele, coerență internă, domeniu de valabilitate); identifică presupuneri implicite și simplificări ale fiecărei explicații; recunoaște confuzii frecvente (cauză–efect, corelație–cauzalitate, analogie–identitate); apreciază dacă o explicație este suficientă pentru contextul dat sau necesită completări; formulează o apreciere argumentată (afirmație + motiv)	Noțiuni: explicație științifică; ipoteză; criteriu de corectitudine (compatibilitate cu datele); criteriu de relevanță (adecvat scopului/contextului); presupuneri/simplificări; domeniu de valabilitate. Principii: coerența argumentării; prioritatea dovezilor; diferențierea între model și realitate. Proceduri: stabilirea criteriilor; compararea explicațiilor; justificarea alegerii; precizarea limitelor.	spirit critic constructiv; deschidere către alternative și revizuire; respect pentru argumentarea științifică; responsabilitate în acceptarea unei explicații.
XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative	alege o reprezentare potrivită (schemă, diagramă, grafic, relație) pentru fenomenul studiat; stabilește corespondența dintre reprezentare și mărimile	Noțiuni: model; reprezentare calitativă/cantitativă; parametru; relație funcțională; spectru de linii (Bohr); semiconductori: bandă interzisă, dopaj (noțiuni); nuclear: activitate, timp de înjumătățire	rigoare și claritate în modelare; perseverență; prudență în extrapolări; valorizarea

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate	fizice; utilizează modelul pentru a descrie evoluția; realizează calcule; verifică consistența rezultatului (unități de măsură, ordin de mărime, cazuri-limită); explică în cuvinte ce explică modelul și ce nu poate surprinde.	(utilizare). Principii: adecvarea modelului; limitele modelului; legătura reprezentare–fenomen. Proceduri: construirea/folosirea reprezentării; calcul operațional; verificare (unități, plauzibilitate); formularea predicției.	explicațiilor coerente.
XII.CS.2.4. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.	transferă un concept/lege/model dintr-un context în altul (de exemplu conservare energie/impuls, cuantificare, interacțiuni radiație–materie) și justifică transferul; argumentează aplicabilitatea prin condiții explicite; utilizează exemple din tehnologie și din științe conexe; formulează concluzii clare despre „unde se aplică / unde nu se aplică”	Noțiuni: aplicabilitate; domeniu de valabilitate; scară (micro/macro); interacțiune radiație–materie; praguri și condiții (fototelectric, difracție, ecranare); transfer conceptual; limită a modelului. Principii: aplicarea relațiilor și modelelor în condiții adecvate; coerență causală. Proceduri: identificarea conceptului; explicarea condițiilor; argumentarea aplicabilității; exemplificarea și precizarea limitelor.	spirit critic față de generalizări; interes pentru conexiuni între domenii; respect față de rigurozitatea științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare	extrage datele relevante (inclusiv din grafice/ tabele/ enunțuri extinse); identifică mărimile cunoscute/necunoscute și condițiile inițiale/ de frontieră (unde e cazul); stabilește ipoteze de lucru și un model adecvat (idealizat) și justifică alegerea; decide strategia de rezolvare (analitică, grafică, schematizare, cazuri-limită, simulare pentru verificare); planifică pașii și verificările intermediare (unități, ordin de mărime)	Noțiuni: situație-problemă; model; ipoteză de lucru; condiții inițiale; strategie de rezolvare; domeniu de valabilitate (ex. $v \ll c$), elemente ideale. Principii: selectarea modelului în funcție de date și scop. Proceduri: analiză a enunțului; schematizare; plan de rezolvare (pași); verificări (unități/ordin de mărime/cazuri-limită).	perseverență și organizare; rigoare; autonomie în planificare; prudență în asumarea ipotezelor; încredere realistă în propriul demers.
XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/ coerente.	alege un model matematic operațional și îl aplică corect; utilizează tabele/grafice/foi de calcul pentru calcule și verificări; folosește o simulare digitală pentru explorarea dependențelor sau verificarea soluției (nu pentru a înlocui raționamentul); aplică criterii	Noțiuni: model matematic; parametrizare; simulare digitală; scenariu; criteriu de selecție (coerență, eficiență, siguranță în sens tehnic); factor relativist γ ; energie de repaus/energie totală; impuls relativist; frecvență de prag; tensiune de stopare; ecuația	responsabilitate în utilizarea instrumentelor digitale; spirit critic față de rezultate generate automat; orientare către soluții coerente și

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	explicite din problemă (de ex. reducerea pierderilor de energie, optimizarea randamentului) pentru a selecta o soluție	Einstein; randament (celulă fotovoltaică); caracteristică I–U (diodă/LED/celulă); constantă de dezintegrare λ ; activitate; timp de înjumătățire; ecranare. Principii: simularea ca instrument de sprijin; compararea metodelor (analitic/grafic/digital). Proceduri: generarea și interpretarea graficelor; explorarea parametrică simplă (prin variația unui parametru); alegerea soluției pe baza criteriilor.	economice; atenție la criteriile de „eficiență/siguranță” din problemă.
XII.CS.3.3. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare	selectează legi/ principii relevante și justifică alegerea; efectuează calcule și păstrează consistența unităților de măsură; utilizează reprezentări ca suport (scheme, grafice, diagrame); verifică soluția prin metode alternative (caz-limită, ordin de mărime, verificare dimensională); adaptează soluția la constrângeri simple (materiale, randament, timp, ecranare) formulate în problemă	Noțiuni: postulate TRR; transformări Lorentz și consecințe cinematice; relații pentru energie și impuls; ecuația Einstein și legile efectului fotoelectric; ipoteza de Broglie; postulatele lui Bohr; conservări în reacții nucleare; compunerea relativistă a vitezelor; relația energie–impuls; electroliză; legea dezintegrării radioactive; dozimetrie. Principii: aplicabilitatea modelelor; aplicarea legilor de conservare; coerență cauzală. Proceduri: substituiri și transformări algebrice simple; verificare dimensională; verificări de plauzibilitate; argumentarea alegerii relațiilor.	rigoare și perseverență; încredere în argumentarea fizică; atenție la domeniul de valabilitate; orientare spre soluții explicabile și verificabile.
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.	verifică dacă soluția este compatibilă cu datele inițiale și ipotezele; interpretează fizic rezultatul și îl raportează la context; identifică limitele soluției (model, date, simplificări) și condițiile în care nu mai este validă; compară soluții alternative și justifică alegerea pe baza criteriilor din problemă (eficiență energetică, reducerea expunerii, funcționalitate); formulează o decizie argumentată și o recomandare tehnică simplă, delimitând explicit constatările bazate pe dovezi și opțiunile bazate pe criterii	Noțiuni: criteriu; alternativă; validare; plauzibilitate; sensibilitate la parametri; limită de aplicare; decizie informată (în sens tehnic); compromis (eficiență–cost–siguranță, în termenii problemei). Principii: prudență în extrapolare; raportarea deciziei la date și modele; claritatea separării faptelor de opțiuni. Proceduri: verificări finale (unități/ordin de mărime); analiză parametrică simplă; compararea soluțiilor; formularea concluziei și a recomandării.	responsabilitate în formularea concluziilor; prudență și spirit critic; onestitate intelectuală (recunoașterea limitelor); orientare către soluții eficiente și sigure în sens tehnic; respect pentru dovezi.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora discursuri științifice argumentate.	utilizează corect mărimi, simboluri, unități de măsură și notație științifică; definește clar termenii utilizați în context (ex. energie de repaus, bandă interzisă); construiește un discurs structurat (premise → argument → concluzie); justifică afirmații prin legi, modele și date; indică explicit condițiile de valabilitate ale relațiilor folosite; diferențiază între fapt/observație, model și interpretare.	Noțiuni: simbol/ unitate SI; notație științifică; afirmație; argument; justificare; concluzie; domeniu de valabilitate; incertitudine (noțiune). Principii: coerența argumentării; claritatea și precizia limbajului. Proceduri: structurarea discursului; redactarea cu simboluri și unități de măsură; indicarea condițiilor și a limitelor; citarea surselor în documentare (nivel elementar).	responsabilitate în comunicare; rigoare terminologică; respect pentru comunicarea bazată pe dovezi; deschidere la dialog și la corectare.
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit datei și scopului; construiește grafice corecte (axe, unități, scară, legendă) și interpretează tendințe; descrie relații funcționale (proportionalitate, dependență neliniară, prag) pe baza datelor; utilizează instrumente digitale pentru a ilustra dependențe și pentru a comunica scenarii; compară reprezentări (date vs. model) și explică diferențele; comunică rezultatele incluzând limite și condiții de valabilitate.	Noțiuni: reprezentare; variabilă; parametru; relație funcțională; prag; comparare calitativă date - model; simulare; scenariu; caracteristică I-U (diodă/ LED/ celulă fotovoltaică). Principii: alegerea reprezentării adecvate scopului; distincție date empirice - model. Proceduri: realizarea și etichetarea graficelor; extragerea concluziilor din grafice; utilizarea instrumentelor digitale (foaie de calcul/aplicații) pentru grafice și simulări simple.	atenție la acuratețe și transparență; discernământ în alegerea și utilizarea modelelor; perseverență în clarificarea mesajului; respect pentru standarde.
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.	redactează un raport structurat; descrie clar procedura și condițiile de lucru astfel încât demersul să poată fi înțeles/replicat; include tabele, grafice și calcule relevante; argumentează conexiunea dintre model și situația reală prin exemple și condiții de aplicare; integrează informații din surse validate și le sintetizează; formulează concluzii și recomandări tehnice simple, delimitând datele de interpretări.	Noțiuni: raport de laborator; proiect interdisciplinar; scop; ipoteză; metodă; rezultat; discuție; limită; sursă validată; conexiune model-realitate. Principii: trasabilitatea concluziilor; coerența și completitudinea raportului; respectarea regulilor de prezentare a datelor. Proceduri: redactarea secțiunilor; integrarea reprezentărilor; formularea concluziilor și a limitelor; utilizarea unui format unitar; citare elementară a surselor.	responsabilitate și onestitate intelectuală; grijă pentru claritate; perseverență; cooperare; deschidere la feedback.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare/ investigare; justifică alegerile (model, relații, ipoteze, strategie); utilizează ca suport scheme, grafice și simulări; răspunde argumentat la întrebări și obiecții, păstrând referirea la date și la condiții de valabilitate; formulează concluzii clare și recomandări tehnice simple, raportate la criterii explicite (ex.: corectitudine fizică, siguranță tehnică).	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată (în sens tehnic); criteriu (eficiență/ funcționalitate/ siguranță tehnică). Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului; separarea datelor/constatărilor de interpretări și opțiuni. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public; gestionarea întrebărilor/ obiecțiilor prin referire la date și modele.	responsabilitate în comunicare; respect față de dovezi; încredere realistă în raționamentul propriu; deschidere la dialog; prudență în generalizare.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.	identifică aplicații tehnologice relevante din conținuturile studiate (ex: celulă fotovoltaică, LED, laser, imagistică/ radioterapie – noțiuni); descrie beneficiile și riscurile principale folosind concepte fizice de bază (fără detalii medicale); utilizează criterii simple de evaluare: eficiență energetică, resurse, siguranță în utilizare, expunere, deșeuri; compară două soluții tehnologice pe aceleași criterii și justifică o alegere; recunoaște limitele informațiilor și formulează întrebări pentru decizie informată (ce date lipsesc, ce condiții contează).	Noțiuni: tehnologie; beneficiu; risc; expunere; protecție/ecranare (noțiune); eficiență/ randament; poluare (ex. deșeuri electronice – noțiune); doză (noțiuni: absorbită/ echivalentă); iradiere vs contaminare; minimizarea expunerii. Principii: precauție; decizie bazată pe dovezi; reducerea pierderilor și a expunerilor (criteriu tehnic de sustenabilitate). Proceduri: analizează beneficiu–risc pe criterii; compararea opțiunilor; formularea unei decizii motivate și a unor reguli de utilizare sigură (ex. laser, radiații).	responsabilitate și prudență; preocupare pentru siguranță; spirit critic față de promisiuni tehnologice; orientare către soluții eficiente și cu impact redus; respect față de reguli și norme.
XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință	identifică situații în care utilizarea științei/tehnologiei implică alegeri (ex. utilizarea radiațiilor	Noțiuni: principiu etic; responsabilitate; transparență; informare; precauție; regulă/ procedură;	responsabilitate civică; respect față de viață și mediu; echilibru și discernământ;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.	în diagnostic/terapie; securitatea utilizării laserului; securitate nucleară; explică de ce sunt necesare reguli și principii (siguranță, protecție, transparență, informare) pentru a reduce riscurile; argumentează o poziție folosind un lanț simplu: fapt/tehnologie → posibil efect → regulă/ principiu → consecință; distinge între argument științific (ce arată fizica) și argument de valoare (ce alegem să facem), fără a le confunda; formulează recomandări de conduită (pentru elev/ consumator/ participant la proiect) în termeni concreți.	delimitarea între „date” și „decizie”. Principii: respectarea normelor de siguranță; integritate și onestitate intelectuală; protecția persoanei și a mediului; comunicare responsabilă (fără alarmism, fără minimalizare). Proceduri: argumentare structurată (afirmație–motiv–exemplu–limită); formularea recomandărilor de conduită și a măsurilor preventive.	onestitate; disponibilitate de a respecta reguli și de a le explica altora; deschidere către dialog.

CLASA a XII-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Elemente de teoria relativității restrânse	1. Relativitatea galileiană	sistem de referință inerțial; transformări Galilei; invarianța legilor mecanicii newtoniene în sisteme inerțiale; domeniu de valabilitate $v \ll c$
	2. Postulatele teoriei relativității restrânse. Principiul de corespondență	postulatele TRR; eveniment fizic; coordonate spațiu-timp
	3. Transformările Lorentz	transformări Lorentz; coordonate; limită galileiană ($v \ll c$)
	4. Consecințe cinematice ale transformărilor Lorentz	relativitatea simultaneității; dilatarea duratelor; contracția lungimilor; compunerea relativistă a vitezelor
	5. Impulsul și energia în teoria relativității restrânse	impulsul relativist; energia de repaus; energia totală; energia cinetică relativistă; relația energie-impuls (utilizare); cazul particulei fără masă
2. Elemente de fizică cuantică	1. Sarcina electrică elementară	
	1.1. Electroliza. Sarcina electrică elementară	electroliză; ion; electrolit; sarcina electrică transportată; cuantificarea sarcinii electrice; sarcina electrică elementară;
	1.2. Electronul. Experimentul Millikan	electron; cuantificarea sarcinii; dispozitivul experimental; principiul metodei
	2. Efectul fotoelectric extern	
	2.1. Legile efectului fotoelectric extern	dependențe experimentale; frecvență de prag; energia cinetică maximă a fotoelectronilor; tensiune de stopare; curent de saturație; legile efectului fotoelectric extern
	2.2. Fotonul. Explicarea legilor efectului fotoelectric extern	foton; constanta lui Planck; energia fotonului; impulsul fotonului; lucru mecanic de extracție; ecuația lui Einstein pentru efect fotoelectric;
	3. Proprietățile undulatorii ale particulelor	
	3.1. Ipoteza de Broglie	ipoteza de Broglie; lungimea de undă asociată; impulsul; dualismul undă-corpusul
	3.2. Difrakția electronilor	difrakție; condiții de observare; rețea cristalină ca „rețea de difrakție”; aplicații
3. Elemente de fizică atomică	1. Modele atomice	
	1.1. Modelul planetar (Rutherford)	experimentul Rutherford (calitativ); interpretarea rezultatelor; deficiențele modelului planetar
	1.2. Modelul Bohr al atomului de hidrogen	postulatele lui Bohr; orbită staționară; cuantificare; nivel de energie; tranziții; spectru de linii; energia fotonului

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		emis/absorbit; constanta Rydberg; ionizare; deficiențele modelului Bohr
	1.3. Experimentul Frank-Hertz	ciocnire neelastică; energie de excitație;
	1.4. Atomul cu mai mulți electroni	
	1.4.1. Numere cuantice	număr cuantic principal; număr cuantic orbital; număr cuantic magnetic; număr cuantic de spin; pături/subpături electronice
	1.4.2. Principiul de excluziune al lui Pauli și sistemul periodic al elementelor	principiul de excluziune (Pauli); corelarea structurii electronice cu sistemul periodic (nivel informativ)
	1.4.3. Radiația X	radiații X; radiație de frânare; radiație caracteristică; aplicații (imagistică, defectoscopie – calitativ); protecție la expunere
4. Semiconductori și aplicații	1. Proprietăți ale semiconductoarelor	semiconductor; bandă de valență; bandă de conducție; bandă interzisă; purtători de sarcină (electroni, goluri); semiconductor intrinsec; dopaj; semiconductor extrinsec tip n / tip p
	2. Diode și LED-uri	joncțiune p-n; diodă; polarizare directă / inversă; caracteristică curent-tensiune (I-U); redresare; LED; recombinare electron-gol; electroluminescență
	3. Efectul fotoelectric intern și fotoconductivitatea. Aplicații	efect fotoelectric intern; generare de perechi electron-gol; fotoconductivitate; fotorezistor; fotodiodă; senzor optic (noțiuni)
	4. Celule fotovoltaice – conversia energiei luminoase în energie electrică	efect fotovoltaic; celulă fotovoltaică; tensiune și curent fotogenerate; caracteristică I-U a celulei; putere electrică; randament de conversie;
	5. Efectul LASER	laser; emisie stimulată; inversie de populație; mediu activ; coerență; monocromaticitate; direcționalitate; aplicații (comunicații, metrologie, medicină – calitativ); norme de protecție
5. Elemente de fizică nucleară	1. Proprietăți ale nucleului atomic	nucleu atomic; număr atomic Z; număr de masă A; număr de neutroni N; nucleoni (protoni, neutroni); izotopi; izobari; nuclid; rază nucleară; densitate nucleară
	2. Energia de legătură și defectul de masă	energie de legătură; defect de masă; energie de legătură pe nucleon; stabilitate nucleară; bilanț energetic în procese nucleare;
	3. Modele nucleare	forțe nucleare; modelul picătură; modelul în pături;
	4. Radioactivitate și radiații nucleare	

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	4.1. Radiații nucleare	radiație alfa; radiație beta (β^-/β^+); radiație gamma; adâncime de pătrundere (calitativ); ecranare/protecție (noțiune)
	4.2. Radioactivitatea naturală	instabilitate nucleară; dezintegrare radioactivă; radioactivitate naturală; radionuclizi naturali; radiație de fond (noțiune); dezintegrare în lanț (noțiune)
	4.3. Radioactivitatea artificială	radioactivitate artificială; reacție nucleară; izotopi radioactivi
	4.4. Legea dezintegrării radioactive	legea dezintegrării radioactive; constantă de dezintegrare (λ); timp de înjumătățire ($T_{1/2}$); activitate; becquerel (Bq)
	5. Particule și interacțiuni fundamentale	particule elementare; particule compuse (proton, neutron); quarcuri; bosoni interacțiuni fundamentale: electromagnetică, tare, slabă, gravitațională; rază de acțiune (calitativ)
	6. Fisiunea nucleară	
	6.1. Reacția de fisiune	fisiune nucleară; energie eliberată la fisiune; produse de fisiune; reacție nucleară indusă; reacție în lanț; neutroni rapizi/lenți; moderare
	6.2. Reactorul cu fisiune	reactor nuclear; combustibil nuclear; moderator; agent de răcire; bare de control; controlul reacției în lanț; conversie energie nucleară $\rightarrow$ energie termică $\rightarrow$ energie electrică; securitate nucleară
	7. Fuziunea nucleară	
	7.1. Reacția de fuziune	fuziune nucleară; energie eliberată la fuziune; condiții de realizare; plasmă; deuteriu; tritiu
6. Radiațiile nucleare și efectele lor biologice	1. Efecte fizice ale radiațiilor nucleare	radiații ionizante; interacțiunea radiațiilor cu materia; ionizare; absorbție; împrăștiere; atenuare; ecranare; dozimetrie
	2. Detectori de radiații nucleare	ionizare; scintilație; contor Geiger-Müller; cameră de ionizare; detector cu scintilație; detector cu semiconductor; eficiență de detecție
	3. Efecte biologice ale radiațiilor nucleare	efecte biologice ale radiațiilor; doză absorbită; doză echivalentă; iradiere; contaminare radioactivă; radioprotecție

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	4. Medicină nucleară	imagistică nucleară; scintigrafie (noțiune); tomografie cu emisie (PET – nivel informativ); radioterapie (noțiune); optimizare a expunerii (noțiune); controlul dozei (noțiune)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Simularea unor efecte relativiste prin utilizarea unor aplicații dedicate.
2. Verificarea experimentală a legilor efectului fotoelectric extern în laborator/laborator virtual.
3. Determinarea caracteristicii curent–tensiune (I–U) a unei diode / a unei celule fotovoltaice pentru iluminări diferite.
4. Evidențierea experimentală a unor proprietăți ale radiației amplificate prin emisie stimulată.
5. Studiul dezintegrării radioactive prin experiment virtual.
6. Analiza din surse publice a producerii și efectelor unor accidente nucleare (de exemplu Cernobîl) și/sau a efectelor utilizării armamentului nuclear.

SUGESTII METODOLOGICE

Predarea fizicii la nivel liceal urmărește formarea competențelor prin activități centrate pe înțelegerea fenomenelor reale și pe aplicarea conceptelor în situații variate. Este recomandată o abordare progresivă, în care elevii observă, descriu, modelează și explică fenomenele studiate, înainte de aplicarea formală a relațiilor matematice.

Programa școlară cuprinde **competențele generale** - sunt definite la nivelul fiecărei discipline și se formează pe parcursul studierii disciplinei, în cadrul fiecărui nivel de învățământ. Având un grad ridicat de generalitate și de complexitate, competențele generale sunt elaborate plecând de la profilul de formare al absolventului. Competențele generale au, în acest fel, un dublu rol: pe de o parte, reflectă contribuția disciplinei la profilul de formare al absolventului și, prin aceasta, la dezvoltarea competențelor-cheie; pe de altă parte, structurează disciplina din perspectiva profilului de formare (ceea ce înseamnă limitarea la ceea ce este cu adevărat relevant, necesar și util prin raportare la profilul de formare). Având rolul de a orienta demersul didactic pe parcursul învățării disciplinei, competențele generale evidențiază achizițiile finale ale elevului în urma studierii disciplinei respective.

Competențele specifice sunt derivate din competențele generale și reprezintă etape în dobândirea acestora, fiind formate/dezvoltate pe parcursul unui an școlar. Competențele specifice au în vedere o structurare fină a etapelor unui proces de învățare. În raport cu acestea, în proiectarea didactică trebuie prevăzute activități și sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor, astfel încât fiecare elev să realizeze progrese reale.

Programa pune accentul pe dezvoltarea competențelor, dar această perspectivă nu reduce rolul conținuturilor, ci, dimpotrivă, le recunoaște importanța ca bază a formării și dezvoltării competențelor specifice. Activitățile de învățare sunt cele care operaționalizează această relație, profesorul având libertatea de a selecta și adapta demersurile didactice prin care conținuturile contribuie în mod efectiv la dezvoltarea competențelor. Dezvoltarea competențelor specifice enunțate a fost ilustrată prin formularea mai multor exemple de activități de învățare. Bunăoară, în cazul competenței generale „*CG.1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate*”, exemplele de activități de învățare propuse au valorificat aceleași conținuturi, aferente unui an de studiu, pentru a evidenția modul în care acestea susțin și facilitează dezvoltarea competențelor specifice.

În învățământul liceal, demersul didactic trebuie să se focalizeze pe observarea dirijată și explorarea ghidată a fenomenelor și sistemelor fizice, în contexte variate. Activitățile încep cu întrebări clar formulate, continuă cu colectarea informațiilor prin măsurători directe, experimente reale sau virtuale și documentare din surse validate și se încheie cu formularea de concluzii explicite, urmate de o scurtă stabilizare conceptuală. Progresul este susținut prin sarcini gradate: de la identificarea mărimilor relevante și citirea corectă a reprezentărilor (tabele, grafice, diagrame), la utilizarea pantei, a ariei sau a relațiilor funcționale pentru estimarea mărimilor derivate și pentru verificarea plauzibilității rezultatelor. Accentul cade pe înțelegerea și aplicarea conceptelor studiate atât în contexte familiare, cât și în contexte noi, cu atenție la estimări, ordine de mărime, condiții de valabilitate ale modelelor și la veridicitatea concluziilor.

Investigațiile experimentale au un rol central. Este recomandată integrarea activităților experimentale gradate ca nivel de complexitate, realizate în laboratorul școlar, cu aparatură uzuală și/sau senzori, cu montaje didactice sau prin laborator virtual, în funcție de resursele disponibile și de conținuturile studiate. Aceste activități pot viza, de exemplu, măsurarea unor mărimi fizice și evidențierea relațiilor dintre ele, compararea dinamicii unor sisteme în condiții diferite sau caracterizarea funcționării unor dispozitive (prin grafice, tabele și interpretări susținute de date). Ele dezvoltă competențele investigative ale elevilor prin formularea de întrebări și ipoteze, colectarea și prelucrarea datelor, estimarea incertitudinilor, reprezentarea grafică a rezultatelor, formularea și validarea concluziilor. Rapoartele de laborator realizate de elevi trebuie să fie bine structurate, incluzând metoda și condițiile de lucru, datele prezentate în tabele/grafice, prelucrarea elementară și concluziile argumentate în raport cu modelul utilizat.

Pentru a construi înțelegerea profundă a conceptelor fizice, în studiul sistemelor și fenomenelor abordate la liceu, elevii pot utiliza scheme ale sistemelor fizice, ale montajelor, reprezentări grafice, diagrame specifice (de exemplu, diagrame fazoriale), precum și modele intuitive sau instrumente digitale pentru generarea și explorarea unor reprezentări dinamice.

Tehnologia digitală poate fi integrată în mod natural în activitățile de predare-învățare-evaluare. Aplicații pentru video-analiză, instrumente grafice și simulări ale unor fenomene pot susține înțelegerea relațiilor dintre mărimile fizice, contribuind semnificativ la îmbunătățirea preciziei măsurărilor și facilitarea vizualizării fenomenelor fizice.

Rezolvarea problemelor definite și a situațiilor problemă se realizează prin selectarea datelor relevante, utilizarea schemelor și graficelor, justificarea formulelor alese, efectuarea calculelor corecte și validarea rezultatelor prin estimări și ordine de mărime. Elevii vor fi încurajați să verifice realismul soluțiilor, să compare metode diferite de rezolvare și să argumenteze deciziile luate. Pentru a crește relevanța învățării, problemele definite propuse, situațiile problemă, respectiv sarcinile de învățare propuse pot include contexte autentice și interdisciplinare (ex.: siguranță și funcționare a unor sisteme tehnice, comunicații și senzori, aplicații ale opticii și ale semiconductorilor, utilizarea energiei, expunerea la radiații și măsuri de protecție), adaptate nivelului de studiu și profilului.

Comunicarea științifică poate fi dezvoltată prin activități de prezentare orală, explicații scrise, discuții argumentate și utilizarea corectă a limbajului specific fizicii. Elevii pot formula întrebări, pot descrie raționamente, pot explica fenomene în cuvinte proprii și pot utiliza simboluri, grafice și convenții internaționale pentru a exprima rezultate și concluzii.

Pentru a dezvolta raționamente responsabile, argumentate și orientate spre decizii etice și sustenabile, se recomandă integrarea unor studii de caz și activități aplicative prin care elevii analizează impactul descoperirilor științifice și al tehnologiilor moderne asupra societății și mediului.

Abordarea interdisciplinară poate fi încurajată prin conexiuni cu discipline precum matematica (funcții, grafice, proporționalitate, modele), TIC (achiziție și prelucrare digitală a datelor, reprezentări grafice, modelare și simulare), disciplinele tehnice (funcționarea sistemelor și dispozitivelor, circuite, senzori, proprietăți ale materialelor). Proiectele, studiile de caz sau investigațiile integrate pot susține înțelegerea conceptelor și transferul cunoașterii între contexte.

Instruirea diferențiată a elevilor în procesul de predare-învățare-evaluare la disciplina fizică se realizează pe același traseu de învățare, nu prin trasee paralele; ținta rămâne comună, iar reglajele vizează nivelul de sprijin și complexitatea sarcinii de lucru. Pentru consolidare se utilizează șabloane de tabele, ghidaj minimal de calcul și seturi de date prestabilite; pentru extensie se utilizează variabile deschise (de exemplu: alegerea intervalelor de măsurare, compararea a două modele). Produsele obținute prin rezolvarea sarcinii de lucru pot fi variate (tabel, grafic, mini-eseu explicativ), în timp ce criteriile de evaluare rămân comune și transparente.

Demersul didactic se va baza pe activități de învățare în care sarcinile de lucru vor avea complexitate progresivă. În funcție de profil, activitățile de învățare pot fi integrate în proiecte sau investigații extinse, care folosesc modelare și instrumente digitale (simulări, foi de calcul), validare pe baza datelor, analiză critică a ipotezelor și precizarea limitelor modelelor, pentru a susține aprofundarea conceptuală și procedurală.

Proiectarea unei unități de învățare începe întotdeauna cu o diagnoză a achizițiilor anterioare. Rezultatele acesteia au rolul de a oferi profesorului o imagine a nivelului de pregătire al elevilor: ce își amintesc, ce reprezentări au despre fenomenele și conceptele studiate, dar și ce preconcepții/neclarități/lacune au. Această diagnoză este fundamentul deciziilor pedagogice ulterioare (selectarea competențelor, conținuturilor, strategiilor didactice care vor structura unitatea de învățare).

În programa de fizică, lista de conținuturi este explicit formulată, iar competențele specifice sunt enunțate, în acord cu paradigma curriculară actuală. Corelarea între conținuturi și competențe este, însă, la latitudinea și în responsabilitatea profesorului, aceasta nefiind impusă de programă. Procesul de selecție și corelare presupune analiză profesională și discernământ didactic. Plecând de la tema unității de învățare și pe baza diagnozei, profesorul selectează competențele specifice care pot fi dezvoltate eficient prin intermediul acestei unități de învățare și identifică acele conținuturi care sunt relevante pentru tema respectivă. În acest fel, conținuturile nu devin simple teme de parcurs, ci adevărate vehicule pentru dezvoltarea competențelor, iar competențele oferă finalitatea și direcția întregului demers didactic.

În următoarea etapă profesorul identifică acele comportamente care descriu concret „ce trebuie să facă elevul” pentru a demonstra progresul spre competența vizată (de exemplu: observarea fenomenelor, realizarea investigațiilor, analiza datelor, formularea explicațiilor, argumentarea concluziilor, aplicarea conceptelor în situații noi). Aceste comportamente devin „firul roșu” al unității de învățare. Pe baza lor, profesorul proiectează activitățile de învățare pentru a oferi un context autentic în care

elevii pot exersa comportamentele vizate. Activitățile pot include explorări, investigații, discuții ghidate, experimente, rezolvări de probleme/situații problemă, aplicații în contexte reale sau transfer în situații noi.



Figura 1 – Proiectarea unității de învățare

Pe parcursul acestor activități, profesorul integrează evaluarea formativă, desfășurată continuu. Aceasta include întrebări de sprijin, observație sistematică, feedback imediat, scurte sarcini de verificare sau reflecții ale elevilor. Rolul său este de a regla procesul de învățare, de a semnaliza neclaritățile și de a ghida elevii către înțelegere profundă.

La finalul unității de învățare, profesorul realizează evaluarea sumativă care verifică, în mod coerent și echitabil, comportamentele exersate. Această evaluare oferă o imagine de ansamblu a progresului elevilor, dar nu înlocuiește evaluarea formativă, ci o completează.

Dacă rezultatele — fie formative, fie sumative — indică faptul că unii elevi întâmpină dificultăți sau nu manifestă comportamentele vizate, profesorul proiectează activități remediale. Acestea sunt adaptate nevoilor identificate și vizează consolidarea conceptelor, reconstruirea înțelegerii acolo unde aceasta este fragilă. Remedierea este, în acest caz, o continuare firească a parcursului didactic, pentru a asigura tuturor elevilor șansa de a atinge competențele vizate.

Prin urmare, o unitate de învățare este o construcție coerentă, în care diagnoza, selectarea competențelor și conținuturilor, identificarea comportamentelor (asociate competențelor specifice și conținuturilor selectate), activitățile de învățare, evaluările formative și sumative și remedierea (dacă este cazul) se succed într-un demers integrat. Fiecare etapă se sprijină pe etapa anterioară și pregătește terenul pentru următoarea, transformând procesul de predare-învățare într-un traseu logic, adaptat elevilor și orientat către dezvoltarea autentică a competențelor.

Evaluarea reprezintă o componentă organică a procesului didactic, conceput ca proces de predare-învățare-evaluare. Evaluarea trebuie să fie variată și centrată pe competențe.

Rezultatele concrete ale învățării se exprimă prin cunoștințe specifice dobândite și deprinderi/abilități exersate în cadrul activităților de învățare. Desfășurate în contexte variate, acestea contribuie la formarea și dezvoltarea treptată a competențelor propuse. În programa de fizică sunt prezentate exemple de activități de învățare corelate cu competențele specifice, având ca scop ghidarea profesorilor pentru a construi noi activități adaptate specificului claselor de elevi.

Din perspectiva demersului educațional centrat pe competențe, se recomandă:

- utilizarea cu preponderență a evaluării continue, formative;
- utilizarea unor metode și instrumente complementare alături de formele și instrumentele clasice de evaluare;

- corelarea rezultatelor evaluării cu competențele specifice vizate de programa școlară;
- analizarea progresului școlar al fiecărui elev pe baza rezultatelor evaluării.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor feedback clar privind raționamentul, coerența soluției și utilizarea corectă a limbajului fizicii.

În funcție de specificul fiecărui domeniu de conținut, se recomandă următoarele metode și instrumente de evaluare:

- Evaluări formative:
 - Observarea
 - Conversația
 - Chestionarea
 - Autoevaluarea
 - Fișe de lucru teoretice/experimentale
 - Analiza produselor activității elevilor (rapoarte de investigație, hărți conceptuale etc.)
- Evaluări sumative:
 - Probă practică (experiment)
 - Proiect de investigație științifică
 - Test cu tipuri variate de itemi

Dezvoltarea unui mediu educațional incluziv

În vederea asigurării echității și egalității șanselor la educație pentru toți elevii, aplicarea programei școlare la clasă se realizează cu respectarea următoarelor principii:

A1. Stabilirea unor sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor

Fiecare elev are dreptul la reușită școlară prin formarea/dezvoltarea competențelor prevăzute de programă.

Pentru elevii care necesită învățare remedială, profesorii organizează activități de învățare diferențiate, adaptând programa școlară la ritmul de învățare al acestora. În cazul constatării unor decalaje majore față de competențele/achizițiile prevăzute în anii anteriori, prioritatea o reprezintă recuperarea planificată a acestor rămăneri în urmă (activități remediale dedicate). O abordare similară se aplică elevilor cu școlarizare întreruptă sau cu absențe prelungite din motive medicale ori familiale, inclusiv copiilor lucrătorilor migranți, elevilor refugiați, celor din comunități cu mobilitate sezonieră și elevilor cu probleme medicale cronice sau de lungă durată.

Pentru elevii cu ritm înalt de învățare, profesorii stabilesc sarcini de învățare de nivel ridicat care să le asigure progresul. În acest sens, profesorii iau în considerare posibilitatea aprofundării și/sau extinderii tematicilor din programa școlară (de exemplu: includerea unor conținuturi suplimentare din tematica dată, diversificarea problemelor teoretice și practice, abordarea unor teme prevăzute pentru anii de studiu următori).

A2. Adaptarea la nevoile individuale de învățare ale elevilor

Activitățile de învățare trebuie stabilite, organizate și desfășurate astfel încât să ofere posibilități reale de progres pentru toți elevii, fără discriminare, având în vedere că educația din familie, experiența de viață, interesele și zestrea culturală influențează modul de învățare al fiecărui elev.

În acest sens, procesul de predare-învățare- evaluare trebuie să asigure participarea deplină și eficientă a tuturor elevilor, răspunzând nevoilor individuale de învățare prin:

- diferențiere pe același traseu de învățare (sprijin, complexitatea datelor, deschiderea sarcinii);
- adaptări rezonabile și accesibilizare (instrucțiuni etapizate, timp suplimentar, materiale în formate accesibile, tehnologii suport);
- utilizarea principiilor UDL – Universal Design for Learning (multiple modalități de reprezentare, exprimare și implicare);
- sprijin lingvistic pentru elevii reveniți din migrație sau pentru cei care au nevoie de ajutor suplimentar pentru a înțelege limba de predare;
- evaluare flexibilă și criterii transparente, cu accent pe progres;
- feedback descriptiv și reglator, cu oportunități de corectare și îmbunătățire;
- colaborare școală-familie-servicii de sprijin (consiliere psihopedagogică, mediator școlar, ONG-uri comunitare, agenți economici) pentru continuitatea învățării;

- climat sigur și nediscriminatoriu, care valorizează diversitatea culturală și previne stereotipurile.

Profesorii trebuie să asigure participarea deplină și eficientă în timpul activităților școlare a fiecărui elev, răspunzând nevoilor de învățare individuale ale acestora prin:

- Dezvoltarea unui mediu de învățare eficient în care:
 - contribuția fiecărui elev este valorizată, toți elevii se simt în siguranță și sunt capabili să contribuie la procesul de predare-învățare-evaluare;
 - prejudecățile care conduc la discriminare, precum și toate formele de hărțuire sunt combătute activ, elevii învățând să devină toleranți;
 - elevii sunt învățați să își asume responsabilitatea acțiunilor și a conduitei lor, atât în școală cât și în comunitate.
- Dezvoltarea motivației și a capacității de concentrare prin:
 - utilizarea metodelor didactice adaptate specificului vârstei, capacității de concentrare și utilizarea, după caz, a activităților individuale și pe grupe pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare;
 - abordarea flexibilă a conținuturilor și utilizarea unor metode didactice diverse pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare ale elevilor, valorificând interesele și experiențele lor;
 - proiectarea, planificarea și monitorizarea unor activități de învățare astfel încât să asigure fiecărui elev șansa de a învăța eficient în ritmul individual de învățare și de a avea progres școlar, inclusiv elevilor care absentează din diferite motive pentru perioade mai lungi de timp.
- Asigurarea egalității șanselor prin:
 - combaterea prejudecăților și discriminărilor în organizarea elevilor în grupe, stabilirea sarcinilor de lucru și asigurarea accesului la mijloacele didactice;
 - crearea condițiilor necesare pentru participarea eficientă și obținerea progresului școlar a elevilor cu cerințe educaționale speciale.
- Asigurarea echității în evaluare prin:
 - utilizarea metodelor și instrumentelor de evaluare adecvate, care asigură fiecărui elev șansa de a demonstra formarea/dezvoltarea competențelor dobândite;
 - utilizarea unor instrumente de evaluare familiare elevilor;
 - utilizarea unor materiale în evaluare care să nu conducă la discriminare;
 - informarea clară și fără ambiguități a elevilor referitoare la rezultatele evaluării în scopul sprijinirii învățării ulterioare.

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii vizează în esență următoarele obiective:

B1. Creșterea eficienței activităților de învățare prin:

- modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor dispozitive. În cazurile în care este posibil, fenomenele și dispozitivele vor fi mai întâi prezentate în laborator sau studiate prin observații directe în natură, respectiv în practică.
- realizarea de investigații științifice și experimente în laboratoare virtuale. Laboratoarele virtuale constituie resurse alternative sau complementare în studiul experimental și/sau investigația științifică. Se recomandă utilizarea laboratoarelor virtuale în următoarele situații:
 - realizarea investigației/experimentului în laboratorul virtual urmează realizării efective a acestora și permite elevilor controlul asupra unui număr mai mare de factori care influențează fenomenul studiat;
 - resursele existente nu permit realizarea efectivă a unor investigații/experimente necesare înțelegerii fenomenelor studiate;
 - prin investigația/experimentul în laboratorul virtual este facilitată înțelegerea fenomenului și de către elevii cu dizabilități;
 - realizarea efectivă a investigației/experimentului poate pune în pericol sănătatea elevilor (de exemplu electrizări la potențial foarte ridicat, mișcări cu viteze

mari, fenomene termice la temperaturi foarte înalte, studiul radioactivității etc.).

- prelucrarea datelor experimentale. Datele obținute din observații în natură sau prin realizarea unor investigații/experimente pot fi prelucrate conform scopului propus prin utilizarea unor instrumente și resurse digitale (foi de calcul, aplicații de achiziție de date, software specific). Prelucrarea datelor experimentale poate să includă realizarea unor calcule, calculul erorilor, reprezentări grafice etc. Se poate realiza astfel o reducere a timpului afectat unor operațiuni simple, repetitive în favoarea unor activități de învățare care să implice abilități de nivel cognitiv superior. În același timp, prin utilizarea instrumentelor și resurselor digitale pentru prelucrarea datelor experimentale, elevii își exersează competențele digitale în contexte de învățare variate.

B2. Sprijin pentru comunicare, informare autonomă și elaborare de proiecte/referate prin

- colectarea și selectarea informațiilor. În funcție de resursele disponibile, poate fi valorificată o varietate de surse și resurse digitale (biblioteci și arhive online, baze de date științifice, enciclopedii, resurse educaționale deschise, documentații tehnice, pagini web instituționale). Elevii formulează solicitări de căutare adecvate, aplică criterii de credibilitate (autorat/afiliere, dată, referințe, acuratețe), realizează sinteza informațiilor în raport cu scopul propus. Aceste activități sprijină alfabetizarea informațională și media, incluzând citarea corectă a surselor, respectarea drepturilor de autor și a eticii academice, precum și utilizarea responsabilă a instrumentelor digitale (inclusiv aplicații cu inteligență artificială) pentru documentare, notare bibliografică și verificare. Rezultatele sunt consemnate cu trasabilitatea surselor și integrate în proiecte/referate într-o formă clară, coerentă și conformă cerințelor curriculare.
- prezentarea informațiilor. Elevii pot prezenta rezultatele activităților în format electronic – în forme atractive, cu impact mare, ușor de înțeles și de transmis prin comunicare electronică.
- tehnoredactarea documentelor. Atunci când se consideră necesar, se poate solicita elevilor tehnoredactarea referatelor lucrărilor de laborator sau a referatelor teoretice și a proiectelor. Se recomandă ca tehnoredactarea acestor documente să se realizeze, cel puțin în parte, sub îndrumarea profesorului. Prin tehnoredactarea îndrumată se urmărește ca elevul să respecte structura standard (titlu, obiective/întrebări, metodă, rezultate, discuții, concluzii, bibliografie), citarea corectă a surselor, utilizarea reprezentărilor grafice corecte, utilizarea editorului de ecuații, scrierea corectă a simbolurilor mărimilor fizice și a unităților de măsură și revizuirea iterativă (auto/inter evaluare pe baza unor criterii de evaluare). Tehnoredactarea sprijină reflecția critică asupra calității produsului, corectarea și îmbunătățirea acestuia pe parcurs, precum și dezvoltarea competențelor digitale.

GRUP DE LUCRU

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ALDESCU MIOARA	profesor gradul I	Liceul „Voievodul Mircea”, Târgoviște, Dâmbovița
ALEXANDRU GABRIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
BĂRAN VIRGIL	prof. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
BERCHEZ DANIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea, Bihor
BOSTAN CARMEN	cercetător științific, dr.	Institutul de Științe ale Educației
BRÎNZĂ FLORIN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
BUTUȘINĂ FLORIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj
COREGA CONSTANTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
DELIU GABRIELA	profesor dr.	Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil”, Brașov
DOBROTĂ IONUȚ-COSTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești, Bacău
FLORIAN GABRIEL	profesor dr.	Colegiul Național „Carol I” Craiova, Dolj
LAZĂR DANIEL	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Hunedoara, Deva
MAN TIBERIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
MARIN CORINA	doctor	Ministerul Educației și Cercetării
MIHALCSIK ANETA AURELIA	profesor gradul I	Liceul Teologic Baptist „Alexa Popovici”, Arad
NECUȚĂ EMIL	profesor gradul I	Colegiul Național „Alexandru Odobescu” Pitești, Argeș
PASCU GABRIEL	lector dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
PÎRGHIE CRISTIAN	lector dr.	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
RADOSLAVESCU ILEANA	profesor gradul I	Colegiul Național „Traian Doda” Caransebeș, Caraș Severin
RADU ADRIAN	conf. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
RADU ADRIANA	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Prahova, Ploiești
RĂDUCANU LAURENȚIU VALENTIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
ROTARU LIVIU DĂNUȚ	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare
SOLSCHI VIOREL	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
STOLERIU LAURENȚIU	prof. univ. dr. habil.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
ȘTEFĂNESCU MANUELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București
ȚEPEȘ DANIELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Ioan Cotovu”, Hârșova, Constanța

RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
BĂRBULESCU FLORINA	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
BLANARIU LIVIU	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
POPESCU SEBASTIAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	coordonator științific

Anexa nr. 72

**Programa școlară
pentru disciplina**

Fizică

Clasele a X-a – a XII-a

Trunchi comun și curriculum de specialitate (TC+CS)

**Filiera vocațională, profilul militar,
specializarea matematică-informatică militară**

Învățământ liceal

- 2026 -

Anexa nr. 72**Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasele a X-a – a XII-a, trunchi comun și curriculum de specialitate (TC + CS)**

- *Filiera vocațională, profil militar, specializarea matematică-informatică militară*

NOTĂ DE PREZENTARE

Fizica este disciplină de cultură științifică generală, studiată în trunchiul comun de toți elevii și, după caz, disciplină de specialitate în curriculumul de specialitate, contribuind la profilul de formare al absolventului și la dezvoltarea competențelor-cheie stabilite la nivel european și asumate în legislația națională (art. 91 din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023). Programa contribuie la implementarea, la nivel curricular, a profilului de formare al absolventului aprobat prin OME nr. 6731/2023 și asigură coerența dintre predare-învățare-evaluare în logica dezvoltării competențelor. În acord cu aceste repere, fizica are un rol esențial în dezvoltarea competenței-cheie „Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie”, dar și la formarea celorlalte competențe-cheie, integrând valori precum curiozitatea intelectuală, rigoarea, spiritul critic și responsabilitatea față de mediu și societate. Aceste direcții sunt susținute de documentele de politică educațională europene și internaționale – Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 2018 privind competențele-cheie și OECD Learning Compass 2030, care promovează o viziune asupra educației ca proces continuu de anticipare, acțiune și reflecție.

Gradul ridicat de generalitate și de profunzime al legilor fizicii, structura conceptuală și aplicațiile din știință și tehnologie conferă Fizicii un rol central între științele naturii. Din perspectivă curriculară, alocările orare sunt stabilite prin planurile-cadru în vigoare. Acestea prevăd studiul disciplinei *FIZICĂ* într-un număr de 2 ore/săptămână în învățământul gimnazial, la clasele VI-VIII, în timp ce în învățământul liceal studiul disciplinei se parcurge într-un număr de ore diferit în funcție de filieră, profil și specializare. Programa se calibreză la bugetul efectiv de timp indicat de acestea, asigurând marja didactică necesară pentru diferențiere și evaluare formativă. În acest context, bugetul orar redus din trunchiul comun impune calibrarea realistă a așteptărilor curriculare și focalizarea pe obiective esențiale de alfabetizare științifică.

Prezenta programă școlară face parte din curriculumul pentru disciplina *FIZICĂ*, și se aplică la clasele a X-a – a XII-a din învățământul liceal, *filiera vocațională, profilul militar, specializarea matematică-informatică militară*, începând cu generația de elevi care intră în clasa a X-a în anul școlar 2027-2028. Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinei are următoarea alocare orară săptămânală, defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a		Clasa a XI-a		Clasa a XII-a	
Tip segment curricular	TC	CS	TC	CS	TC	CS	TC	CS
Nr. săptămânal de ore	1	2	1	1	-	2	-	2

Tabel 1 – Numărul de ore de fizică pe săptămână (planuri-cadru de învățământ în vigoare)

Studiul fizicii în liceu se construiește în mod firesc pe fundamentul solid al competențelor formate în gimnaziu, unde programa a introdus o serie de elemente de modernizare curriculară, precum accentul pe alfabetizarea științifică, pe investigarea fenomenelor și pe proiectarea unităților de învățare centrate pe competențe. La nivel gimnazial, elevii deprind modalitățile esențiale de explorare a realității fizice, realizarea de experimente orientative și interpretarea calitativă a unor procese fundamentale. Programa de liceu valorifică explicit achizițiile anterioare și propune un progres curricular coerent, trecând de la o înțelegere descriptivă și calitativă a fenomenelor la una cantitativă, analitică și modelatoare. Continuitatea este evidentă și în plan metodologic: gimnaziul a mutat accentul de pe conținuturi pe dezvoltarea competențelor, oferind profesorului flexibilitate în proiectarea activităților de învățare și în alegerea contextelor relevante pentru elevi — orientare curriculară menținută și amplificată în liceu. Investigația științifică, interpretarea critică a rezultatelor și reflecția asupra propriei învățări, introduse în gimnaziu, sunt consolidate și diversificate în liceu, unde elevii capătă autonomie mai mare și se

confruntă cu situații problemă mai complexe. Introducerea sistematică a analizei erorilor, a reprezentărilor grafice, a relațiilor matematice și a experimentelor obligatorii în programa de liceu confirmă această progresie firească, transformând studiul fizicii într-o experiență intelectuală matură și aplicată.

În raport cu alte discipline, fizica își menține specificitatea epistemologică și metodologică, dar dezvoltă și o puternică dimensiune interdisciplinară. Prin caracterul său modelator, fizica oferă repere fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor studiate în chimie, biologie sau geografie fizică, construind un limbaj comun al științelor naturii. Relația cu matematica este una organică: matematica oferă instrumentele formale necesare pentru exprimarea cantitativă a legilor fizicii, în timp ce fizica oferă sens, context și aplicabilitate conceptelor matematice. De asemenea, fizica susține în mod direct domeniile tehnologiei și informaticii: de la înțelegerea funcționării senzorilor și interpretarea semnalelor, la înțelegerea mecanicii, electricității sau opticii utilizate în dispozitivele digitale și industriale. Prin aceste conexiuni, disciplina se constituie într-un nod interdisciplinar, facilitând elevilor o înțelegere integrată a lumii și dezvoltarea competențelor de transfer — esențiale în formarea absolventului profilului liceal.

În baza profilului de formare și a competențelor-cheie sunt stabilite prin programele școlare competențele generale pentru fiecare nivel de învățământ. Pe baza competențelor generale sunt stabilite competențele specifice pentru fiecare disciplină și an de studiu.

Conținutul curricular al disciplinei fizică este specificat în programele școlare. Acestea sunt documente obligatorii pentru toate cadrele didactice de specialitate, fiind instrumentul de bază pentru planificarea și realizarea procesului de predare-învățare la disciplina fizică, respectiv pentru evaluarea performanțelor elevilor. În realizarea programei școlare de fizică s-au avut în vedere coordonatele generale prezentate în această secțiune și relația cu alte discipline. S-a ținut cont, de asemenea, de experiența dobândită de elevi în viața de zi cu zi, de evoluțiile în cunoașterea științifică, de problemele lumii contemporane și de alte aspecte științifice și educaționale specifice. Astfel, programa școlară:

- a fost concepută ca document curricular reglator ce conține, într-o organizare coerentă, oferta educațională a disciplinei fizică;
- stabilește cadrul metodologic și operațional pentru activitatea didactică la fizică;
- favorizează identificarea temelor de interes interdisciplinar, posibilitățile de corelare multi-, inter- și transdisciplinară;
- reprezintă punctul de plecare și de referință în proiectarea, realizarea și evaluarea manualelor școlare, dar și al altor resurse curriculare și didactice.

Profilul general de formare al absolventului învățământului liceal, aprobat prin O.M.E. nr. 6731/2023, determină în mod direct curriculumul-nucleu (trunchiul comun), dar vizează indirect și curriculumul de specialitate și curriculumul la decizia elevului din oferta școlii. În acest cadru curricular și operațional, ancorarea în profilul de formare al absolventului devine axul de referință pentru definirea competențelor generale și a celor specifice.

Având în vedere aceste repere fundamentale, se urmărește formarea și dezvoltarea pe parcursul întregului învățământ liceal a unui set de competențe generale în domeniul fizicii, concepute ca fundament pentru o gândire de tip științific a unei persoane capabile să învețe în contexte formale, informale și non-formale pe tot parcursul vieții.

Pentru atingerea acestor obiective, autorii programei au acordat o atenție deosebită următoarelor elemente esențiale:

- Validitatea și accesibilitatea – prezentarea corectă din punct de vedere științific a conținuturilor, la un nivel adecvat vârstei elevilor, având în vedere rolul esențial al acestora în formarea și dezvoltarea competențelor. S-a urmărit structurarea logică a conținuturilor, utilitatea practică și modernitatea acestora, posibilitatea de prezentare sistematizată și esențializată. Totodată au fost stabilite corelații logice între programa școlară și structura generală a fizicii, ca știință fundamentală a naturii.
- Succesiunea – ordonarea corespunzătoare a conținuturilor și susținerea adecvată a acestora prin investigație științifică, rezolvare de probleme, informare autonomă, cu o atenție permanentă pentru respectarea normelor de sănătate și securitate și a principiilor protecției mediului, cu accent pe prevenție și comportamente responsabile.
- Abordarea în „spirală” a domeniilor – înțelegând revenirea la anumite domenii la diferite niveluri/clase. Abordarea în „spirală”, existentă și în structura actuală a programelor și întâlnită și în alte sisteme de învățământ, este bazată atât pe logica internă a științei, cât și pe principiul adaptării la stadiul evoluției psiho-somatice a elevilor. Prin revenirea asupra domeniilor studiate, la un alt nivel și într-o altă etapă a dezvoltării psiho-somatice, elevii vor

remarca aspectele comune prin specificitate ale modelelor care descriu fenomenele naturale, iar prin înțelegerea dezvoltării acestora vor fi capabili să realizeze conexiuni atât între domeniile fizicii, cât și cu alte domenii ale științei.

- Relevanța – introducerea în procesul de predare-învățare a unui conținut minimal, reprezentativ pentru categoria de fenomene fizice studiate, stabilit în raport cu competențele specifice și generale urmărite.
- Valoarea formativă – selecția corespunzătoare a noțiunilor prezentate la fiecare temă în parte, precum și formarea, respectiv, dezvoltarea capacităților necesare activităților de cercetare și creație.
- Flexibilitatea – profesorul poate realiza cele mai potrivite asocieri între competențe și conținuturi, iar 25% din timpul alocat prin planul-cadru este lăsat la dispoziția cadrului didactic.

Fizica, știință fundamentală prin excelență, este cea mai cuprinzătoare dintre științele naturii, obiectul ei de studiu înglobând lumea materială de la nivelul microscopic al particulelor elementare până la scara cosmică a corpurilor cerești. În esență fizica este știința care stă la baza descrierii complexității lumii naturale, care contribuie la explicarea evoluției sistemelor și a proceselor din natură, care construiește modele pentru a le descrie și pe baza cărora se elaborează predicții. Fizica reprezintă totodată baza proiectării noilor tehnologii care rezolvă problemele lumii reale și conduce la îmbunătățirea calității vieții.

Nu toți elevii vor deveni oameni de știință sau ingineri, dar știința și tehnologiile ocupă un loc tot mai important în activitatea noastră zilnică. Ca cetățeni, trebuie să luăm decizii informate cu privire la chestiuni care implică din ce în ce mai mult știința și tehnologia. În ceea ce privește activitatea viitorilor angajați, ocupațiile de pe piața muncii vor solicita din ce în ce mai mult competențe în științe și tehnologie.

Prin studiul fizicii, elevii dobândesc competențe relevante pentru activitatea zilnică. Studiul fizicii permite înțelegerea aplicațiilor practice din toate domeniile de activitate. Cu o bază solidă a cunoștințelor de fizică, elevii vor fi capabili să aprecieze rolul fizicii în dezvoltarea științei și tehnicii și să utilizeze competențele dezvoltate în toate domeniile activității profesionale, iar ca viitori absolvenți vor putea deveni eficienți într-o societate a cunoașterii globală și puternic tehnologizată.

Dinamica accelerată a descoperirilor științifice și tehnologice, atât ca amploare, cât și ca impact, reclamă o reconfigurare curriculară a predării fizicii. Ca disciplină de cultură științifică generală, Fizica furnizează infrastructura cognitivă pentru alfabetizarea științifică și pentru învățarea pe tot parcursul vieții, prin formarea de competențe transferabile și prin raportarea constantă la dovezi. Pentru a asigura standarde ridicate de calitate, demersul didactic se aliniază logicii științei (modele, ipoteze, date, validare), valorifică sistematizarea conținuturilor, integrează metodologii de învățare activă (investigație, problematizare, modelare, utilizarea responsabilă a tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale) și promovează evaluarea formativă și echitatea. În acest cadru, disciplina *FIZICĂ* trebuie să aibă ca finalitate formarea capacității viitorilor absolvenți de:

- a folosi conceptele și teoriile importante din fizică și științe;
- a gândi științific, critic și creativ, folosind cunoștințele științifice pentru a lua decizii informate cu privire la probleme reale;
- a accesa cunoașterea prin cercetare și informare autonomă;
- a înțelege limbajul științific și a-l utiliza eficient în comunicarea ideilor și punctelor de vedere cu privire la subiecte din știință și tehnologie;
- a manifesta respect pentru unitatea, diversitatea și fragilitatea naturii.

Aceste finalități urmărite prin studiul disciplinei fizică sunt subsumate finalităților învățământului liceal, care propun formarea unui absolvent în măsură să decidă asupra propriei cariere, să contribuie la articularea propriilor trasee de dezvoltare intelectuală și profesională și să se integreze activ în viața socială și în muncă.

În tabelul 2 este prezentată corelarea dintre competențele generale ale disciplinei fizică (nivel liceal) și competențele-cheie, ca reper de proiectare și aliniere curriculară. Tabelul explicitează corespondențele competențe-cheie ↔ competențe generale, oferind un cadru de referință care asigură coerența curriculară și fundamentează continuitatea către competențele specifice, pe care se structurează activitățile de învățare.

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
Competența de citire, scriere și înțelegere a mesajului	CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - formulând o varietate de mesaje pentru a exprima opinii, idei, argumente, contraargumente în contexte formale și nonformale, folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - analizând critic și interpretând o varietate de mesaje receptate în diverse situații de comunicare, inclusiv cele specifice fizicii.
Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie	CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - aplicând gândirea științifică prin cercetarea unor situații/probleme specifice științelor naturii și prin raportarea propriilor ipoteze la rezultatele experimentale validate; - utilizând în mod independent diferite metode de investigație și tehnologii moderne din domeniul științific și profesional, inclusiv în contexte practice și pentru realizarea de produse și servicii; - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, în științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute. CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice; - evaluând constant validitatea unor raționamente științifice aplicate în contexte diverse, inclusiv profesionale. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - construind demersul de rezolvare a problemelor pe care le identifică într-o varietate de contexte, inclusiv profesionale, prin aplicarea principiilor și legilor fizicii, precum și prin utilizarea noilor tehnologii; - utilizând și raportându-se critic la moduri de gândire și forme de prezentare specifice științelor (de exemplu: formule, modele, grafice), inclusiv în relație cu întrebări relevante pentru viața reală și pentru diferite contexte profesionale.
Competența digitală, inclusiv de siguranță pe internet și securitate cibernetică	CG1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - manifestând interes pentru dezvoltarea de conținuturi digitale și utilizarea noilor tehnologii, inclusiv a celor care valorifică inteligența artificială, ca răspuns la nevoi de învățare

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
	specifice, inclusiv profesionale; - utilizând informații obținute din diferite surse și/sau informații obținute prin investigație științifică; - comunicând adecvat ca formă și conținut rezultatele obținute. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - rezolvând creativ probleme care presupun organizarea datelor, a informațiilor și a conținutului digital, prin utilizarea unor dispozitive, aplicații digitale și rețele; - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată.
Competența personală, socială și a învăța să înveți Competența civică, juridică și de protejare a mediului	CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - analizând situații sau probleme complexe, formulând și evaluând judecăți de valoare bazate pe puncte de vedere argumentate; - în diferite contexte de învățare, profesionale și în viața de zi cu zi; - înțelegând și prevăzând posibilele efecte ale unor fenomene fizice asupra organismelor vii și asupra mediului; - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - raportându-se critic la fenomene și procese pentru a putea lua decizii pe bază de argumente, pentru a înțelege complexitatea și interacțiunea dintre fenomene și procese, pentru a proiecta soluții durabile. CG5 Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - participând activ, în calitate de cetățean responsabil, la luarea deciziilor care îl privesc, la activități și proiecte care promovează valorile general-umane, echitatea, protecția naturii și lupta împotriva schimbărilor climatice.

Tabel 2 – Coerența curriculară: corespondența între competențele-cheie și competențele generale vizate de disciplina FIZICĂ în învățământul liceal

Programa școlară pentru disciplina Fizică în curriculumul de specialitate aferent profilului militar, specializarea matematică informatică militară, (clasele a X-a – a XII-a), este concepută ca un traseu coerent de aprofundare conceptuală, de modelare matematică și de deschidere către fizica modernă și aplicațiile sale tehnologice. În raport cu trunchiul comun, curriculumul de specialitate extinde și rafinează înțelegerea interacțiunilor fundamentale, introduce domenii avansate (oscilații și unde electromagnetice, optică ondulatorie, teoria relativității restrânse, fizică cuantică, fizica semiconductoarelor, fizică nucleară) și creează punți explicite către matematică, chimie, biologie și informatică, susținând formarea unui profil STEM solid.

La clasa a X-a, studiul termodinamicii pornește de la modelul microscopic al materiei și de la agitația termică, punând în corespondență proprietățile macroscopice observabile (temperatură, presiune, stări de agregare) cu mișcarea și interacțiunile particulelor. Introducerea noțiunilor de sistem termodinamic, parametri de stare și model al gazului ideal, urmată de analiza transformărilor simple și a principiului I al termodinamicii, permite înțelegerea energiei interne, a schimbului de energie prin lucru mecanic și căldură și a bilanțului energetic, în situații relevante pentru viața de zi cu zi. Studiul mașinilor termice și al principiului al II-lea al termodinamicii introduce ideea de limită a conversiei energiei, de

randament și de eficiență energetică, deschizând discuții esențiale privind utilizarea resurselor, impactul tehnologic și de mediu, schimbările climatice și tranziția energetică.

Capitolul dedicat electricității dezvoltă studiul interacțiunii electrice, precum și al circuitelor de curent continuu. Sunt abordate noțiuni cu privire la modelarea surselor reale, caracteristici curent–tensiune, rețele electrice și metode de rezolvare bazate pe teoremele lui Kirchhoff, teorema transferului maxim de putere și bilanțul energetic. În același timp, abordarea efectelor fiziologice ale curentului electric, a dispozitivelor de protecție și a regulilor de prevenire a accidentelor susține formarea unor atitudini responsabile privind siguranța și prevenția în contexte reale.

La clasa a XI-a, accentul se deplasează către studiul oscilațiilor și undelor (mecanice și electromagnetice), oferind un cadru unitar pentru înțelegerea fenomenelor periodice, a propagării energiei și a transmiterii informației. Studiul oscilatorului armonic, al compunerii oscilațiilor și al rezonanței construiește un cadru conceptual comun pentru descrierea sistemelor oscilante și interpretarea fenomenelor de rezonanță, atât în mecanică, cât și în circuitele electrice. Studiul undelor mecanice și al fenomenelor asociate permite clarificarea și aprofundarea unor concepte fundamentale (superpoziție, coerență, frecvențe proprii, armonici etc.), evidențiind aplicații relevante. Integrarea elementelor de fizica Pământului, prin studiul undelor seismice și al comportamentului preventiv în caz de cutremur, valorifică direct legătura dintre modele fizice și riscurile naturale, contribuind la formarea competențelor civice și a comportamentelor responsabile. Capitolul de oscilații și unde electromagnetice completează perspectiva asupra fenomenelor ondulatorii și evidențiază explicit rolul fizicii în dezvoltarea tehnologiilor moderne. Elementele de optică ondulatorie (reflexie și refracție, interferență și difracție, polarizare, dispersie) evidențiază atât natura electromagnetică a luminii, cât și formarea imaginilor, analiza spectrală, filtrele optice etc.

La clasa a XII-a, curriculumul de specialitate este orientat către fizica modernă, oferind elevilor repere pentru înțelegerea schimbărilor de paradigmă din fizica secolului XX și a rolului lor în tehnologiile și provocările secolului XXI. Elementele de teorie a relativității restrânse introduc postulatele lui Einstein, transformările Lorentz și principalele consecințe cinematice (relativitatea simultaneității, dilatarea duratelor, contracția lungimilor), precum și relațiile relativiste pentru impuls și energie, cu rol formativ pentru înțelegerea limitelor modelelor clasice. Elementele de fizică cuantică și fizică atomică oferă elevilor instrumentele conceptuale necesare pentru a înțelege dualismul undă–corpusul, cuantificarea și structura atomică, elemente esențiale pentru interpretarea fenomenelor microscopice și a aplicațiilor moderne (detecție, imagistică, analiza materialelor).

Capitolul dedicat semiconductorilor și aplicațiilor acestora aduce în prim-plan infrastructura fizică a lumii digitale și a tehnologiilor energetice moderne. Pornind de la structura de benzi de energie și de la purtătorii de sarcină în materiale semiconductoare și ajungând la joncțiunea p–n, diode, LED-uri, fotoconductivitate, celule fotovoltaice și LASER, elevii pot să înțeleagă, pe baze fizice, principiile de funcționare ale dispozitivelor electronice și optoelectronice utilizate în calculatoare, rețele de comunicații, senzori și sisteme de conversie a energiei.

În final, elementele de fizică nucleară și studiul radiațiilor nucleare și al efectelor lor biologice permit înțelegerea structurii și stabilității nucleului, a proceselor de fisiune, a funcționării reactorului nuclear, a interacțiunii radiațiilor cu materia și a aplicațiilor în medicină nucleară și radioterapie, în strânsă legătură cu cerințele de securitate nucleară și radioprotecție.

În acest fel, curriculumul de specialitate la disciplina Fizică pentru profilul militar, specializarea matematică informatică militară, nu doar aprofundează conținuturi de fizică, ci dezvoltă o viziune integrată asupra relațiilor dintre modele fizice, formalism matematic, algoritmi și tehnologie, pregătind elevii atât pentru studiile universitare în domenii STEM, cât și pentru participarea informată la o societate puternic tehnologizată.

Autorii de manuale și resurse curriculare vor respecta în mod strict Sistemul internațional de unități (SI) pentru terminologie, simboluri, unități, prefixe și reguli de scriere, conform broșurii Bureau International des Poids et Mesures (2025), *Le Système international d'unités/The International System of Units* (ediția a 9-a), disponibilă la <https://doi.org/10.59161/AUEZ1291>. Pentru implementarea didactică a terminologiei referitoare la erorile și incertitudinile de măsurare, se va utiliza VIM (JCGM 200:2012) – *International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms* (ediția a 3-a), disponibil la <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate
CG2	Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale
CG3	Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile
CG4	Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limba specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate
CG5	Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - utilizând ipoteze date sau formulând ipoteze adecvate; - utilizând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive fizice și matematice; - exprimând argumentat și comunicând într-o formă adecvată concluzii în relație cu ipotezele.	Elevul este capabil să realizeze investigații științifice asistate a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnologice primare ale acestora - utilizând ipoteze date; - aplicând consecvent algoritmi dați; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să realizeze autonom investigații științifice ale unor fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și ale unor aplicații tehnologice moderne ale acestora - formulând ipoteze adecvate; - identificând și aplicând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive; - comunicând argumentat concluzii alternative pe baza ipotezelor formulate; - evaluând calitatea ipotezelor și propunând ipoteze pentru investigații ulterioare.
CG2. Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele,	Elevul este capabil să explice anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să explice o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații tehnologice moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
simboluri și relații matematice.		
CG3. Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute.	Elevul este capabil să rezolve probleme simple pe bază de algoritmi și/sau asistat - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme indicate; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să rezolve probleme complexe prin metode proprii de abordare - identificând diferitele tipuri de fenomene descrise în probleme; - utilizând mărimi și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice; - formulând și comunicând argumentat rezultatele obținute; - identificând posibile variante de generalizare și/sau aplicare.
CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.	Elevul este capabil să descrie anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să descrie o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG5. Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet;	Elevul este capabil să se informeze independent pe o temă dată - utilizând o listă de surse bibliografice oferită; - selectând anumite date din sursele de informație utilizate; - prelucrând și sistematizând asistat datele obținute.	Elevul este capabil să se informeze autonom și/sau din proprie inițiativă pe o varietate de teme științifice - identificând și selectând surse de informare adecvate; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problema studiată;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată. - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului.	- respectând anumite prevederi regulamentare specifice domeniului de activitate; - înțelegând natura riscurilor implicate de nerespectarea regulilor cunoscute.	- comunicând adecvat ca formă și conținut informațiile dobândite. - implicându-se conștient în acțiuni civice, democratice, de consultare etc. ce vizează luarea unor decizii în utilizarea pe scară largă a anumitor tehnologii și/sau aplicații practice.

CLASA a X-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.

- Observarea valorilor diferite ale intensității curentului electric care se stabilește prin conductoare diferite, alimentate la aceeași tensiune, în cadrul unui experiment demonstrativ, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de întrebări de investigat, respectiv ipoteze privind proprietățile conductorului care influențează rezistența electrică a acestuia.
- Explorarea funcționării unui circuit electric simplu, cu același rezistor conectat la surse de alimentare diferite, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind mărimile fizice care influențează intensitatea curentului electric prin rezistor.
- Explorarea teoretică a funcționării unor sisteme tehnice familiare bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), în contexte de utilizare cunoscute, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze privind transformarea energiei, rolul surselor termice și semnificația eficienței energetice.

X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența rezistenței electrice a unui conductor liniar omogen de proprietățile conductorului (material și dimensiuni).
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind relația dintre tensiunea aplicată la bornele unui rezistor și intensitatea curentului electric prin acesta.
- Proiectarea unei investigații teoretice simple pentru testarea ipotezelor privind funcționarea mașinilor termice și a mașinilor frigorifice, prin stabilirea surselor de documentare, a aspectelor de analizat (transformarea energiei, rolul surselor termice, eficiența energetică) și a criteriilor de comparare între diferite sisteme tehnice.

X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- Alimentarea la aceeași sursă de tensiune a unor conductoare liniar omogene, cu proprietăți diferite (material, dimensiuni), pentru măsurarea tensiunii electrice la bornele conductorului și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Realizarea unor circuite electrice simple cu același rezistor, conectat succesiv la surse de tensiune diferite, pentru măsurarea tensiunii electrice și a intensității curentului și înregistrarea valorilor măsurate în tabele de date experimentale.
- Analizarea unor exemple de sisteme tehnice bazate pe procese termodinamice (motor termic, mașină frigorifică, pompă de căldură), descrise în sursele de documentare stabilite, și consemnarea informațiilor relevante în scheme sau tabele descriptive.

X.CS.1.4. Prelucreză ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific.

- Calcularea rezistenței electrice a unor conductoare liniare omogene pe baza valorilor măsurate ale intensității curentului și ale tensiunii la bornele acestora și analizarea rezultatelor obținute pentru corelarea rezistenței electrice a unui conductor cu dimensiunile și natura acestuia.
- Reprezentarea grafică a intensității curentului electric prin rezistor în funcție de tensiunea la bornele acestuia, interpretarea graficului obținut și discutarea semnificației relației observate pentru caracterizarea comportării electrice a rezistorului.
- Analizarea informațiilor obținute despre mașinile termice, mașinile frigorifice și pompele de căldură pentru a formula concluzii privind funcționarea, randamentul și eficiența energetică a acestora.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor observate pentru a justifica relații cauzale
- Observarea comportamentului particulelor unui gaz utilizând o simulare digitală, pentru evidențierea relației dintre creșterea temperaturii și intensificarea agitației particulelor, cu formularea unei concluzii privind legătura dintre cei doi factori. - Analizarea fenomenologică bazată pe observație, simulare sau exemplificare concretă pentru stabilirea relațiilor de cauzalitate dintre mărimile fizice implicate într-un fenomen termic prin identificarea mărimilor cauză, respectiv efect (ex: studiul transformării izocore) și organizarea lor într-o hartă conceptuală. - Analizarea din punct de vedere microscopic a proceselor care au loc într-un conductor metalic străbătut de curent electric, pentru a evidenția cauzele care determină degajarea căldurii prin efect Joule și realizarea unei diagrame care să ilustreze succesiunea fenomenelor.
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate
- Explicarea creșterii presiunii într-un recipient închis, pe parcursul încălzirii acestuia, prin utilizarea ecuației termice de stare a gazului ideal și evidențierea legăturii temperatură - presiune, cu indicarea limitelor modelului, în contextul analizării unor situații reale. - Utilizarea legilor lui Kirchhoff pentru explicarea valorilor intensității curentului electric și a căderilor de tensiune electrică în circuite serie și paralel. - Utilizarea legii lui Ohm pentru a explica influența rezistenței electrice a conductoarelor de legătură asupra intensității curentului electric dintr-un circuit electric simplu.
X.CS.2.3. Construiește reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice
- Construirea diagramei energetice de funcționare a unui motor termic, pentru a stabili relația între căldura primită de sistem și lucrul mecanic efectuat de acesta. - Reprezentarea grafică a intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea aplicată la bornele acestuia, pentru a evidenția relația de directă proporționalitate dintre acestea. - Reprezentarea grafică a rezistivității electrice a unui conductor metalic în funcție de temperatură, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea. - Reprezentarea grafică a volumului ocupat de un gaz menținut la presiune constantă în funcție de temperatura acestuia, pe baza unui set de valori furnizate, pentru a identifica relația dintre acestea.
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale
- Explicarea ascensiunii unui lampion cu aer cald, utilizat la evenimente în aer liber, ca efect al micșorării densității aerului din interior prin încălzire. - Explicarea funcționării sistemelor de încălzire integrate în parbriz și lunetă prin descrierea modului în care stratul subțire și transparent de material conductor depus pe parbriz sau firele conductoare vizibile din lunetă se încălzesc prin efect Joule atunci când sunt alimentate electric, topind gheața și reducând condensul. - Explicarea rolului sistemului de împănântare pentru utilizarea în siguranță a echipamentelor electrice, prin evidențierea modului în care conductorul de protecție preia și direcționează spre sol acumularea de sarcină electrică apărută accidental pe carcasele metalice.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.
- Identificarea evoluției parametrilor de stare (crește, scade, rămâne constant), într-o problemă definită, pentru determinarea valorilor acestora în stări ulterioare, utilizând ecuația termică de stare și interpretarea calitativă a procesului. - Analizarea datelor unei situații-problemă cu rezistoare grupate serie/paralel (și, după caz, surse grupate), pentru a evidenția influența configurației circuitului asupra valorilor intensităților curenților electrici și ale căderilor de tensiune din circuit.

- Analizarea informațiilor dintr-o problemă despre transferul de energie într-un circuit de curent continuu (sursă reală + consumator), pentru a stabili mărimile fizice de care depinde randamentul. - Analizarea transformărilor termodinamice dintr-un ciclu de funcționare a unui motor termic pentru identificarea schimburilor de energie cu mediul exterior.
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.
- Utilizarea reprezentării grafice a transformărilor suferite de un gaz ideal, pentru a argumenta, pe baza formei graficului și a variației parametrilor de stare, ipoteza de lucru privind tipul transformării. - Utilizarea unei caracteristici curent–tensiune ($I-U$) furnizate ca set de date, pentru a justifica ipoteza că elementul studiat este sau nu conductor ohmic. - Utilizarea diagramelor temperatură–timp sau temperatură–căldură, pentru a justifica ipotezele de lucru cu privire la un proces calorimetric (de tip „fără pierderi” vs. „cu pierderi”) și pentru a estima corect temperatura de echilibru. - Reprezentarea prin schițe ilustrative (ex. cilindru cu piston) a situației fizice descrise în problemă pentru a justifica ipotezele utilizate în rezolvare.
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.
- Aplicarea principiului I al termodinamicii, în transformări diverse, pentru a determina valorile mărimilor energetice caracteristice - Aplicarea legilor/ teoremelor lui Kirchhoff pentru determinarea intensităților curenților electrici prin ramurile unei rețele electrice - Aplicarea ecuației termice de stare a gazului ideal pentru o masă constantă de gaz, în probleme definite în contexte variate, pentru a determina parametrii de stare necunoscuți.
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.
- Compararea rezultatului numeric obținut cu ordinul de mărime realist al mărimilor fizice (presiune, temperatură etc.), pentru a aprecia dacă soluția este plauzibilă. - Analizarea proporționalității (directe și inverse) dintre parametrii de stare pentru a evalua valorile finale ale acestora într-o succesiune de transformări simple ale unu gaz ideal. - Compararea valorii masei molare medii a unui amestec de gaze cu masele molare ale gazelor componente, ținând cont de ponderea fiecărui gaz. - Analizarea rezultatelor obținute în rezolvarea unei probleme definite referitoare la un circuit de curent continuu, pentru a argumenta corectitudinea soluției prin verificarea coerenței acesteia (ex.: distribuirea curentului în ramuri paralele) și discutarea cazurilor-limită (ex.: $R \rightarrow 0$ sau $R \rightarrow \infty$) în raport cu funcționarea circuitului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.
- Standardizarea scrierii mărimilor și unităților SI într-un tabel de date experimentale, prin completarea antetelor cu simbol și unitate (ex.: p/Pa, T/K, I/A , U/V) și verificarea coerenței dimensionale a calculelor. - Transpunerea într-o formă simbolică a unui text științific scurt (despre procese termodinamice, lucru mecanic, intensitatea curentului electric-tensiune electrică), respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Formatarea rezultatelor experimentale cu cifre semnificative și notație științifică (ex.: $U = 8,4\text{ V}$), nu 8,42156), incluzând incertitudinea: (ex. $U = (8,4 \pm 0,5)\text{ V}$), conform convențiilor de raportare. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex. descrierea variației presiunii unui gaz în funcție de temperatura acestuia, descrierea dependenței tensiunii electrice de la bornele sursei de intensitatea curentului electric, dependenței puterii electrice a unui consumator de rezistența electrică a acestuia).

X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a susține comunicarea coerentă a concluziilor.
- Compararea unor reprezentări diferite ale aceleiași situații (ex.: $V=f(T)$, $p=f(V)$), pentru a evidenția modul în care fiecare dintre acestea contribuie la comunicarea clară și corectă a concluziilor. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera grafice dinamice în vederea evidențierii dependențelor fizice (ex.: $p=f(V)$). - Reprezentarea unui grafic (ex.: $p=f(T)$, $I=f(U)$) cu unități de măsură/axe de coordonate/legendă/scări/culori pentru a comunica informații relevante. - Reprezentarea dependenței tensiunii la bornele unei baterii electrice de intensitatea curentului electric prin baterie pentru a determina valorile tensiunii electromotoare și rezistenței interioare ale acesteia.
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.
- Completarea unei fișe de laborator în care descrie materialele, metoda, măsurările și rezultatele. - Redactarea unui raport pentru o lucrare experimentală obligatorie (ex.: verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit), incluzând tabelul, graficul și concluzia. - Redactarea unui mini-raport tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie succintă. - Redactarea unui raport scurt pentru o lucrare experimentală, incluzând tabelul, graficul, surse de erori și concluzia.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.
- Prezentarea rezolvării unei probleme definite, argumentând pas cu pas etapele de rezolvare și alegerea formulelor. - Realizarea unei scurte prezentări pentru a expune soluția unei probleme definite, folosind limbajul specific fizicii. - Prezentarea orală a unei argumentări în care sunt comparate două metode de rezolvare ale aceleiași probleme, cu justificarea alegerii uneia dintre variante.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.
- Identifică efecte pozitive și efecte negative ale utilizării motoarelor termice și motoarelor electrice, pe baza unor studii de caz, pentru evidențierea impactului asupra mediului și comunității umane. - Evidențierea efectelor pozitive și a efectelor negative ale utilizării dispozitivelor electrice în analiza impactului acestora asupra mediului și a comunității.
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica dilemele etice asociate acestora.
- Analizarea relației dintre dezvoltarea tehnologică și consumul de resurse naturale, în vederea identificării riscurilor asupra mediului și echilibrului social. - Analizarea unei soluții energetice pentru o comunitate/locuință în scopul evidențierii impactului asupra mediului - Analizarea unei situații privind gestionarea substanțelor periculoase rezultate din activități de întreținere a motoarelor termice, pentru identificarea dilemelor etice legate de impactul asupra mediului și al comunității (beneficii/riscuri, responsabilitate individuală/colectivă).

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte familiare, pentru a formula întrebări de investigat și ipoteze.	observă sistematic fenomene și procese fizice; identifică variabile relevante și condiții inițiale; formulează întrebări de investigat și ipoteze verificabile; delimitează fapte observabile de interpretări; corelează observații din surse multiple: experiment, simulare, documentare.	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; stare; parametri de stare și de proces; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză. Principii: norme de securitate și sănătate în muncă. Proceduri: observare dirijată; formularea întrebărilor de investigat; enunțarea ipotezelor în termeni operaționali.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare și problematizare; responsabilitate pentru siguranță.
X.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice simple pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	selectează tipul de investigație (experimentală/teoretică); stabilește variabilele și condițiile de lucru; planifică pașii investigației și resursele necesare; alege instrumente și metode adecvate; elaborează variante alternative de investigație și justifică alegerea.	Noțiuni: experiment; model teoretic; ipoteză testabilă; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate. Proceduri: proiectarea planului de investigație; stabilirea domeniului de variație și a numărului de măsurări; elaborarea fișei de lucru; estimarea surselor principale de eroare.	perseverență în planificare; responsabilitate față de resurse; atitudine critică față de propriul demers; orientare spre calitate
X.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și procedee corespunzătoare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante	realizează corect montajul experimental; utilizează instrumente de măsură și surse de informare adecvate; colectează și înregistrează date în mod sistematic; organizează datele în tabele și note de lucru; folosește aplicații digitale/senzori pentru achiziția și organizarea datelor.	Noțiuni: instrument de măsură; rezoluție; calibrare; date experimentale/teoretice. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea măsurării. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea corectă a indicațiilor; notarea seriilor de date; documentarea din surse validate; achiziția digitală a datelor.	disciplină operațională; respectarea normelor PSI/PSM; valorizarea efortului individual și a muncii în echipă; atenție la detaliu.
X.CS.1.4. Prelucurează ghidat date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific	calculează valori medii și mărimi derivate; reprezintă datele grafic; identifică tendințe și relații; compară rezultatele cu ipoteza inițială; estimează incertitudini și discută limitele rezultatelor.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; incertitudine. Principii: raportarea concluziilor la date; validarea ipotezelor. Proceduri: prelucrarea ghidată a datelor; realizarea și interpretarea graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; aplicarea regulilor de cifre semnificative.	respect față de dovezi; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.2.1. Selectează aspectele relevante ale fenomenelor	identifică sistemul analizat și mediul exterior; selectează mărimi fizice	Noțiuni: • <i>Termodinamică:</i> sistem termodinamic, mediu exterior, parametri de stare (p, V, T), stare de echilibru, proces termodinamic; transformări	rigoare conceptuală; respect pentru explicația bazată pe

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
observate pentru a justifica relații cauzale	relevante pentru descriere (de stare / de proces); stabilește condiții inițiale și finale (ce se modifică / ce se menține); delimitează cauză–efect și factorii perturbatori; argumentează selecția pe baza observațiilor și a unui model simplu; compară două explicații alternative și alege varianta susținută de dovezi.	izotermă/izobară/izocoră/adiabatică; energie internă, căldură, lucru mecanic. • <i>Electricitate (CC)</i> : circuit electric, sursă reală (t.e.m., rezistență interioară), tensiune la borne, intensitatea curentului, rezistență electrică, rezistivitate, consumator; densitate de curent. • <i>Electrostatică</i> : sarcină electrică, câmp electric, tensiune electrică. Principii/legi (nivel de selectare, nu de demonstrare) : conservarea energiei în procese/circuite (interpretare calitativă); conservarea sarcinii (interpretare Kirchhoff). Modele : gaz ideal; circuit idealizat cu elemente discrete; câmp uniform. Proceduri : identificarea mărimilor „de urmărit” într-o descriere; formularea lanțului cauzal; explicitarea ipotezelor/idealizărilor (neglijări rezonabile).	dovezi; disponibilitate de a revizui selecția dacă apar date noi.
X.CS.2.2. Utilizează legi și principii fizice pentru a susține explicații ale fenomenelor fizice studiate	recunoaște legea/principiul aplicabil situației; aplică relații fizice în explicații calitative și în calcule simple; justifică de ce legea este aplicabilă (condiții de validitate, la nivel de idee); integrează în explicație reprezentări (schemă, grafic, bilanț); argumentează limitele modelului și sursele principale de abatere.	Noțiuni : • <i>Termodinamică</i> : ecuația termică de stare $pV=nRT$; variația parametrilor în transformări simple; energie internă (mărime de stare); mecanisme de transfer de căldură (conducție/convecție/radiație – nivel funcțional) • <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni de circuit; circuit simplu); rezistență echivalentă serie/paralel; t.e.m. și tensiune la borne; energie și putere electrică; randament <i>Kirchhoff</i> : nod/ramură/ochi de rețea; metode de rezolvare a rețelilor. Principii/legi : • Principiul I al termodinamicii $\Delta U=Q-L$ (aplicații simple); • Principiul II (formularea Carnot, ideea limitării conversiei $Q \rightarrow L$); • Legile lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff; teorema transferului maxim de putere. Modele : gaz ideal; sursă ideală/reală; conductor ohmic; ciclul Carnot – limită teoretică. Proceduri : selecția relațiilor; scrierea bilanțului energetic pentru procese/circuite; justificarea ipotezelor de idealizare; verificarea coerenței dimensionale și a sensului fizic.	încredere argumentată în legi și modele; spirit critic față de explicații insuficient motivate; acceptarea limitelor modelelor; orientare către explicații coerente și verificabile.
X.CS.2.3. Construiște reprezentări calitative/cantitative pentru a evidenția relații între mărimi fizice	construiște tabele (cu unități SI, simboluri) și grafice adecvate; alege variabilele pe axe și scala potrivită; interpretează pante/arii (unde este relevant) și tendințe; utilizează scheme și diagrame pentru a susține explicații; transformă reprezentări (text $\rightarrow$ schemă; tabel $\rightarrow$ grafic; grafic $\rightarrow$ concluzie); corelează graficul cu modelul matematic simplu (liniarizare elementară, unde e cazul).	Reprezentări : • grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$ pentru transformări simple ale gazului ideal; • scheme de circuit (surse, consumatori, rezistențe, aparate de măsură); caracteristica $I-U$ pentru conductor ohmic comparativ, pentru diferite conductoare/condiții. • reprezentări conceptuale: linii de câmp electric. Noțiuni : variabilă, dependență, proporționalitate, constantă; pantă (semnificație fizică în contexte simple); ordin de mărime; cifre semnificative. Proceduri : etichetarea corectă a axelor (mărime, simbol, unitate de măsură); identificarea intervalului de variație; determinarea relației calitative din grafic; folosirea graficului pentru estimări (interpolare simplă).	claritate și acuratețe în reprezentare; rigoare în utilizarea convențiilor; responsabilitate pentru corectitudinea datelor și a interpretării.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.2.4. Explică în limbaj științific fenomene fizice pentru a analiza efectele lor în situații reale	formulează explicații structurate folosind terminologia specifică fizicii; corelează fenomenele studiate cu funcționarea unor sisteme și dispozitive reale; descrie efecte și consecințe fizice directe ale fenomenelor; argumentează explicația prin relații, legi și modele cunoscute; analizează variația efectelor în funcție de modificarea parametrilor sistemului	Noțiuni: <i>Termodinamică:</i> motor termic, sursă caldă/rece, ciclu termodinamic, lucru mecanic util, randament; mașină frigorifică, pompă de căldură, coeficient de performanță; impact tehnologic și de mediu (calitativ). <i>Electricitate:</i> efecte fiziologice ale curentului; intensități periculoase; siguranțe, împământare, reguli de prevenire a accidentelor; pierderi energetice în circuite; randament în circuit; utilizarea reostatului/potențiometrului (aplicații); teorema transferului maxim de putere. Principii: cauzalitate fizică; aplicarea legilor în domeniul de valabilitate; coerența explicației. Proceduri: identificarea mărimilor relevante într-un dispozitiv real; justificarea explicației (lege → aplicare → concluzie); respectarea regulilor de siguranță.	claritate și rigoare în exprimarea științifică; respect pentru explicația bazată pe legi și modele; interes pentru înțelegerea funcționării sistemelor reale; disponibilitate pentru clarificare și reformulare

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.3.1. Analizează informațiile dintr-o problemă definită pentru a stabili variabilele de care depinde soluția.	extrage datele/condițiile din enunț și le organizează; identifică mărimile date și necunoscute; stabilește sistemul analizat și interacțiunile relevante (când este cazul); formulează ipoteze de lucru/idealizări rezonabile (de ex. „gaz ideal”, „conductor ohmic”); alege unități SI și efectuează transformări uzuale; identifică mărimi fizice care influențează puternic rezultatul.	Noțiuni: • <i>Termodinamică:</i> p, V, T, n; parametri de stare; proces/transformare; Q, L, ΔU; randament/coeficient de performanță • <i>Electricitate (CC):</i> I, U, R, ρ, l, S; t.e.m.; rezistență internă r; P, W; randament Principii/legi (ca repere de selecție): pV=nRT; ΔU=Q-L; legea lui Ohm; teoremele lui Kirchhoff. Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; schiță/schemă de principiu; alegerea modelului (ex. gaz ideal, circuit simplu); transformări de unități; identificarea constrângerilor (izoterm/izobar/izocor etc.).	rigoare în organizarea informațiilor; onestitate în explicarea ipotezelor; autonomie în inițierea demersului de rezolvare; disponibilitate pentru revizuirea interpretării enunțului
X.CS.3.2. Utilizează scheme, tabele, grafice sau modele matematice pentru a justifica ipotezele de lucru.	realizează schema circuitului și identifică elementele (sursă, consumator, ramuri/noduri); alege reprezentarea potrivită (tabel, grafic, diagramă p-V/p-T/V-T); traduce enunțul în relații matematice simple (ecuații, proporționalități); justifică ipotezele prin reprezentări (de ex. „izocor” → V=const pe grafic); interpretează relațiile din grafice (variații, pante/arii când e cazul); folosește	Reprezentări: • graficele transformărilor gazului ideal: p-V, p-T, V-T; interpretări funcționale (nu demonstrații elaborate).• scheme de circuite de curent continuu; diagrame nod-ramură-ochi (pentru Kirchhoff).• tabele pentru mărimi derivate (P=UI, W=Pt etc.).• reprezentări pentru câmp electric uniform, linii de câmp; grafice I-U pentru caracteristici. Modele matematice (nivel clasa a X-a): ecuații de gradul I; sisteme simple de ecuații (câte 2) în probleme uzuale; proporționalități; relații funcționale elementare; sisteme mai extinse prin Kirchhoff, la nivel de rețea. Proceduri: desenarea schemelor; etichetarea mărimilor; alegerea variabilelor pe axe; justificarea ipotezelor	orientare spre claritate; rigoare în reprezentări și notații; interes pentru justificarea ipotezelor

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	caracteristica I-U pentru argumentarea modelului ohmic.	prin condiții ale procesului (izoterm etc.) și prin proprietăți ale elementelor (ohmic).	
X.CS.3.3. Aplică principii, legi și teoreme ale fizicii pentru a rezolva probleme definite în contexte variate.	selectează legea/teorema relevantă și o aplică corect; stabilește relații matematice între mărimi fizice pentru a determina necunoscute; calculează numeric folosind unități SI; utilizează bilanțuri energetice simple (termic / electric); rezolvă probleme standard pe transformări simple și circuite CC; rezolvă rețele de circuite prin teoremele lui Kirchhoff și/sau condiția transferului maxim de putere.	Legi/teoreme: • <i>Termodinamică</i> : $pV=nRT$; transformări izotermă/izobară/izocoră/adiabatică (aplicații); $\Delta U=Q-L$; randament (definiție și calcule simple); coeficient de performanță (definiție). • <i>Electricitate (CC)</i> : legea lui Ohm (porțiuni și circuit simplu); rezistențe serie/paralel; putere/energie electrică; randament (în circuit); teoremele lui Kirchhoff (aplicații); teorema transferului maxim de putere. Proceduri/algoritmi : rezolvarea ecuațiilor rezultate; reducerea circuitelor (serie/paralel); scrierea ecuațiilor Kirchhoff (nod/ochi); calcul de putere și energie; utilizarea grafice-lor $p-V$ / $p-T$ / $V-T$ pentru determinări.	perseverență în parcurgerea raționamentului; rigoare și acuratețe în calcule; încredere în demersul logic (pas cu pas); autocontrol în verificarea erorilor
X.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor pentru a argumenta corectitudinea și coerența soluțiilor.	verifică unitățile și coerența dimensională; evaluează plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, semn, limite); compară rezultatul cu condițiile inițiale și cu ipotezele asumate; identifică posibile surse de eroare de modelare/calcul; reformulează soluția dacă apar inconsistențe; testează sensibilitatea rezultatului la variația unui parametru.	Noțiuni : analiză dimensională; ordin de mărime; condiții de valabilitate; limitări ale modelului (gaz ideal, conductor ohmic, neglijări). Proceduri : verificarea ecuațiilor; verificarea cazurilor limită (de ex. $R \rightarrow 0$, $r \rightarrow 0$, $\Delta T \rightarrow 0$ etc., unde e relevant); estimarea efectului unei modificări simple a unui parametru; verificare printr-o metodă alternativă (grafic vs. analitic) în situații simple. Criterii de validare : consistență internă, compatibilitate cu ipotezele, compatibilitate cu interpretarea fizică a procesului/circuitului.	spirit critic și autocritic; responsabilitate pentru calitatea soluției; flexibilitate în revizuirea demersului; orientare către soluții coerente și justificate

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a exprima coerent explicații și raționamente științifice.	definește și utilizează corect concepte și mărimi fizice; folosește simboluri, notații și unități SI conform convențiilor; formulează enunțuri științifice clare (definiție, explicație, concluzie); distinge între observații, relații fizice și interpretări; utilizează notație vectorială și relații simbolice compacte.	Noțiuni : mărimi fizice scalare/vectoriale; simboluri standard; unități SI și prefixe; notație științifică; cifre semnificative. Convenții : scrierea relațiilor fizice; indicarea unităților de măsură; ordinea logică a explicației; utilizarea termenilor specifici. Proceduri : redactarea enunțurilor explicative; scrierea corectă a rezultatelor (valoare + unitate de măsură)	rigoare și acuratețe în exprimare; responsabilitate față de corectitudinea limbajului științific; respect pentru convențiile internaționale; deschidere pentru clarificare și corectare.
X.CS.4.2. Reprezintă date și rezultate prin tabele și grafice pentru a	organizează datele în tabele structurate și corect etichetate; realizează grafice adecvate tipului de date;	Reprezentări : tabele de date experimentale/teoretice; grafice mărime-mărime ($p-V$, $p-T$, $V-T$; $I-U$); scheme	claritate și ordine în prezentare; responsabilitate pentru acuratețea

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
susține comunicarea coerentă a concluziilor.	etichetează corect axele (mărime, simbol, unitate); interpretează tendințe și relații din grafice; integrează tabelele și graficele în explicații scrise/orale; reprezintă incertitudini simple și discută rolul lor.	explicative de circuit sau proces. Noțiuni: variabilă; dependență; proporționalitate; pantă (semnificație fizică, unde este relevant); domeniu de variație. Proceduri: alegerea tipului de grafic; stabilirea scalei; realizarea și citirea graficelor; corelarea graficului cu relația fizică.	reprezentărilor; atenție la detalii
X.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a evidenția logica investigațiilor și validitatea concluziilor.	structurează un raport/proiect pe secțiuni; descrie succint scopul, metoda și rezultatele; integrează tabelele, grafice și scheme relevante; formulează concluzii corelate cu datele obținute; menționează limitele demersului.	Structuri standard: scop; ipoteză; metodă; date/rezultate; analiză; concluzii. Noțiuni: raport științific; rezultat; concluzie; validitate. Proceduri: redactarea coerentă; numerotarea figurilor/tabelor; trimiterea la reprezentări; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	integritate și onestitate în raportare; responsabilitate față de date; disciplină în structurarea informației; respect pentru munca proprie și a altora.
X.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente pentru a argumenta soluții la probleme definite.	explică pașii raționamentului într-o ordine logică; susține soluția prin relații fizice și calcule; utilizează reprezentări pentru clarificare; răspunde la întrebări de clarificare; adaptează nivelul de formalizare la public.	Noțiuni: argument științific; premisă-raționament-concluzie; coerență logică. Proceduri: structurarea prezentării; selectarea pașilor relevanți; utilizarea simbolurilor și unităților corecte; integrarea schemelor/graficelor în explicație; optimizarea prezentării pentru claritate și concizie	claritate și responsabilitate în susținerea ideilor; respect față de interlocutor; încredere argumentată; disponibilitate pentru dialog și clarificare.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
X.CS.5.1. Identifică efecte pozitive și negative ale aplicațiilor științifice și tehnologice pentru a explica impactul acestora asupra individului, societății și mediului.	recunoaște aplicații ale fenomenelor fizice studiate, în contexte cotidiene și tehnologice; identifică efecte directe și indirecte ale utilizării acestora; distinge beneficii de riscuri și limitări; corelează efectele cu mărimi și procese fizice implicate (fără detalieri tehnice); compară aplicații alternative din perspectiva consumului energetic și a efectelor asupra mediului.	Aplicații: • <i>Termodinamică:</i> motoare termice; mașini frigorifice; pompe de căldură; conversia energiei și limitele randamentului; disiparea energiei. • <i>Electricitate:</i> utilizarea energiei electrice în circuite; pierderi energetice; efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare). Noțiuni: impact; beneficiu; risc; limitare; eficiență energetică (noțiune); siguranță în utilizare. Proceduri: identificarea aplicației; enumerarea efectelor pozitive/negative; corelarea efectelor cu procesele fizice de bază; formularea explicației impactului.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; atenție la siguranță în utilizarea tehnologiilor; interes pentru utilizarea responsabilă a resurselor; disponibilitate pentru evaluare echilibrată
X.CS.5.2. Analizează situații generate de progresul științific pentru a identifica	analizează situații concrete generate de utilizarea tehnologiilor bazate pe fenomene fizice; identifică posibile conflicte între beneficii	Situații-problemă: • utilizarea dispozitivelor electrice în condiții de siguranță; • consumul de energie și impactul asupra mediului; • expunerea la câmpuri electrice. Noțiuni: dilemă etică; responsabilitate individuală și colectivă; decizie informată; criterii	judecată responsabilă; respect față de viață, mediu și comunitate; deschidere către puncte de vedere

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
dilemele etice asociate acestora.	și riscuri; recunoaște existența dilemelor etice fără a propune soluții normative elaborate; argumentează poziții simple pe baza unor criterii explicite; analizează scenarii alternative și consecințele acestora.	de analiză (siguranță, eficiență, impact asupra mediului). Proceduri: descrierea situației; identificarea actorilor și a efectelor; compararea beneficiilor și riscurilor; formularea unei poziții argumentate la nivel elementar.	diferite; asumarea responsabilității pentru propriile acțiuni

CLASA a X-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Termodinamica	1.1. Agitația termică	
	1.1.1. Fenomene macroscopice care evidențiază agitația termică	- mișcare browniană; difuzie; rolul observației și al experimentului în cunoașterea științifică
	1.1.2. Agitația termică. Proprietăți	- agitație termică; mișcare dezordonată a particulelor; energie asociată mișcării particulelor; temperatură (interpretare calitativă microscopică); echilibru termic
	1.2. Mărimi fizice caracteristice structurii discrete a substanței	- model microscopic al materiei; particulă (atom/moleculă); cantitate de substanță; constanta lui Avogadro; masă molară
	1.3. *Fenomene de suprafață și fenomene capilare	strat superficial; tensiune superficială (calitativ); tendința de minimizare a ariei suprafeței (legată de energia stratului superficial – calitativ); pelicule de lichid (ex. pelicule de săpun); interacțiunea lichid-solid; forțe de coeziune și forțe de adeziune; menisc; capilaritate; aplicații (ex. materiale poroase, fitil, sol, plante)
	1.4. Noțiuni termodinamice de bază	sistem termodinamic; mediu exterior; parametri de stare; parametri independenți; stare de echilibru termodinamic; proces termodinamic; proces cvasistatic; reprezentări grafice ale stării sistemului
	1.5. Modelul gazului ideal.	
	1.5.1. Noțiuni de TCM. Ecuația termică de stare	gaz ideal (model); comparație cu gaz real (calitativ); presiune (interpretare microscopică – calitativ); temperatură absolută; ecuație termică de stare ($pV = nRT$); mol; constanta universală a gazelor
	1.5.2. Transformări simple ale gazului ideal	transformare izotermă; izobară; izocoră; reprezentări grafice $p-V$, $p-T$, $V-T$; variația parametrilor de stare
	1.6. Energia internă. Lucrul mecanic și căldura.	energie internă – mărime de stare; interpretare microscopică a energiei interne; lucru mecanic și căldură – forme de schimb de energie, mărimi de proces; coeficienți calorici; mecanisme de transfer de căldură (conducție, convecție, radiație – nivel funcțional)
	1.7. Principiul I al termodinamicii și aplicarea acestuia la transformările simple ale gazului ideal	Principiul I – bilanț energetic simplu ($\Delta U = Q - L$); aplicații calitative și numerice pentru proces izocor/ izobar/

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		izoterm/ adiabatic; relația Robert-Mayer
	1.8. Principiul al II-lea al termodinamicii. Formularea Carnot	ireversibilitate; imposibilitatea conversiei integrale $Q \rightarrow L$ în proces ciclic; enunțuri (Thomson / Clausius – la nivel de idee); ciclu Carnot; randament maxim (limită teoretică)
	1.9. Mașini termice	mașină termică; ciclu termodinamic; sursă caldă/sursă rece; motor termic; lucru mecanic util; randament (definiție); impact tehnologic și de mediu (calitativ); mașină frigorifică; pompă de căldură; eficiență energetică (coeficient de performanță)
2. Electricitate	2.1. Interacțiunea electrostatică. Câmpul electrostatic.	sarcină electrică; interacțiune electrostatică; câmp electrostatic; linii de câmp
	2.2. Circuite electrice de curent continuu	circuit electric; sursă de tensiune; consumator; conductor; circuit închis/deschis; schemă a circuitului
	2.2.1. Intensitatea curentului electric	curent electric; intensitatea curentului electric; sens convențional; purtători de sarcină mobili; densitate de curent (noțiune)
	2.2.2. Tensiunea electromotoare. Tensiunea la borne. Tensiunea interioară	tensiune electromotoare; tensiune electrică; tensiune interioară; sursă reală; transfer de energie în circuit
	2.2.3. Rezistența electrică	rezistență electrică; dependența rezistenței de material, lungime și secțiune; dependența rezistivității de temperatură (pentru metale și calitativ pentru semiconductori)
	2.2.4. Legile lui Ohm	legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit; conductor ohmic; legea lui Ohm pentru un circuit simplu; caracteristici I–U
	2.2.5. Rețele electrice. Teoremele lui Kirchhoff	nod; ramură; ochi de rețea; teoremele lui Kirchhoff; metode de rezolvare a circuitelor
	2.2.6. Gruparea rezistoarelor	rezistență echivalentă; rețele serie/paralel; repartizarea tensiunii și a intensității curentului
	2.2.7. Reostatul. Potențiometrul	rezistor variabil; reostat; potențiometru; divizor de tensiune; aplicații
	2.2.8. Gruparea surselor de tensiune	surse de tensiune în serie; surse de tensiune în paralel; aplicații
	2.2.9. *Măsurarea rezistenței electrice. Metoda ampermetrului și voltmetrului	metoda ampermetrului și voltmetrului; erori de măsurare; condiții de aplicare
	2.2.10. Energia și puterea într-un circuit electric	
	2.2.10.1. Efectul termic al curentului electric	energie electrică; putere electrică; bilanț energetic; efect Joule; disipare de energie; aplicații
	2.2.10.2. Randamentul	randament; pierderi

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.2.10.3. Teorema transferului maxim de putere	condiția de transfer maxim de putere; puterea utilă maximă furnizată de sursă
	2.2.11. Efecte fiziologice ale curentului electric; dispozitive de protecție (siguranțe, împământare); reguli de prevenire a accidentelor	efecte fiziologice ale curentului; intensitate periculoasă; siguranțe; împământare; măsuri de protecție și prevenire a accidentelor electrice

Notă privind marcajul „*“: Conținutul marcat cu „*“ este opțional, fiind destinat extinderii/aprofundării/performancei.

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Studiul fenomenelor superficiale/fenomenelor capilare
2. Transformări simple ale gazului ideal. Studiul experimental al unei transformări simple.
3. Determinarea căldurii specifice a unei substanțe prin metoda calorimetrică
4. Verificarea experimentală a legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit
5. Studiul grupării rezistoarelor/generatoarelor electrice
6. Determinarea parametrilor fizici caracteristici unei surse de tensiune

CLASA a XI-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Observarea comparativă a micilor oscilații a două pendule cu lungimi diferite, respectiv a două pendule cu mase diferite, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Observarea formării franjelor de interferență în cadrul unui experiment real sau virtual cu dispozitivul Young, pentru identificarea variabilelor relevante și formularea de ipoteze argumentate privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Observarea dependenței intensității curentului electric de frecvența tensiunii alternative aplicate la bornele unui circuit serie RLC și formularea de întrebări de investigat privind condițiile în care valoarea efectivă a intensității curentului devine maximă.

XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența perioadei micilor oscilații ale pendulului gravitațional de parametrii sistemului.
- Stabilirea materialelor necesare, a modului de lucru (cu precizarea variabilelor controlate) și a formei de organizare a datelor experimentale pentru testarea ipotezelor privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile dispozitivului Young.
- Identificarea mărimilor fizice care trebuie controlate, respectiv măsurate și stabilirea etapelor unui experiment în care frecvența tensiunii alternative la bornele unui circuit serie RLC este variată, pentru verificarea ipotezei existenței unei frecvențe la care valoarea efectivă a intensității curentului prin circuit este maximă.

XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.

- Măsurarea perioadei micilor oscilații ale unui pendul gravitațional pentru valori diferite ale parametrilor sistemului, în cadrul unui experiment real sau virtual și înregistrarea datelor obținute în format tabelar.
- Determinarea interfranjei într-o figură de interferență obținută cu dispozitivul Young și înregistrarea datelor obținute în format tabelar, în vederea evidențierii dependenței interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului.
- Măsurarea intensității curentului electric într-un circuit serie RLC, pentru valori diferite ale frecvenței tensiunii alternative la bornele circuitului și înregistrarea datelor obținute, în vederea identificării frecvenței de rezonanță.

XI.CS.1.4. Prelucreează seturi de date obținute din investigații experimentale și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științifice.

- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unor concluzii argumentate științifice privind factorii care influențează perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.
- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unei concluzii argumentate științifice privind dependența interfranjei de lungimea de undă și de caracteristicile geometrice ale dispozitivului Young.
- Reprezentarea grafică a dependenței intensității curentului de frecvență și corelarea datelor experimentale cu impedanța circuitului pentru formularea concluziilor privind condițiile de apariție a rezonanței într-un circuit serie RLC.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica.
- Identificarea asemănărilor dintre oscilațiile pendulului elastic studiat și mișcările unor dispozitive din viața cotidiană (de exemplu: arcurile unei saltele, amortizoarele unei biciclete, mecanismul unui ceas etc.), prin observarea caracteristicilor comune. - Identificarea aspectelor similare dintre transmiterea selectivă a luminii prin polarizor și reducerea reflexiilor orbitoare cu ochelari polarizanți, prin evidențierea faptului că lumina reflectată este parțial polarizată și poate fi blocată selectiv. - Identificarea aspectelor similare fenomenului de rezonanță mecanică prin analizarea unor situații cotidiene în care obiecte obișnuite (de exemplu: pahare, mobilier ușor, geamuri etc.) încep să vibreze puternic atunci când sunt expuse la sunete sau vibrații cu anumite frecvențe.
XI.CS.2.2. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științifice.
- Corelarea cu principiul superpoziției și cu relația pentru frecvențele proprii, a observațiilor experimentale privind undele staționare pe o coardă fixată la ambele capete, cu identificarea numărului de noduri și ventre. - Corelarea datelor din graficele tensiunii și intensității într-un circuit RLC serie în curent alternativ (generate prin simulare/experiment) cu relațiile obținute din diagrama fazorială și determinarea defazajului dintre $u(t)$ și $i(t)$, cu formularea concluziei privind regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță). - Corelarea valorilor măsurate ale unghiurilor de incidență și refracție pentru un fascicul luminos îngust, la ieșirea în aer prin fața plană a unui semicilindru transparent, cu legea lui Snell, prin construirea graficului $\sin r = f(\sin i)$ și interpretarea pantei acestuia.
XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a argumenta relații între mărimi fizice.
- Analizarea variației energiei unui oscilator armonic ideal pe baza reprezentărilor grafice a dependențelor energie-timp și formularea unei explicații argumentate privind corelațiile dintre energia potențială, energia cinetică și energia totală. - Analizarea reprezentării vectoriale a unei unde electromagnetice pentru identificarea direcției de propagare, a orientării vectorilor E și B, precum și a fazei comune a variațiilor lor și argumentarea caracterului transversal al unde. - Analizarea graficelor $T^2(m)$ și $T^2(1/k)$ (obținute din date experimentale) și identificarea relațiilor de proporționalitate, pentru argumentarea dependenței de parametrii m și k a perioadei de oscilație.
XI.CS.2.4. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.
- Explicarea funcționării unui generator de tensiune alternativă (nivel de principiu). - Explicarea funcționării unui ecograf prin raportare la reflexia ultrasunetelor pe interfețe între medii cu proprietăți diferite. - Explicarea funcționării unei rețele de difracție ca instrument de analiză spectrală (spectroscopie) pe baza fenomenelor de difracție și de interferență a luminii.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.
- Analizarea forțelor de revenire care acționează asupra unui corp/ sistem pentru a stabili o ipoteză de lucru. - Calcularea și compararea reactanțelor într-un circuit RLC pentru a realiza diagrama fazorială în vederea determinării valorilor mărimilor electrice de interes. - Identificarea tipului de sistem care produce unde staționare (coardă/tub sonor) și a condițiilor la capete (nod/ventru), pentru selectarea relațiilor necesare determinării frecvenței fundamentale și armonicilor emise.

XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.
- Utilizarea metodei fazoriale în compunerea a două oscilații coliniare de aceeași frecvență, pentru justificarea condițiilor în care amplitudinea rezultantă este maximă sau minimă în funcție de diferența de fază. - Utilizarea reprezentării grafice a evoluției în timp a mărimilor caracteristice unui oscilator armonic, pentru argumentarea relațiilor dintre mărimi și validarea demersului de rezolvare prin concordanța cu modelul teoretic. - Utilizarea unei simulări digitale a interferenței în dispozitivul Young, pentru justificarea soluției unei situații-problemă prin corelarea rezultatelor cu modelul matematic al interferenței.
XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.
- Aplicarea modelului oscilatorului liniar armonic pentru a determina perioada de oscilație a unor puncte materiale sau corpuri a căror mișcare poate fi asociată unui astfel de model. - Aplicarea modelului unde plane pentru a determina elongația unui punct material aflat la o distanță cunoscută de sursă, la un anumit moment. - Aplicarea condițiilor de interferență pentru determinarea pozițiilor franjelor de interferență într-un dispozitiv interferențial
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un oscilator armonic, pentru verificarea coerenței soluției prin raportare la situații-limită și la contexte reale. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un circuit RLC, pentru evaluarea regimului de funcționare al circuitului. - Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme referitoare la propagarea undelor mecanice, pentru verificarea coerenței fizice prin estimarea ordinului de mărime și discutarea condițiilor de valabilitate ale modelului utilizat.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.
- Extragerea informațiilor științifice relevante dintr-un text (ex.: despre mișcarea unui pendul elastic/gravitațional, rezonanța unui circuit de curent electric alternativ, polarizarea luminii) și prezentarea lor respectând convențiile internaționale (SI, simboluri, diagrame). - Descrierea unei mișcări oscilatorii armonice prin relații matematice și reprezentări grafice $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$. - Descrierea comportării unui circuit electric în curent alternativ prin relații matematice, reprezentări grafice $i(t)$, $u(t)$ și reprezentări fazoriale. - Descrierea unui fenomen observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii (ex.: descrierea propagării unei unde mecanice, descrierea interferenței undelor mecanice, descrierea principiului de funcționare a unei antene radio).
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- Realizarea unor reprezentări grafice diferite ale aceleiași situații, pentru a evidenția aspecte complementare ale fenomenului studiat, în vederea îmbunătățirii clarității concluziilor. - Reprezentarea grafică a legii de mișcare a unui pendul elastic pentru valori diferite ale masei corpului, în scopul evidențierii influenței masei asupra perioadei de oscilație. - Reprezentarea diagramei fazoriale a unui circuit serie RLC pentru a justifica regimul de funcționare al circuitului (inductiv/capacitiv/rezonanță).
XI.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.

- Redactarea unui raport de investigație despre energia oscilatorului armonic, $E_c(t)$, $E_p(t)$, $E(t)$, pentru a explica în ce condiții modelul teoretic de conservare a energiei mecanice se confirmă.
- Redactarea unui raport pentru determinarea experimentală a valorii accelerației gravitaționale folosind un pendul gravitațional, incluzând compararea rezultatului obținut cu valoarea standard $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.
- Redactarea un proiect tip „poster științific”, care include titlu, scop, date, grafic și o concluzie (ex: fenomenul de rezonanță, unde seismice).
- Realizarea unui proiect în care se compară rezultatele experimentale/teoretice cu o simulare digitală (aceiași parametri), explicând diferențele care apar, pentru a identifica limitele modelului.

XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.

- Prezentarea raționamentului de rezolvare a unei probleme aplicative de tip „tuner radio”: alegerea unei valori plauzibile pentru inductanță și calcularea valorii capacității electrice necesare pentru o frecvență dată, argumentând științific modificarea frecvenței recepționate prin schimbarea capacității electrice a condensatorului.
- Prezentarea unui raționament care stă la baza alegerii ordinelor de mărime pentru valorile parametrilor geometrici ai unui dispozitiv Young, astfel încât franjele de interferență să fie vizibile.
- Prezentarea, în scris, a raționamentului care explică formarea maximelor de difracție prin reflexie pe suprafața unei rețele de difracție (inclusiv CD/DVD) pentru a argumenta influența constantei rețelei asupra aspectului figurii de difracție.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.

- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice în comunicații din perspectiva beneficiilor și riscurilor, pentru formularea unor poziții argumentate într-o dezbatere.
- Analizarea efectului de poluare fonică a unor tehnologii, prin raportare la intensitate și nivel de intensitate sonoră, pentru evidențierea impactului asupra sănătății și calității vieții.
- Analizarea aplicațiilor undelor electromagnetice și a expunerii în situații uzuale, pentru distingerea între efecte demonstrate științific și percepții sociale neconfirmate.

XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.

- Evaluarea unor soluții tehnologice pentru reducerea poluării fonice (sonometre, panouri antifonice, izolație acustică) pentru a susține o decizie care îmbină progresul infrastructurii cu protecția comunității.
- Evaluarea opțiunilor de reducere și optimizare a consumului de energie electrică în curent alternativ, pentru adoptarea unor decizii responsabile, bazate pe criterii de siguranță și impact.
- Evaluarea informațiilor furnizate de instrumente și sisteme de monitorizare seismică, pentru justificarea unor măsuri de protecție a populației și reducere a riscurilor.

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a formula ipoteze argumentate	observă sistematic fenomene și procese fizice în situații noi; identifică sistemul, variabilele relevante și condițiile inițiale; formulează ipoteze verificabile, în termeni operaționali; delimitează observații de interpretări; corelează informații din surse diverse (experiment, simulare, documentare).	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; model; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză; parametri caracteristici ai oscilațiilor și undelor (A, T, frecvență, fază, λ , v); condiții de interferență/difracție (operațional); mărimi fizice în circuite de c.a. (U, I, Z); mărimi fizice în optică (indice de refracție). Principii: investigarea se bazează pe dovezi; respectarea normelor de securitate în laborator; utilizarea responsabilă a surselor de informare. Proceduri: observare dirijată; formularea ipotezelor în termeni măsurabili; identificarea factorilor care pot influența rezultatul; utilizarea fișelor de observație.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; disponibilitate pentru explorare în contexte noi; responsabilitate pentru siguranță; deschidere către revizuirea ipotezei pe baza datelor.
XI.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală/teoretică/simulare) în funcție de ipoteză; stabilește variabilele și modul de control; planifică pașii investigației și resursele; selectează instrumente și metode adecvate; precizează modul de colectare a datelor și criterii simple de validare; propune o variantă alternativă de plan și justifică alegerea.	Noțiuni: plan de investigație; măsurare repetată; eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; domeniu de variație; rezoluție; calibrare elementară; simulare digitală. Principii: controlul variabilelor; reproductibilitate; trasabilitatea datelor (să fie clar „de unde vin”); utilizarea instrumentelor în condiții de siguranță. Proceduri: proiectarea unei secvențe de măsurări; stabilirea numărului de determinări; alegerea scării și a unităților; proiectarea unei simulări simple (parametri de intrare/ieșire); identificarea surselor principale de eroare (fără formalism avansat).	perseverență și responsabilitate în planificare; atitudine critică față de propriul demers; respect pentru resurse și timp; orientare spre calitate și siguranță.
XI.CS.1.3. Realizează experimente și documentări, utilizând instrumente și aplicații digitale, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice.	realizează montajul experimental și verifică funcționarea lui; utilizează corect instrumente de măsură și surse validate; colectează date în mod sistematic (inclusiv serii de măsurări); organizează datele în tabele structurate (cu	Noțiuni: date experimentale/teoretice; fișă de lucru; eșantion de date; instrument de măsură; senzor; aplicație digitală de achiziție/prelucrare. Principii: acuratețea citirii; consecvența în înregistrare; respectarea normelor PSI/PSM; protecția echipamentelor și a colegilor. Proceduri: montaj și calibrare elementară; citirea și notarea corectă; completarea tabelelor (antete:	disciplină operațională; responsabilitate pentru siguranță și echipamente; valorizarea muncii în echipă; atenție la detaliu; respect pentru date (nu „ajustări” nejustificate).

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	simboluri și unități); utilizează aplicații digitale/senzori pentru achiziția și stocarea datelor; documentează pașii și condițiile de lucru.	mărire-simbol-unitate); salvarea și etichetarea fișierelor; documentarea din surse validate; reguli simple de lucru cu date digitale (format, unități, descriere).	
XI.CS.1.4. Prelucurează seturi de date obținute din investigații experimentale și teoretice complexe pentru a formula concluzii argumentate științifice	calculează mărimi derivate și valori medii din serii de date; realizează grafice adecvate și interpretează tendințe; compară rezultate cu ipoteza inițială și cu un model simplu; identifică abateri evidente și posibile cauze; estimează incertitudini la nivel operațional (aproximări, comparații între măsurări repetate); formulează concluzii argumentate pe baza datelor și precizează limitele lor.	Noțiuni: medie aritmetică; relație funcțională; reprezentare grafică; abatere; incertitudine; cifre semnificative (utilizare). Principii: concluziile se raportează la date; verificarea coerenței rezultatelor; transparența ipotezelor și a limitărilor. Proceduri: prelucrarea seriilor de date (tabele → grafice); interpretarea pantei/tendinței în contexte simple; compararea cu ipoteza; identificarea valorilor atipice și discutarea lor; estimarea incertitudinii prin repetare/variație; redactarea concluziei.	respect față de dovezi; răbdare și perseverență în analiză; acceptarea erorilor și revizuirea concluziilor; integritate academică; deschidere la feedback privind corectitudinea prelucrării și a interpretării.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.2.1. Identifică aspecte similare între fenomene studiate și fenomene observate pentru a le explica	stabilește corespondențe între model și realitate; utilizează exemple concrete pentru clarificare; diferențiază între analogie și identitate fizică.	Noțiuni: model fizic; analogie; fenomen real vs. fenomen idealizat; oscilații mecanice și oscilații electromagnetice; unde mecanice și unde electromagnetice; rezonanță; disipare; interferență; difracție; reflexie/refracție (unde/lumină). Principii: explicația științifică se bazează pe modele cu domeniu de valabilitate; limitele analogiilor. Proceduri: identificarea elementelor comune; formularea explicației prin raportare la model; precizarea limitelor comparației.	interes pentru înțelegerea fenomenelor reale; rigoare în utilizarea analogiilor; disponibilitate pentru clarificare conceptuală; respect pentru explicația fundamentată.
XI.CS.2.2. Corelează date experimentale cu relații fizice cunoscute; selectează legea/principiul	corelează date experimentale cu relații fizice cunoscute; selectează legea/principiul	Noțiuni: lege fizică; principiu; relație funcțională; domeniu de valabilitate; date experimentale; reprezentare grafică.	respect pentru dovezi; onestitate intelectuală; atenție la

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
fizice pentru a susține explicații argumentate științifice	relevant; argumentează explicația prin raportare la date; verifică coerența explicației cu domeniul de valabilitate al legii; utilizează grafice și tabele ca suport al explicației.	Legi/principii: legi fizice/principii studiate. Proceduri: formularea explicației argumentate (date → lege → concluzie).	limitele explicației; deschidere pentru revizuirea explicației.
XI.CS.2.3. Analizează reprezentări calitative/cantitative pentru a argumenta relații între mărimi fizice	interpretează grafice, diagrame și reprezentări fazoriale; identifică tendințe, corelații și dependențe; utilizează reprezentări pentru a susține explicații; corelează reprezentarea cu modelul fizic; evită suprainterpretarea datelor.	Reprezentări: grafice $A-t$, $x-t$, $v-t$; diagrame fazoriale; grafice de rezonanță (calitativ); grafice optice; reprezentări de unde; scheme de circuit RLC. Noțiuni: variabilă; dependență funcțională; amplitudine; fază; frecvență; impedanță; defazaj; ordin de mărime. Proceduri: citirea corectă a reprezentărilor; extragerea informațiilor relevante; argumentarea relației pe baza reprezentării.	rigoare în interpretare; atenție la semnificația fizică; rigoare în interpretarea graficelor și diagramei; responsabilitate în utilizarea reprezentărilor.
XI.CS.2.4. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.	explică funcționarea sistemelor prin raportare la modele fizice; integrează date experimentale în raționament; utilizează scheme și reprezentări pentru clarificare; structurează explicația logic (model → date → concluzie); recunoaște limitele modelului utilizat.	Modele și sisteme: oscilator mecanic/EM; circuit RLC; generator; antenă; instrumente de măsură. Noțiuni: sistem; dispozitiv; model teoretic; conversie/transfer de energie; semnal. Proceduri: structurarea explicației; utilizarea schemei; integrarea datelor; precizarea limitelor modelului.	interes pentru aplicațiile fizicii; claritate și coerență în raționament; respect pentru rigoare științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.3.1. Structurează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.	identifică datele, necunoscutele și condițiile enunțului; reprezintă situația prin schiță/schemă; stabilește ipoteze de lucru simple și explicite (oscilații mici; undă plană; elemente ideale; lumină monocromatică); selectează mărimi relevante și relațiile de legătură; alege o	Noțiuni: sistem; model idealizat; condiții inițiale; A , T , frecvență, ω , fază, λ , v , diferență de fază, diferență de drum; nod/ventru; armonică; impedanță (Z), reactanță (X_L , X_C), defazaj; valori efective (U_{ef} , I_{ef}); puteri în c.a. (P , P_r , S), factor de putere; indice de refracție. Principii: alegerea modelului potrivit și a domeniului de valabilitate; coerență dimensională; explicitarea ipotezelor înainte de calcul. Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; alegerea sistemului de referință și a reprezentării; stabilirea planului (etape);	rigoare și ordine în gândire; perseverență; responsabilitate în formularea ipotezelor; disponibilitate de a revizui planul când apar consecvențe.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	strategie (analitică, grafică etc.).	verificare preliminară a „fezabilității” (ordin de mărime, valori tipice).	
XI.CS.3.2. Argumentează demersul rezolvării, prin modele matematice, reprezentări grafice sau simulări digitale, pentru a justifica soluțiile.	justifică alegerea relațiilor folosite (de ce se aplică în situația dată); folosește reprezentări grafice/diagrame pentru a susține pașii (ex. diagrame fazoriale); utilizează tabele și grafice pentru date/rezultate intermediare; folosește simulări digitale simple (unde/oscilații/circuit/optică) pentru verificarea tendințelor, nu pentru a „înlocui” raționamentul; explică rolul aproximărilor (de ex. oscilații mici; elemente ideale).	Noțiuni: legea de mișcare a oscilatorului armonic; relații între ω , T , frecvență, A , energie mecanică a oscilatorului (E , E_c , E_p) și variația lor; amortizare (noțiune) și disipare (calitativ); rezonanță (condiții, efecte).• Unde: $v = \lambda f$; condiții de interferență (maxime/minime) prin diferență de drum/fază (operațional); unde staționare pe fir (noduri/ventre, armonici, frecvențe proprii) – utilizare. • Circuit LC/RLC în c.a.: Z în RLC serie (operațional); defazaj; dependența I_{ef} de frecvență; rezonanță electrică; putere activă/reactivă/aparentă și factor de putere (interpretare, calcule simple). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție; Young/rețea de difracție. Proceduri: alegerea și justificarea modelului; explicitarea aproximărilor; folosirea diagramei fazoriale; folosirea graficelor pentru a argumenta tendințe; utilizarea simulării ca verificare a comportării (tendință, dependență).	rigoare în justificare; atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; onestitate în utilizarea simulărilor (ca suport, nu ca înlocuire a raționamentului)
XI.CS.3.3. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.	aplică relații/legi/principii adecvate; efectuează calcule elementare și transformări de unități de măsură; estimează ordine de mărime pentru a verifica rapid plauzibilitatea; utilizează corect simboluri și unități de măsură.	Legi/teoreme/relații aplicative: Oscilații mecanice: legea de mișcare, viteza, accelerația oscilatorului armonic (utilizare în probleme); perioadă pendul elastic și gravitațional; compunerea oscilațiilor paralele (amplitudine rezultantă în funcție de diferența de fază). Unde mecanice: $v = \lambda f$; reflexie/refracție (legile); interferență (condiții de maxim/minim); unde staționare pe fir (armonică, frecvențe proprii); sunet (nivel de intensitate, interpretări simple). • Oscilații EM și c.a.: valori efective; reactanțe; impedanță și defazaj în RLC serie; rezonanță; puteri și factor de putere (aplicare elementară). • Optică: legile reflexiei/refracției; indice de refracție; interferență/difracție (Young, rețea); polarizare (aplicații – calitativ). Proceduri: aplicarea relațiilor cu verificare dimensională; transformări de unități de măsură; estimări; formularea rezultatelor cu	responsabilitate; perseverență; prudență în interpretarea rezultatelor în contexte reale; încredere în raționament și verificare.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		unități și cifre semnificative potrivite.	
XI.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.	verifică plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, cazuri-limită); verifică dacă soluția este compatibilă cu condițiile inițiale și ipotezele; identifică domeniul de valabilitate al modelului (de ex. oscilații mici; elemente ideale; aproximări calitative); identifică posibile surse de abatere (măsurare, model, rotunjiri).	Noțiuni: validare; plauzibilitate; caz-limită; sensibilitate; domeniu de valabilitate; eroare/abatere (noțiuni); aproximare; incertitudine (nivel funcțional). Principii: rezultatul trebuie interpretat fizic; orice model are limite; concluziile se formulează în acord cu ipotezele și datele. Proceduri: verificare prin estimare; verificare dimensională; discutarea limitelor modelului; redactarea concluziei (rezultat → interpretare → limită).	spirit reflexiv; onestitate intelectuală; acceptarea limitelor și a revizuirii; responsabilitate în raportarea concluziilor; deschidere la feedback.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.	utilizează corect terminologia; folosește simboluri standard și unități SI; redactează enunțuri clare, cu structură logică; distinge între limbaj cotidian și limbaj științific; precizează ipotezele și condițiile de valabilitate ale afirmațiilor.	Noțiuni și convenții: simboluri ale mărimilor fizice și unități SI; scrierea relațiilor fizice; utilizarea notației științifice; cifre semnificative (utilizare). Principii: claritate și coerență a exprimării; separarea afirmațiilor de interpretări; respectarea domeniului de valabilitate al relațiilor și modelelor utilizate. Proceduri: redactarea structurată a explicațiilor; formularea enunțurilor în limbaj științific.	rigoare în exprimare; respect pentru limbajul științific; responsabilitate față de semnificația termenilor; disponibilitate pentru corectare.
XI.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate obținute din experimente reale sau virtuale pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit datelor; construiește grafice cu axe, unități și scale corecte; utilizează diagrame fazoriale și grafice specifice (ex. rezonanță – calitativ); interpretează și explică informația transmisă de reprezentare.	Reprezentări: grafice; diagrame fazoriale; reprezentări suport (scheme de circuit; scheme optice). Principii: corectitudinea reprezentării; lizibilitatea; adecvarea reprezentării la mesajul transmis. Proceduri: alegerea scării; etichetarea axelor; reprezentarea seriilor de date (tabel → grafic); explicarea graficului în text; formularea concluziei pe baza graficului.	atenție la semnificația fizică a reprezentărilor; rigoare și claritate; responsabilitate în comunicarea datelor; deschidere la feedback.
XI.CS.4.3. Redactează rapoarte	organizează raportul/proiectul pe	Structuri de comunicare: raport de laborator; proiect; fișă	responsabilitate și onestitate academică;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
de laborator și proiecte științifice structurate pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și rezultate experimentale.	secțiuni; descrie clar montajul și procedura; integrează datele și graficele în argumentare; raportează rezultatele la modelul teoretic utilizat; precizează limitele experimentului și ale interpretării.	de investigație. Noțiuni: scop; ipoteză; metodă; date; analiză; concluzie; limită; sursă de eroare. Principii: coerența internă a documentului; trasabilitatea datelor; raportarea concluziilor la ipoteze și date. Proceduri: redactarea structurată; integrarea tabelelor/graficelor; formularea concluziilor pe baza dovezilor; citarea surselor utilizate.	valorizarea muncii proprii și în echipă; perseverență; atenție la calitatea comunicării.
XI.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare; justifică alegerile făcute (model, relații, ipoteze); utilizează scheme și reprezentări ca suport al prezentării; răspunde argumentat la întrebări și obiecții; formulează concluzii clare, adaptate contextului.	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată. Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public.	grijă pentru acuratețea informației comunicate; respect față de argumentele bazate pe dovezi; încredere în raționamentul propriu; deschidere la dialog.

CG 5: *Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile*

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.	identifică aplicații ale fenomenelor fizice studiate (energie electrică, unde EM, optică, tehnologii de măsurare); descrie efecte pozitive și efecte nedorite asociate utilizării acestora; analizează riscuri din perspectiva siguranței, sănătății și mediului; utilizează argumente bazate pe principii fizice pentru a susține analiza; delimitează fapte științifice de opinii sau percepții sociale.	Aplicații și contexte: producerea, transportul și utilizarea energiei electrice (c.a.); rezonanță (mecanică/EM) – efecte și riscuri; sunet și poluare fonică; unde electromagnetice (comunicații, spectru – nivel informativ); aplicații ale opticii ondulatorii (polarizori, LCD, spectroscopie etc.) ; sisteme de măsurare și monitorizare. Principii: evaluarea riscului se bazează pe date și explicații fizice; diferențierea între cauză și efect; recunoașterea incertitudinilor. Proceduri: identificarea aplicației; descrierea mecanismului fizic implicat; listarea efectelor; analiza riscurilor; formularea concluziilor argumentate.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; prudență în evaluarea riscurilor; respect pentru dovezile științifice; deschidere către informare corectă.
XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru	compară opțiuni tehnologice pe baza criteriilor de siguranță, eficiență și	Concepte-cheie: decizie informată; criterii de evaluare (siguranță, eficiență, impact);	responsabilitate civică; echilibru și prudență în

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, concep- tuate și procedurale)	Atitudini
a susține decizii bazate pe principii etice.	impact; argumentează o decizie folosind cunoștințe de fizică; recunoaște limitele cunoașterii și ale modelelor utilizate; formulează recomandări simple, adaptate contextului; comunică decizia și justificarea acesteia în mod coerent.	responsabilitate; prevenție; comportament de protecție; incertitudine. Principii: deciziile se bazează pe informații validate; respectarea normelor de siguranță. Proceduri: formularea criteriilor; compararea opțiunilor; justificarea alegerii; precizarea limitelor și condițiilor de aplicare.	decizie; respect față de reguli și norme; deschidere către dialog și argumentare.

CLASA a XI-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Oscilații și unde mecanice	1. Oscilații mecanice	
	1.1. Mișcări periodice	mișcare periodică; mișcare oscilatorie; echilibru stabil; elongație; amplitudine; perioadă; frecvență;
	1.2. Oscilatorul armonic	
	1.2.1. Modelul <i>oscilator armonic</i>	oscilații armonice; modelul oscilatorului armonic; forță de revenire; pulsație; fază; fază inițială; legea de mișcare; legea vitezei; legea accelerației;
	1.2.2. Pendulul elastic	pendul elastic; constanta elastică; perioadă de oscilație (dependențe funcționale)
	1.2.3. Pendulul gravitațional	pendul gravitațional; oscilații mici; perioadă de oscilație
	1.2.4. Energia mecanică a oscilatorului armonic	energie cinetică; energie potențială elastică; conservarea energiei mecanice (în absența amortizării); transformare energie potențială elastică ↔ energie cinetică; amplitudine și energie
	1.3. Compunerea oscilațiilor paralele de frecvențe egale	superpoziție; compunerea oscilațiilor; fazor; amplitudine rezultantă; dependența de diferența de fază; condiții de obținere a amplitudinii maxime/minime în funcție de diferența de fază (calitativ și operațional)
	1.4. Transferul energiei de la un oscilator la altul. Rezonanța mecanică	regim permanent; transferul energiei; rezonanța mecanică (calitativ); frecvență proprie
	2. Unde mecanice	
	2.1. Producerea și caracteristicile undelor mecanice	undă mecanică; mediu de propagare; perturbație; unde transversale; unde longitudinale; undă progresivă; rază; front de undă; suprafață de undă; lungime de undă; viteză de propagare; undă plană; undă sferică (noțiuni)
	2.2. Reflexia și refracția undelor mecanice	reflexie; refracție; legile reflexiei (enunțuri); legile refracției (enunțuri);
	2.3. Interferența undelor mecanice	unde coerente; interferență; condiții de interferență (maxime/minime); diferență de fază; diferență de drum (calitativ și operațional)
	2.4. Unde staționare	reflexie pe mediu dur undă staționară; nod; ventru; coarda sonoră, tub sonor; armonici; frecvențe proprii de oscilație;
	2.5. Unde sonore	undă sonoră; sunetul; domeniu de frecvențe; calitățile sunetului (înălțime; tărie; timbru); intensitate sonoră (noțiune); nivel de intensitate sonoră

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		(noțiuni); poluare fonică; măsuri de protecție (calitativ)
2. Elemente de fizica Pământului	1. Producerea undelor seismice	cutremur; undă seismică (unde P; unde S); cutremure crustale; cutremure sub-crustale; cutremure de adâncime; hipocentru; epicentru; distanță hipocentrală; distanță epicentrală; magnitudine; intensitate seismică
	2. Măsuri de comportare și protecție în caz de cutremur: pregătire, reacție, revenire	pregătire; reacție; revenire; comportament preventiv; siguranță personală; protecția celorlalți
3. Oscilații și unde electromagnetice	1. Oscilații electromagnetice	
	1.1. Elemente reactive de circuit. Energia acumulată în condensator și în bobină	elemente reactive; condensator ideal; bobină ideală; câmp electric; câmp magnetic;
	1.2. Oscilații electromagnetice libere. Circuitul oscilant	circuit oscilant ideal (LC); oscilații electromagnetice libere; schimb periodic de energie între câmpul electric și câmpul magnetic; analogie energetică cu oscilatorul mecanic; variația în timp a energiei acumulate în bobină/condensator; perioada oscilațiilor electromagnetice libere
	1.3. Oscilații electromagnetice forțate	
	1.3.1. Generarea tensiunii electromotoare alternative. Valorile efective ale intensității și tensiunii alternative	tensiune electromotoare alternativă; curent electric alternativ; valori instantanee și valori maxime; valoare efectivă a intensității curentului alternativ; valoare efectivă a tensiunii alternative; semnificație a valorii efective
	1.3.2. Elemente de circuit în curent alternativ	rezistor; bobină; condensator; rezistență electrică; reactanță inductivă/capacitivă; defazaj curent-tensiune;
	1.3.3. Circuitul RLC serie în curent alternativ	circuit RLC serie; reprezentare fazorială (utilizare); impedanță; defazaj; dependența de frecvență a valorii efective a intensității curentului; analogie cu oscilațiile mecanice forțate (calitativ)
	1.3.4. Rezonanța într-un circuit de curent alternativ	condiții de rezonanță; frecvență de rezonanță
	1.3.5. Puterea în circuite de curent alternativ	putere activă; putere reactivă; putere aparentă; factor de putere
	2. Unde electromagnetice	
	2.1. Câmpul electromagnetic și unda electromagnetică	câmp electromagnetic; undă electromagnetică – undă transversală; transport de energie; propagare în vid; viteza de propagare a undelor electromagnetice;
	2.2. Emisia și recepția undelor electromagnetice	emisia undelor electromagnetice; recepția undelor electromagnetice;

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
		antena; semnal purtător; semnal modulator; semnal modulat
	2.3. Clasificarea undelor electromagnetice	spectrul electromagnetic; unde radio; microunde; radiație infraroșie; lumină vizibilă; radiație ultravioletă; radiații X; radiații gamma (nivel informativ); aplicații și impact asupra mediului (calitativ)
4. Elemente de optică ondulatorie	1. Reflexia și refracția luminii	reflexie; refracție; legile reflexiei; legile refracției; explicații pe baza principiului lui Huygens; indice de refracție; viteză de propagare a luminii; dependența indicelui de refracție de mediu (calitativ)
	2. Interferența luminii. Dispozitivul Young	interferența luminii; unde coerente; diferență de drum optic; franje de interferență; dispozitivul Young; interfranjă
	3. Difracția luminii. Rețeaua de difracție	difracția luminii; principiul lui Huygens; rețea de difracție; constanta rețelei; ordin de difracție; aplicații (spectroscopie)
	4. Polarizarea luminii. Aplicații	polarizare; undă electromagnetică transversală; lumină naturală; lumină polarizată; polarizor; analizor; aplicații (ochelari cu lentile polarizante, afișaje LCD – calitativ)
	5. Dispersia luminii. Spectroscopie	lumină policromatică; dispersie; indice de refracție dependent de lungimea de undă; spectru de radiații; spectru continuu; spectru de linii; spectroscopie; aplicații în știință și tehnică (calitativ)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Determinarea constantei elastice a unui resort prin metoda oscilațiilor
2. Determinarea accelerației gravitaționale analizând micile oscilații ale pendulului gravitațional
3. Studiul circuitului RLC serie în curent alternativ
4. Studiul refracției luminii
5. Studiul difracției luminii (rețeaua de difracție)
6. Evidențierea dispersiei luminii

CLASA a XII-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a formula ipoteze argumentate.

- Explorarea efectului fotoelectric extern pentru diferite metale așezate pe catodul unui dispozitiv experimental real sau virtual, în scopul identificării variabilelor relevante pentru a formula ipoteze argumentate cu privire la condițiile de apariție a curentului fotoelectric.
- Observarea variației tensiunii și a intensității curentului generate prin efect fotovoltaic, în funcție de condițiile de iluminare ale fotocelulei, într-un context experimental virtual (<https://explore-rify.com/simulator-solar-cell/>) în scopul identificării variabilelor relevante și formulării de ipoteze argumentate privind conversia energiei luminoase în energie electrică.
- Identificarea liniilor spectrale și a distribuției acestora în spectrul de emisie al atomului de hidrogen (în domeniul vizibil), într-un context experimental virtual (https://physique.ustralo.net/spectre_em_abs/), în scopul formulării de ipoteze argumentate privind corelația dintre observațiile experimentale și modelul Bohr pentru atomul de hidrogen.

XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.

- Proiectarea demersului investigativ pentru studiul efectului fotoelectric extern, în vederea testării ipotezelor formulate privind condiția de apariție a curentului fotoelectric, caracteristica curent - tensiune și dependența energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente.
- Proiectarea unui demers investigativ pentru studiul efectului fotovoltaic (de la stabilirea variabilelor investigate și controlate, a mărimilor fizice de măsurat, a modului de lucru, a modului de organizare și prelucrare a datelor, până la interpretarea rezultatelor), în vederea testării ipotezelor formulate privind influența condițiilor de iluminare asupra conversiei energiei luminoase în energie electrică.
- Stabilirea modului de lucru și de corelare a lungimii de undă asociate liniilor spectrale observate în spectrul de emisie al atomului de hidrogen cu tranzițiile electronice, conform modelului Bohr.

XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.

- Măsurarea intensității curentului fotoelectric și a tensiunii de stopare, pentru diferite frecvențe și fluxuri ale radiației incidente și pentru diferite materiale ale catodului, în condiții controlate, urmate de înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Măsurarea tensiunii și a intensității curentului fotogenerat pentru valori diferite ale iluminării fotocelulei și înregistrarea datelor obținute, în vederea verificării ipotezelor formulate.
- Citirea și înregistrarea lungimilor de undă asociate liniilor spectrale din spectrul vizibil al atomului de hidrogen (experiment virtual), în vederea corelării cu modelul Bohr.

XII.CS.1.4. Prelucrează date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.

- Reprezentarea grafică și analiza caracteristicii curent-tensiune, respectiv a dependenței energiei cinetice a fotoelectronilor de frecvența radiației incidente pentru diferite materiale ale catodului, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației, determinate de condițiile experimentale.
- Reprezentarea grafică a datelor obținute din investigația asupra efectului fotovoltaic și analiza dependenței tensiunii, respectiv a intensității curentului fotogenerat, de condițiile de iluminare a fotocelulei, în vederea validării concluziilor formulate și a evidențierii limitelor investigației realizate.
- Corelarea lungimilor de undă corespunzătoare liniilor spectrale observate în spectrul vizibil al atomului de hidrogen cu valorile obținute prin calcul utilizând modelul Bohr și confirmarea modelului pentru atomul de hidrogen, cu evidențierea limitelor experimentului și modelului.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XII.CS.2.1. Valorifică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice.
- Corelarea energiei fotonilor incidenți cu lucrul mecanic de extracție al materialului, pentru anticiparea apariției efectului fotoelectric extern, în contextul utilizării unei simulări virtuale. - Interpretarea caracteristicii curent-tensiune a unei diode, în regim de polarizare directă și inversă, pentru anticiparea comportamentului diodei în circuite electrice simple.
XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor.
- Compararea predicțiilor modelului ondulatoriu al luminii cu rezultatele experimentale ale efectului fotoelectric extern, pentru evidențierea limitelor explicative ale modelului. - Analizarea ipotezelor care stau la baza modelelor atomice Rutherford și Bohr, prin raportarea acestora la datele experimentale și la spectrele atomului de hidrogen, prin realizarea unei sinteze comparative asupra validității și limitelor explicative ale modelelor. - Analizarea proceselor de conducție electrică în semiconductori, prin utilizarea modelului benzilor de energie, pentru diferențierea semiconductoarelor intrinseci și extrinseci.
XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate.
- Reprezentarea procesului de emisie stimulată în funcționarea unui dispozitiv laser, prin utilizarea diagramei nivelurilor energetice, cu evidențierea populațiilor atomice înainte și după realizarea inversiei de populație. - Utilizarea diagramelor de niveluri energetice pentru anticiparea tranzițiilor electronice posibile în procesele de absorbție și emisie a radiației. - Descrierea schematică a funcționării unui reactor nuclear cu fisiune, pentru formularea de predicții asupra evoluției proceselor nucleare în urma modificării unor parametri.
XII.CS.2.4. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.
- Analizarea rolului efectului fotoelectric în funcționarea unor dispozitive (de exemplu: senzori de lumină, cititoare de coduri de bare și carduri, bariere optice, sisteme de numărare automată etc), pentru justificarea aplicabilității acestui fenomen în automatizarea proceselor din viața cotidiană. - Argumentarea utilizării radiației laser în aplicații medicale, industriale sau comunicații, prin raportarea proprietăților sale (intensitate, monocromaticitate, coerență și direcționalitate) la funcțiile îndeplinite. - Evaluarea efectelor biologice ale radiațiilor ionizante utilizate în medicină, prin completarea unei fișe de lucru care corelează tipul de radiație cu efectele produse și cu scopul utilizării (diagnostic sau terapie). - Corelarea efectului fotoelectric intern și a conversiei energiei luminoase în energie electrică cu condițiile de iluminare, în contextul descrierii calitative a funcționării panourilor solare fotovoltaice, pentru argumentarea utilizării acestora ca surse de energie regenerabilă în spații rezidențiale și industriale.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare.
- Interpretarea unui set de evenimente spațiu-timp descrise prin texte sau diagrame, pentru stabilirea ipotezelor de lucru și structurarea pașilor de rezolvare în relativitatea restrânsă. - Interpretarea unei caracteristici experimentale asociate efectului fotoelectric extern, pentru extragerea informațiilor relevante și stabilirea strategiei de determinare a frecvenței de prag. - Interpretarea unui spectru de linii și a informațiilor despre tranziții energetice în modelul Bohr, pentru selectarea mărimilor fizice și structurarea unei strategii coerente de rezolvare în context aplicativ.
XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/coerente.

- Utilizarea de simulări sau de instrumente digitale (ex.: aplicație de calcul tabelar) pentru calcularea dilatării duratelor și a contractării lungimilor la diferite valori ale vitezei de transport, în vederea selectării regimului relativist/ galilean în funcție de eroarea acceptată. - Utilizarea unei foi de calcul în analiza efectului fotoelectric extern, pentru extragerea mărimilor relevante și formularea concluziilor pe baza graficelor obținute. - Utilizarea reprezentărilor grafice ale caracteristicilor de funcționare ale dispozitivelor semiconductoare (diodă, LED, celulă fotovoltaică), pentru selectarea unei soluții coerente pe criterii de eficiență și funcționalitate în context tehnologic.
XII.CS.3.3. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare.
- Aplicarea transformărilor relativiste în situații-problemă cu sisteme aflate în mișcare relativă, pentru determinarea mărimilor de interes și justificarea demersului prin verificarea domeniului de valabilitate. - Aplicarea modelului fotonului și a relațiilor specifice efectului fotoelectric extern pentru determinarea constantei Planck.
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.
- Analizarea comparativă a valorii energiei rezultate în urma reacției de fisiune în reactoarele nucleare cu energia obținută prin alte tehnologii și argumentarea sustenabilității energiei produse într-o centrală nucleară - Analizarea rezultatelor unei situații-problemă despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare, pentru justificarea unei decizii de utilizare eficientă prin raportare la randament, pierderi și condiții de iluminare. - Analizarea rezultatelor obținute în situații aplicative cu diode și LED-uri, pentru alegerea argumentată a unei soluții funcționale prin raportare la consum, eficiență și limitări ale dispozitivului.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora discursuri științifice argumentate.
- Redactarea unui raționament pentru compararea unor mărimi fizice determinate în două sisteme de referință inerțiale diferite, pe baza unor exemple numerice (ex. $v=0,8c$), folosind limbajul specific teoriei relativității restrânse. - Realizarea unui poster științific în care să prezinte principiul de funcționare a unei celule fotoelectrice, ca traductor opto-electric, pe baza legilor efectului fotoelectric extern. - Prezentarea succintă a principiului de funcționare a unui reactor nuclear, cu precizarea avantajelor și dezavantajelor utilizării reactorului nuclear ca sursă de energie.
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.
- Utilizarea unei simulări digitale a experimentului Rutherford pentru a justifica ipoteza concentrării sarcinii electrice pozitive în nucleu/existența nucleului atomic. - Utilizarea unei simulări digitale a efectului fotoelectric extern, pentru diferite frecvențe, în vederea extragerii unor concluzii din analiza graficului $E_c=f(v)$. - Utilizarea unui instrument digital pentru a genera graficul $I=f(U)$ pentru o diodă semiconductoră în vederea interpretării caracteristicii acesteia.
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.
- Redactarea unui raport despre conversia energiei în celule fotovoltaice pe baza datelor de funcționare și a condițiilor de utilizare, pentru justificarea unei concluzii privind eficiența acestora. - Redactarea unui raport/proiect despre reacția de fisiune în lanț, cu argumentarea diferenței dintre regimul controlat (reactor nuclear) și regimul necontrolat. - Elaborarea unui proiect interdisciplinar (fizică-biologie) despre radiații ionizante și protecție, în care justifică regulile de siguranță (timp-distanță-ecranare) în interacțiunea radiațiilor cu organismele vii.

XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.

- Justificarea eficienței utilizării unei punți redresoare pentru redresarea curentului electric alternativ în comparație cu redresarea monoalternanță.
- Prezentarea unei analize privind alegerea unui dispozitiv semiconductor adecvat unui scop tehnologic (diodă, LED sau celulă fotovoltaică), pentru justificarea deciziei prin criterii explicite referitoare la eficiență și regimuri de funcționare.
- Prezentarea unei soluții pentru „protecția la radiații într-un laborator/clinică”, justificând alegerea ecranării prin modelul atenuării exponențiale, cu propunerea unor reguli sustenabile (timp–distanță–ecranare).

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile**XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.**

- Evaluarea impactului utilizării energiei nucleare pentru producerea energiei electrice, prin analiza efectelor asupra individului, societății și mediului, în scopul formulării unei decizii argumentate privind oportunitatea acestei soluții energetice.
- Evaluarea consecințelor utilizării radiațiilor X în medicină și tehnică, din perspectiva riscurilor generate de expunere, în scopul formulării unor reguli simple de protecție.
- Evaluarea impactului dezvoltării semiconductorilor și a dispozitivelor optoelectronice asupra societății și mediului, din perspectiva evoluției tehnologice, a beneficiilor și riscurilor pentru viața cotidiană, precum și a responsabilității în utilizarea resurselor (materii prime, energie, deșeuri electronice).

XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.

- Argumentarea necesității principiilor etice în știință și tehnologie, pe baza unor studii de caz din fizica nucleară, cu evidențierea implicațiilor sociale ale progresului științific.
- Analizarea unei situații de „comunicare responsabilă” despre riscuri tehnologice, prin compararea a două mesaje publice - alarmist vs. minimalizator - (de ex. despre radiații optice/nucleare), cu formularea unei versiuni echilibrate care separă datele fizice (tip de radiație, expunere, condiții) de judecata de valoare (ce acceptăm), indicând explicit ce informații lipsesc pentru o decizie informată.
- Argumentarea necesității principiilor etice în comunicarea științifică despre radiații și energie nucleară, prin analiza unor materiale media și diferențierea faptelor de opinii în raport cu impactul asupra percepției sociale.

Descrierea competențelor specifice**CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.**

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a formula ipoteze argumentate.	observă sistematic fenomene/ rezultate din experiment sau din surse validate; identifică variabile relevante și mărimi măsurabile; selectează un model adecvat (idealizat) și precizează ipotezele de lucru; formulează ipoteze verificabile și predicții calitative/cantitative simple; justifică ipoteza prin	Noțiuni: fenomen fizic; sistem; variabile; parametri; ipoteză; predicție; model idealizat; domeniu de valabilitate; date/observații. Principii: separarea observației de interpretare; alegerea modelului în funcție de context și de limitele lui. Proceduri: formularea întrebării de investigat; operaționalizarea ipotezei (ce măsurăm / ce variem / ce menținem constant); justificarea ipotezei prin	curiozitate și inițiativă; rigoare intelectuală; onestitate în raportarea observațiilor; deschidere către contexte noi; prudență în generalizări.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	concepțe fizice și prin analogii controlate	concepțe din programă (TRR, cuantic/atomic, semiconductori, nuclear).	
XII.CS.1.2. Proiectează investigații experimentale și teoretice complexe pentru a testa ipoteze cu privire la proprietăți și fenomene fizice.	alege tipul de investigație (experimentală / teoretică / simulare) în funcție de ipoteză; definește variabile (independentă, dependentă, controlată) și domenii de variație; planifică etapele, resursele și condițiile de lucru; selectează instrumente și metode de măsurare/ estimare adecvate; anticipează surse principale de eroare și stabilește modalități simple de control; proiectează colectarea și organizarea datelor (tabele, fișe, format digital)	Noțiuni: plan de investigație; mărime măsurată/derivată; rezoluție; calibrare (noțiune); eroare sistematică/aleatoare; incertitudine; control experimental; reproductibilitate. Principii: controlul variabilelor; trăsabilitatea datelor; adecvarea metodei la mărimi fizice și la scara fenomenului. Proceduri: proiectarea protocolului; stabilirea numărului de măsurări/serii; alegerea reprezentărilor (tabele/grafice); criterii de acceptare/respingere a ipotezei	perseverență și organizare; responsabilitate față de resurse și siguranță; orientare spre calitate și claritate.
XII.CS.1.3. Realizează experimente și documentări în contexte noi sau interdisciplinare pentru a colecta, organiza și evalua date experimentale și teoretice.	realizează corect montajul sau scenariul de laborator virtual; utilizează instrumente (inclusiv aplicații digitale) pentru achiziția datelor; colectează date în serii și le notează sistematic; organizează datele în tabele și fișe de lucru; verifică plauzibilitatea datelor (valori aberante, unități de măsură, ordine de mărime); documentează din surse validate și sintetizează informații relevante	Noțiuni: set de date; notație științifică. Principii: respectarea normelor PSI/PSM; acuratețea în înregistrare; separarea datelor de interpretare; folosirea surselor validate. Proceduri: fișa de lucru; documentare cu citarea sursei; utilizarea instrumentelor digitale pentru organizarea datelor (tabel, grafic simplu).	disciplină operațională; atenție la detaliu; responsabilitate pentru corectitudinea datelor; colaborare; prudență în utilizarea informației.
XII.CS.1.4. Prelucreează date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii și a evidenția limitele investigației.	prelucreează datele prin calcule simple (medii, mărimi derivate) și verificări de unități de măsură; reprezintă datele grafic și interpretează tendințe; compară rezultatele cu predicțiile ipotezei/modelului; evaluează calitativ influența surselor principale de eroare asupra concluziei; formulează concluzii bazate pe dovezi și precizează limitele investigației (model, instrumente, condiții); propune îmbunătățiri realizabile ale demersului	Noțiuni: mărimi derivate; relație funcțională; reprezentare grafică; criteriu de validare (compatibilitate cu ipoteza și cu datele); limitele modelului; incertitudine și surse dominante de eroare. Principii: concluziile trebuie să fie susținute de date; aplicarea relațiilor și modelelor în condițiile lor de valabilitate; prudență în extrapolarea către contexte reale. Proceduri: calcul și verificare dimensională; interpretarea graficului; formularea concluziei (afirmație + dovadă).	respect pentru dovezi; integritate academică; prudență în generalizări; deschidere la revizuire și feedback; responsabilitate în formularea concluziilor.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.2.1. Valori-fică date experimentale și concepte teoretice pentru a anticipa comportamentul sistemelor fizice	selectează date relevante (măsurători, grafice, tabele, rezultate experimentale) și le interpretează în raport cu un model; identifică mărimile-cheie și relațiile dintre ele; anticipează tendințe (crește/scade, maxim/minim, prag) și ordine de mărime; formulează predicții calitative sau cantitative simple și le justifică; verifică plauzibilitatea predicției prin cazuri-limită și condiții de valabilitate	Noțiuni: frecvență de prag, tensiune de stopare; factor relativist (γ); energie de repaus; energie totală; caracteristică I-U (diodă/LED/celulă fotovoltaică). Principii: raportarea predicției la model și date; aplicarea relațiilor în condițiile de valabilitate; verificarea plauzibilității (ordin de mărime/cazuri-limită). Proceduri: extragerea informației din reprezentări; identificarea dependențelor; formularea predicției și a justificării (model + date).	orientare către explicații bazate pe dovezi; prudență în anticipări; interes pentru înțelegerea comportării sistemelor; rigoare în utilizarea datelor.
XII.CS.2.2. Analizează explicații și ipoteze diverse pentru a aprecia corectitudinea și relevanța lor	compară două explicații/ipoteze pentru același fenomen folosind criterii simple (compatibilitate cu datele, coerență internă, domeniu de valabilitate); identifică presupuneri implicite și simplificări ale fiecărei explicații; recunoaște confuzii frecvente (cauză–efect, corelație–causalitate, analogie–identitate); apreciază dacă o explicație este suficientă pentru contextul dat sau necesită completări; formulează o apreciere argumentată (afirmație + motiv)	Noțiuni: explicație științifică; ipoteză; criteriu de corectitudine (compatibilitate cu datele); criteriu de relevanță (adecvat scopului/contextului); presupuneri/simplificări; domeniu de valabilitate. Principii: coerența argumentării; prioritatea dovezilor; diferențierea între model și realitate. Proceduri: stabilirea criteriilor; compararea explicațiilor; justificarea alegerii; precizarea limitelor.	spirit critic constructiv; deschidere către alternative și revizuire; respect pentru argumentarea științifică; responsabilitate în acceptarea unei explicații.
XII.CS.2.3. Modelează fenomene fizice utilizând reprezentări calitative/cantitative pentru a formula predicții asupra evoluției fenomenelor studiate	alege o reprezentare potrivită (schemă, diagramă, grafic, relație) pentru fenomenul studiat; stabilește corespondența dintre reprezentare și mărimile fizice; utilizează modelul pentru a descrie evoluția; realizează calcule; verifică consistența rezultatului (unități de măsură, ordin de mărime, cazuri-limită); explică în cuvinte ce explică modelul și ce nu poate surprinde.	Noțiuni: model; reprezentare calitativă/cantitativă; parametru; relație funcțională; spectru de linii (Bohr); semiconductori; bandă interzisă, dopaj (noțiuni). Principii: adecvarea modelului; limitele modelului; legătura reprezentare–fenomen. Proceduri: construirea/folosirea reprezentării; calcul operațional; verificare (unități, plauzibilitate); formularea predicției.	rigoare și claritate în modelare; perseverență; prudență în extrapolări; valorizarea explicațiilor coerente.
XII.CS.2.4. Analizează fenomene și	transferă un concept/lege/model dintr-un	Noțiuni: aplicabilitate; domeniu de valabilitate; scară	spirit critic față de generalizări;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.	context în altul (de exemplu conservare energie/impuls, cuantificare, interacțiuni radiație-materie) și justifică transferul; argumentează aplicabilitatea prin condiții explicite; utilizează exemple din tehnologie și din științe conexe; formulează concluzii clare despre „unde se aplică / unde nu se aplică”	(micro/macro); interacțiune radiație-materie; praguri și condiții (fotovoltaic, difracție, ecranare); transfer conceptual; limită a modelului. Principii: aplicarea relațiilor și modelelor în condiții adecvate; coerență cauzală. Proceduri: identificarea conceptului; explicitarea condițiilor; argumentarea aplicabilității; exemplificarea și precizarea limitelor.	interes pentru conexiuni între domenii; respect față de rigurozitatea științifică.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.3.1. Interpretează informații complexe din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare	extrage datele relevante (inclusiv din grafice/ tabele/ enunțuri extinse); identifică mărimile cunoscute/necunoscute și condițiile inițiale/ de frontieră (unde e cazul); stabilește ipoteze de lucru și un model adecvat (idealizat) și justifică alegerea; decide strategia de rezolvare (analitică, grafică, schematizare, cazurilimită, simulare pentru verificare); planifică pași și verificările intermediare (unități, ordine de mărime)	Noțiuni: situație-problemă; model; ipoteză de lucru; condiții inițiale; strategie de rezolvare; domeniu de valabilitate (ex. $v \ll c$), elemente ideale. Principii: selectarea modelului în funcție de date și scop. Proceduri: analiză a enunțului; schematizare; plan de rezolvare (pași); verificări (unități/ordine de mărime/cazurilimită).	perseverență și organizare; rigurozitate; autonomie în planificare; prudență în asumarea ipotezelor; încredere realistă în propriul demers.
XII.CS.3.2. Integrează modele matematice, simulări și instrumente digitale pentru a fundamenta soluții sustenabile/ coerente.	alege un model matematic operațional și îl aplică corect; utilizează tabele/grafice/foi de calcul pentru calcule și verificări; folosește o simulare digitală pentru explorarea dependențelor sau verificarea soluției (nu pentru a înlocui raționamentul); aplică criterii explicite din problemă (de ex. reducerea pierderilor de energie, optimizarea randamentului) pentru a selecta o soluție	Noțiuni: model matematic; parametrizare; simulare digitală; scenariu; criteriu de selecție (coerență, eficiență, siguranță în sens tehnic); factor relativist γ ; energie de repaus/energie totală; impuls relativist; frecvență de prag; tensiune de stopare; ecuația Einstein; randament (celulă fotovoltaică); caracteristică I-U (diodă/ LED/ celulă); ecranare. Principii: simularea ca instrument de sprijin; compararea metodelor (analitic/grafic/digital). Proceduri: generarea și interpretarea graficelor; explorarea parametrică simplă (prin variația unui parametru); alegerea soluției pe baza criteriilor.	responsabilitate în utilizarea instrumentelor digitale; spirit critic față de rezultate generate automat; orientare către soluții coerente și economice; atenție la criteriile de „eficiență/siguranță” din problemă.
XII.CS.3.3. Aplică principii	selectează legi/ principii relevante și justifică alegerea;	Noțiuni: postulate TRR; transformări Lorentz și consecințe	rigurozitate și perseverență;

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare	efectuează calcule și păstrează consistența unităților de măsură; utilizează reprezentări ca suport (scheme, grafice, diagrame); verifică soluția prin metode alternative (caz-limită, ordine de mărime, verificare dimensională); adaptează soluția la constrângeri simple (materiale, randament, timp, ecranare) formulate în problemă	cinematice; relații pentru energie și impuls; ecuația Einstein și legile efectului fotoelectric; ipoteza de Broglie; postulatele lui Bohr; conservări în reacții nucleare. Principii: aplicabilitatea modelelor; aplicarea legilor de conservare; coerență causală. Proceduri: substituie și transformări algebrice simple; verificare dimensională; verificări de plauzibilitate; argumentarea alegerii relațiilor.	încredere în argumentarea fizică; atenție la domeniul de valabilitate; orientare spre soluții explicabile și verificabile.
XII.CS.3.4. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.	verifică dacă soluția este compatibilă cu datele inițiale și ipotezele; interpretează fizic rezultatul și îl raportează la context; identifică limitele soluției (model, date, simplificări) și condițiile în care nu mai este validă; compară soluții alternative și justifică alegerea pe baza criteriilor din problemă (eficiență energetică, reducerea expunerii, funcționalitate); formulează o decizie argumentată și o recomandare tehnică simplă, delimitând explicit constatările bazate pe dovezi și opțiunile bazate pe criterii	Noțiuni: criteriu; alternativă; validare; plauzibilitate; sensibilitate la parametri; limită de aplicare; decizie informată (în sens tehnic); compromis (eficiență–cost–siguranță, în termenii problemei). Principii: prudență în extrapolare; raportarea deciziei la date și modele; claritatea separării faptelor de opțiuni. Proceduri: verificări finale (unități/ordine de mărime); analiză parametrică simplă; compararea soluțiilor; formularea concluziei și a recomandării.	responsabilitate în formularea concluziilor; prudență și spirit critic; onestitate intelectuală (recunoașterea limitelor); orientare către soluții eficiente și sigure în sens tehnic; respect pentru dovezi.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a elabora discursuri științifice argumentate.	utilizează corect mărimi, simboluri, unități de măsură și notație științifică; definește clar termenii utilizați în context (ex. energie de repaus, bandă interzisă); construiește un discurs structurat (premise → argument → concluzie); justifică afirmații prin legi, modele și date; indică explicit condițiile de valabilitate ale relațiilor folosite; diferențiază între fapt/observație, model și interpretare.	Noțiuni: simbol/ unitate SI; notație științifică; afirmație; argument; justificare; concluzie; domeniu de valabilitate; incertitudine (noțiune). Principii: coerența argumentării; claritatea și precizia limbajului. Proceduri: structurarea discursului; redactarea cu simboluri și unități de măsură; indicarea condițiilor și a limitelor; citarea surselor în documentare (nivel elementar).	responsabilitate în comunicare; rigoare terminologică; respect pentru comunicarea bazată pe dovezi; deschidere la dialog și la corectare.
XII.CS.4.2. Reprezintă grafic	selectează tipul de grafic/diagramă potrivit	Noțiuni: reprezentare; variabilă; parametru; relație	atenție la acuratețe și

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
date și rezultate, prin utilizarea unor modele matematice și a unor simulări digitale, pentru a susține comunicarea eficientă a concluziilor.	datelor și scopului; construiește grafice corecte (axe, unități, scară, legendă) și interpretează tendințe; descrie relații funcționale (proporționalitate, dependență neliniară, prag) pe baza datelor; utilizează instrumente digitale pentru a ilustra dependențe și pentru a comunica scenarii; compară reprezentări (date vs. model) și explică diferențele; comunică rezultatele incluzând limite și condiții de valabilitate.	funcțională; prag; comparare calitativă date - model; simulare; scenariu; caracteristică I-U (diodă/ LED/ celulă fotovoltaică). Principii: alegerea reprezentării adecvate scopului; distincție date empirice - model. Proceduri: realizarea și etichetarea graficelor; extragerea concluziilor din grafice; utilizarea instrumentelor digitale (foaie de calcul/aplicații) pentru grafice și simulări simple.	transparență; discernământ în alegerea și utilizarea modelelor; perseverență în clarificarea mesajului; respect pentru standarde.
XII.CS.4.3. Redactează rapoarte de laborator și proiecte interdisciplinare pentru a argumenta conexiuni între modele teoretice și situații reale.	redactează un raport structurat; descrie clar procedura și condițiile de lucru astfel încât demersul să poată fi înțeles/replicat; include tabele, grafice și calcule relevante; argumentează conexiunea dintre model și situația reală prin exemple și condiții de aplicare; integrează informații din surse validate și le sintetizează; formulează concluzii și recomandări tehnice simple, delimitând datele de interpretări.	Noțiuni: raport de laborator; proiect interdisciplinar; scop; ipoteză; metodă; rezultat; discuție; limită; sursă validată; conexiune model-realitate. Principii: trasabilitatea concluziilor; coerența și completitudinea raportului; respectarea regulilor de prezentare a datelor. Proceduri: redactarea secțiunilor; integrarea reprezentărilor; formularea concluziilor și a limitelor; utilizarea unui format unitar; citare elementară a surselor.	responsabilitate și onestitate intelectuală; grijă pentru claritate; perseverență; cooperare; deschidere la feedback.
XII.CS.4.4. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare/ investigare; justifică alegerile (model, relații, ipoteze, strategie); utilizează ca suport scheme, grafice și simulări; răspunde argumentat la întrebări și obiecții, păstrând referirea la date și la condiții de valabilitate; formulează concluzii clare și recomandări tehnice simple, raportate la criterii explicite (ex.: corectitudine fizică, siguranță tehnică).	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe relații și date fizice; justificarea demersului; concluzie argumentată; limitele modelului utilizat; decizie informată (în sens tehnic); criteriu (eficiență/funcționalitate/ siguranță tehnică). Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului; separarea datelor/constatărilor de interpretări și opțiuni. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a limitelor; adaptarea limbajului la public; gestionarea întrebărilor/ obiecțiilor prin referire la date și modele.	responsabilitate în comunicare; respect față de dovezi; încredere realistă în raționamentul propriu; deschidere la dialog; prudență în generalizări.

CG 5: Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.	identifică aplicații tehnologice relevante din conținuturile studiate (ex: celulă fotovoltaică, LED, laser, imagistică/ radioterapie – noțiuni); descrie beneficiile și riscurile principale folosind concepte fizice de bază (fără detalii medicale); utilizează criterii simple de evaluare: eficiență energetică, resurse, siguranță în utilizare, expunere, deșeuri; compară două soluții tehnologice pe aceleași criterii și justifică o alegere; recunoaște limitele informațiilor și formulează întrebări pentru decizie informată (ce date lipsesc, ce condiții contează).	Noțiuni: tehnologie; beneficiu; risc; expunere; protecție/ecranare (noțiune); eficiență/rendament; poluare (ex. deșeuri electronice – noțiune); doză (noțiuni: absorbită/ echivalentă); minimizarea expunerii. Principii: precauție; decizie bazată pe dovezi; reducerea pierderilor și a expunerilor (criteriu tehnic de sustenabilitate). Proceduri: analiză beneficiu–risc pe criterii; compararea opțiunilor; formularea unei decizii motivate și a unor reguli de utilizare sigură (ex. laser, radiații).	responsabilitate și prudență; preocupare pentru siguranță; spirit critic față de promisiuni tehnologice; orientare către soluții eficiente și cu impact redus; respect față de reguli și norme.
XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.	identifică situații în care utilizarea științei/tehnologiei implică alegeri (ex. utilizarea radiațiilor în diagnostic/terapie; securitatea utilizării laserului; securitate nucleară); explică de ce sunt necesare reguli și principii (siguranță, protecție, transparență, informare) pentru a reduce riscurile; argumentează o poziție folosind un lanț simplu: fapt/tehnologie → posibil efect → regulă/ principiu → consecință; distinge între argument științific (ce arată fizica) și argument de valoare (ce alegem să facem); formulează recomandări de conduită (pentru elev/ consumator/ participant la proiect) în termeni concreți.	Noțiuni: principiu etic; responsabilitate; transparență; informare; precauție; regulă/ procedură; delimitarea între „date” și „decizie”. Principii: respectarea normelor de siguranță; integritate și onestitate intelectuală; protecția persoanei și a mediului; comunicare responsabilă (fără alarmism, fără minimalizare). Proceduri: argumentare structurată (afirmație–motiv–exemplu–limită); formularea recomandărilor de conduită și a măsurilor preventive.	responsabilitate civică; respect față de viață și mediu; echilibru și discernământ; onestitate; disponibilitate de a respecta reguli și de a le explica altora; deschidere către dialog.

CLASA a XII-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Elemente de teoria relativității restrânse	1. Relativitatea galileiană	sistem de referință inerțial; transformări Galilei; invarianța legilor mecanicii newtoniene în sisteme inerțiale; domeniu de valabilitate $v \ll c$
	2. Postulatele teoriei relativității restrânse. Principiul de corespondență	postulatele TRR; eveniment fizic; coordonate spațiu–timp
	3. Transformările Lorentz	transformări Lorentz; coordonate; limită galileiană ($v \ll c$)
	4. Consecințe cinematice ale transformărilor Lorentz	relativitatea simultaneității; dilatarea duratelor; contracția lungimilor
	5. Impulsul și energia în teoria relativității restrânse	impulsul relativist; energia de repaus; energia totală; energia cinetică relativistă; relația energie–impuls (utilizare); cazul particulei fără masă
2. Elemente de fizică cuantică	1. Efectul fotoelectric extern	
	1.2. Legile efectului fotoelectric extern	dependențe experimentale; frecvență de prag; energia cinetică maximă a fotoelectronilor; tensiune de stopare; curent de saturație; legile efectului fotoelectric extern
	1.2. Fotonul. Explicarea legilor efectului fotoelectric extern	foton; constanta lui Planck; energia fotonului; impulsul fotonului; lucru mecanic de extracție; ecuația lui Einstein pentru efect fotoelectric;
	2. Proprietățile ondulatorii ale particulelor. Ipoteza de Broglie	ipoteza de Broglie; lungimea de undă asociată; impulsul; dualismul undă–corpusul
3. Elemente de fizică atomică	1. Modele atomice	
	1.1. Modelul planetar (Rutherford)	experimentul Rutherford (calitativ); interpretarea rezultatelor; deficiențele modelului planetar
	1.2. Modelul Bohr al atomului de hidrogen	postulatele lui Bohr; orbită staționară; cuantificare; nivel de energie; tranziții; spectru de linii; energia fotonului emis/absorbit; constanta Rydberg; ionizare; deficiențele modelului Bohr
	2. Radiația X	radiații X; radiație de frânare; radiație caracteristică; aplicații (imagistică, defectoscopie – calitativ); protecție la expunere
4. Semiconductori și aplicații	1. Proprietăți ale semiconductoarelor	semiconductor; bandă de valență; bandă de conducție; bandă interzisă; purtători de sarcină (electroni, goluri); semiconductor intrinsec; dopaj; semiconductor extrinsec tip n / tip p
	2. Diode și LED-uri	joncțiune p–n; diodă; polarizare directă / inversă; caracteristică curent–tensiune (I–U); redresare; LED; recombinare electron–gol; electroluminescență

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	3. Efectul fotoelectric intern și fotoconductivitatea. Aplicații	efect fotoelectric intern; generare de perechi electron–gol; fotoconductivitate; fotorezistor; fotodiodă; senzor optic (noțiune)
	4. Celule fotovoltaice – conversia energiei luminoase în energie electrică	efect fotovoltaic; celulă fotovoltaică; tensiune și curent fotogenerate; caracteristică I–U a celei; putere electrică; randament de conversie;
	5. Efectul LASER	laser; emisie stimulată; inversie de populație; mediu activ; coerență; monocromaticitate; direcționalitate; aplicații (comunicații, metrologie, medicină – calitativ); norme de protecție
5. Elemente de fizică nucleară	1. Proprietăți ale nucleului atomic	nucleu atomic; număr atomic Z; număr de masă A; număr de neutroni N; nucleoni (protoni, neutroni); izotopi; izobari; nuclid; rază nucleară; densitate nucleară
	2. Energia de legătură și defectul de masă	energie de legătură; defect de masă; energie de legătură pe nucleon; stabilitate nucleară; bilanț energetic în procese nucleare;
	3. Modele nucleare	forțe nucleare; modelul picătură; modelul în pături;
	4. Particule și interacțiuni fundamentale	particule elementare; particule compuse (proton, neutron); quarcuri; bosoni interacțiuni fundamentale: electromagnetică, tare, slabă, gravitațională; rază de acțiune (calitativ)
	5. Fisiunea nucleară	
	5.1. Reacția de fisiune	fisiune nucleară; energie eliberată la fisiune; produse de fisiune; reacție nucleară indusă; reacție în lanț; neutroni rapizi/lenți; moderare
	5.2. Reactorul cu fisiune	reactor nuclear; combustibil nuclear; moderator; agent de răcire; bare de control; controlul reacției în lanț; conversie energie nucleară → energie termică → energie electrică; securitate nucleară
6. Radiațiile nucleare și efectele lor biologice	1. Efecte fizice ale radiațiilor nucleare	radiații ionizante; interacțiunea radiațiilor cu materia; ionizare; absorbție; împrăștiere; atenuare; ecranare; dozimetrie
	2. Efecte biologice ale radiațiilor nucleare	efecte biologice ale radiațiilor; doză absorbită; doză echivalentă; iradiere; contaminare radioactivă; radioprotecție
	3. Medicină nucleară	imagistică nucleară; scintigrafie (noțiune); tomografie cu emisie (PET – nivel informativ); radioterapie (noțiune); optimizare a expunerii (noțiune); controlul dozei (noțiune)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Simularea unor efecte relativiste prin utilizarea unor aplicații dedicate.
2. Verificarea experimentală a legilor efectului fotoelectric extern în laborator/laborator virtual.
3. Determinarea caracteristicii curent-tensiune ($I-U$) a unei diode / a unei celule fotovoltaice pentru iluminări diferite.
4. Evidențierea experimentală a unor proprietăți ale radiației amplificate prin emisie stimulată.
5. Analiza din surse publice a producerii și efectelor unor accidente nucleare (de exemplu Cernobîl) și/sau a efectelor utilizării armamentului nuclear.

SUGESTII METODOLOGICE

Predarea fizicii la nivel liceal urmărește formarea competențelor prin activități centrate pe înțelegerea fenomenelor reale și pe aplicarea conceptelor în situații variate. Este recomandată o abordare progresivă, în care elevii observă, descriu, modelează și explică fenomenele studiate, înainte de aplicarea formală a relațiilor matematice.

Programa școlară cuprinde **competențele generale** - sunt definite la nivelul fiecărei discipline și se formează pe parcursul studierii disciplinei, în cadrul fiecărui nivel de învățământ. Având un grad ridicat de generalitate și de complexitate, competențele generale sunt elaborate plecând de la profilul de formare al absolventului. Competențele generale au, în acest fel, un dublu rol: pe de o parte, reflectă contribuția disciplinei la profilul de formare al absolventului și, prin aceasta, la dezvoltarea competențelor-cheie; pe de altă parte, structurează disciplina din perspectiva profilului de formare (ceea ce înseamnă limitarea la ceea ce este cu adevărat relevant, necesar și util prin raportare la profilul de formare). Având rolul de a orienta demersul didactic pe parcursul învățării disciplinei, competențele generale evidențiază achizițiile finale ale elevului în urma studierii disciplinei respective.

Competențele specifice sunt derivate din competențele generale și reprezintă etape în dobândirea acestora, fiind formate/dezvoltate pe parcursul unui an școlar. Competențele specifice au în vedere o structurare fină a etapelor unui proces de învățare. În raport cu acestea, în proiectarea didactică trebuie prevăzute activități și sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor, astfel încât fiecare elev să realizeze progrese reale.

Programa pune accentul pe dezvoltarea competențelor, dar această perspectivă nu reduce rolul conținuturilor, ci, dimpotrivă, le recunoaște importanța ca bază a formării și dezvoltării competențelor specifice. Activitățile de învățare sunt cele care operaționalizează această relație, profesorul având libertatea de a selecta și adapta demersurile didactice prin care conținuturile contribuie în mod efectiv la dezvoltarea competențelor. Dezvoltarea competențelor specifice enunțate a fost ilustrată prin formularea mai multor exemple de activități de învățare. Bunăoară, în cazul competenței generale „*CG.1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate*”, exemplele de activități de învățare propuse au valorificat aceleași conținuturi, aferente unui an de studiu, pentru a evidenția modul în care acestea susțin și facilitează dezvoltarea competențelor specifice.

În învățământul liceal, demersul didactic trebuie să se focalizeze pe observarea dirijată și explorarea ghidată a fenomenelor și sistemelor fizice, în contexte variate. Activitățile încep cu întrebări clar formulate, continuă cu colectarea informațiilor prin măsurători directe, experimente reale sau virtuale și documentare din surse validate și se încheie cu formularea de concluzii explicite, urmate de o scurtă stabilizare conceptuală. Progresul este susținut prin sarcini gradate: de la identificarea mărimilor relevante și citirea corectă a reprezentărilor (tabele, grafice, diagrame), la utilizarea pantei, a ariei sau a relațiilor funcționale pentru estimarea mărimilor derivate și pentru verificarea plauzibilității rezultatelor. Accentul cade pe înțelegerea și aplicarea conceptelor studiate atât în contexte familiare, cât și în contexte noi, cu atenție la estimări, ordine de mărime, condiții de valabilitate ale modelelor și la veridicitatea concluziilor.

Investigațiile experimentale au un rol central. Este recomandată integrarea activităților experimentale gradate ca nivel de complexitate, realizate în laboratorul școlar, cu aparatură uzuală și/sau senzori, cu montaje didactice sau prin laborator virtual, în funcție de resursele disponibile și de conținuturile studiate. Aceste activități pot viza, de exemplu, măsurarea unor mărimi fizice și evidențierea relațiilor dintre ele, compararea dinamicii unor sisteme în condiții diferite sau caracterizarea funcționării unor dispozitive (prin grafice, tabele și interpretări susținute de date). Ele dezvoltă competențele

investigative ale elevilor prin formularea de întrebări și ipoteze, colectarea și prelucrarea datelor, estimarea incertitudinilor, reprezentarea grafică a rezultatelor, formularea și validarea concluziilor. Rapoartele de laborator realizate de elevi trebuie să fie bine structurate, incluzând metoda și condițiile de lucru, datele prezentate în tabele/grafice, prelucrarea elementară și concluziile argumentate în raport cu modelul utilizat.

Pentru a construi înțelegerea profundă a conceptelor fizice, în studiul sistemelor și fenomenelor abordate la liceu, elevii pot utiliza scheme ale sistemelor fizice, ale montajelor, reprezentări grafice, diagrame specifice (de exemplu, diagrame fazoriale), precum și modele intuitive sau instrumente digitale pentru generarea și explorarea unor reprezentări dinamice.

Tehnologia digitală poate fi integrată în mod natural în activitățile de predare-învățare-evaluare. Aplicații pentru video-analiză, instrumente grafice și simulări ale unor fenomene pot susține înțelegerea relațiilor dintre mărimile fizice, contribuind semnificativ la îmbunătățirea preciziei măsurărilor și facilitarea vizualizării fenomenelor fizice.

Rezolvarea problemelor definite și a situațiilor problemă se realizează prin selectarea datelor relevante, utilizarea schemelor și graficelor, justificarea formulelor alese, efectuarea calculelor corecte și validarea rezultatelor prin estimări și ordine de mărime. Elevii vor fi încurajați să verifice realismul soluțiilor, să compare metode diferite de rezolvare și să argumenteze deciziile luate. Pentru a crește relevanța învățării, problemele definite propuse, situațiile problemă, respectiv sarcinile de învățare propuse pot include contexte autentice și interdisciplinare (ex.: siguranță și funcționare a unor sisteme tehnice, comunicații și senzori, aplicații ale opticii și ale semiconductorilor, utilizarea energiei, expunerea la radiații și măsuri de protecție), adaptate nivelului de studiu și profilului.

Comunicarea științifică poate fi dezvoltată prin activități de prezentare orală, explicații scrise, discuții argumentate și utilizarea corectă a limbajului specific fizicii. Elevii pot formula întrebări, pot descrie raționamente, pot explica fenomene în cuvinte proprii și pot utiliza simboluri, grafice și convenții internaționale pentru a exprima rezultate și concluzii.

Pentru a dezvolta raționamente responsabile, argumentate și orientate spre decizii etice și sustenabile, se recomandă integrarea unor studii de caz și activități aplicative prin care elevii analizează impactul descoperirilor științifice și al tehnologiilor moderne asupra societății și mediului.

Abordarea interdisciplinară poate fi încurajată prin conexiuni cu discipline precum matematica (funcții, grafice, proporționalitate, modele), TIC (achiziție și prelucrare digitală a datelor, reprezentări grafice, modelare și simulare), disciplinele tehnice (funcționarea sistemelor și dispozitivelor, circuite, senzori, proprietăți ale materialelor). Proiectele, studiile de caz sau investigațiile integrate pot susține înțelegerea conceptelor și transferul cunoașterii între contexte.

Instruirea diferențiată a elevilor în procesul de predare-învățare-evaluare la disciplina fizică se realizează pe același traseu de învățare, nu prin trasee paralele; ținta rămâne comună, iar reglajele vizează nivelul de sprijin și complexitatea sarcinii de lucru. Pentru consolidare se utilizează șabloane de tabele, ghidaj minimal de calcul și seturi de date prestabilite; pentru extensie se utilizează variabile deschise (de exemplu: alegerea intervalului de măsurare, compararea a două modele). Produsele obținute prin rezolvarea sarcinii de lucru pot fi variate (tabel, grafic, mini-eseu explicativ), în timp ce criteriile de evaluare rămân comune și transparente.

Demersul didactic se va baza pe activități de învățare în care sarcinile de lucru vor avea complexitate progresivă. În funcție de profil, activitățile de învățare pot fi integrate în proiecte sau investigații extinse, care folosesc modelare și instrumente digitale (simulări, foi de calcul), validare pe baza datelor, analiză critică a ipotezelor și precizarea limitelor modelelor, pentru a susține aprofundarea conceptuală și procedurală.

Proiectarea unei unități de învățare începe întotdeauna cu o diagnoză a achizițiilor anterioare. Rezultatele acesteia au rolul de a oferi profesorului o imagine a nivelului de pregătire al elevilor: ce își amintesc, ce reprezentări au despre fenomenele și conceptele studiate, dar și ce preconcepții/neclarități/lacune au. Această diagnoză este fundamentul deciziilor pedagogice ulterioare (selectarea competențelor, conținuturilor, strategiilor didactice care vor structura unitatea de învățare).

În programa de fizică, lista de conținuturi este explicit formulată, iar competențele specifice sunt enunțate, în acord cu paradigma curriculară actuală. Corelarea între conținuturi și competențe este, însă, la latitudinea și în responsabilitatea profesorului, aceasta nefiind impusă de programă. Procesul de selecție și corelare presupune analiză profesională și discernământ didactic. Plecând de la tema unității de învățare și pe baza diagnozei, profesorul selectează competențele specifice care pot fi dezvoltate eficient prin intermediul acestei unități de învățare și identifică acele conținuturi care sunt relevante

pentru tema respectivă. În acest fel, conținuturile nu devin simple teme de parcurs, ci adevărate vehicule pentru dezvoltarea competențelor, iar competențele oferă finalitatea și direcția întregului demers didactic.

În următoarea etapă profesorul identifică acele comportamente care descriu concret „ce trebuie să facă elevul” pentru a demonstra progresul spre competența vizată (de exemplu: observarea fenomenelor, realizarea investigațiilor, analiza datelor, formularea explicațiilor, argumentarea concluziilor, aplicarea conceptelor în situații noi). Aceste comportamente devin „firul roșu” al unității de învățare. Pe baza lor, profesorul proiectează activitățile de învățare pentru a oferi un context autentic în care elevii pot exersa comportamentele vizate. Activitățile pot include explorări, investigații, discuții ghidate, experimente, rezolvări de probleme/situații problemă, aplicații în contexte reale sau transfer în situații noi.



Figura 1 – Proiectarea unității de învățare

Pe parcursul acestor activități, profesorul integrează evaluarea formativă, desfășurată continuu. Aceasta include întrebări de sprijin, observație sistematică, feedback imediat, scurte sarcini de verificare sau reflecții ale elevilor. Rolul său este de a regla procesul de învățare, de a semnaliza neclaritățile și de a ghida elevii către înțelegere profundă.

La finalul unității de învățare, profesorul realizează evaluarea sumativă care verifică, în mod coerent și echitabil, comportamentele exersate. Această evaluare oferă o imagine de ansamblu a progresului elevilor, dar nu înlocuiește evaluarea formativă, ci o completează.

Dacă rezultatele — fie formative, fie sumative — indică faptul că unii elevi întâmpină dificultăți sau nu manifestă comportamentele vizate, profesorul proiectează activități remediale. Acestea sunt adaptate nevoilor identificate și vizează consolidarea conceptelor, reconstruirea înțelegerii acolo unde aceasta este fragilă. Remedierea este, în acest caz, o continuare firească a parcursului didactic, pentru a asigura tuturor elevilor șansa de a atinge competențele vizate.

Prin urmare, o unitate de învățare este o construcție coerentă, în care diagnoza, selectarea competențelor și conținuturilor, identificarea comportamentelor (asociate competențelor specifice și conținuturilor selectate), activitățile de învățare, evaluările formative și sumative și remedierea (dacă este cazul) se succed într-un demers integrat. Fiecare etapă se sprijină pe etapa anterioară și pregătește terenul pentru următoarea, transformând procesul de predare-învățare într-un traseu logic, adaptat elevilor și orientat către dezvoltarea autentică a competențelor.

Evaluarea reprezintă o componentă organică a procesului didactic, conceput ca proces de predare-învățare-evaluare. Evaluarea trebuie să fie variată și centrată pe competențe.

Rezultatele concrete ale învățării se exprimă prin cunoștințe specifice dobândite și deprinderi/abilități exersate în cadrul activităților de învățare. Desfășurate în contexte variate, acestea

contribuie la formarea și dezvoltarea treptată a competențelor propuse. În programa de fizică sunt prezentate exemple de activități de învățare corelate cu competențele specifice, având ca scop ghidarea profesorilor pentru a construi noi activități adaptate specificului claselor de elevi.

Din perspectiva demersului educațional centrat pe competențe, se recomandă:

- utilizarea cu preponderență a evaluării continue, formative;
- utilizarea unor metode și instrumente complementare alături de formele și instrumentele clasice de evaluare;
- corelarea rezultatelor evaluării cu competențele specifice vizate de programa școlară;
- analizarea progresului școlar al fiecărui elev pe baza rezultatelor evaluării.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor feedback clar privind raționamentul, coerența soluției și utilizarea corectă a limbajului fizicii.

În funcție de specificul fiecărui domeniu de conținut, se recomandă următoarele metode și instrumente de evaluare:

- Evaluări formative:
 - Observarea
 - Conversația
 - Chestionarea
 - Autoevaluarea
 - Fișe de lucru teoretice/experimentale
 - Analiza produselor activității elevilor (rapoarte de investigație, hărți conceptuale etc.)
- Evaluări sumative:
 - Probă practică (experiment)
 - Proiect de investigație științifică
 - Test cu tipuri variate de itemi

Dezvoltarea unui mediu educațional incluziv

În vederea asigurării echității și egalității șanselor la educație pentru toți elevii, aplicarea programei școlare la clasă se realizează cu respectarea următoarelor principii:

A1. Stabilirea unor sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor

Fiecare elev are dreptul la reușită școlară prin formarea/dezvoltarea competențelor prevăzute de programă.

Pentru elevii care necesită învățare remedială, profesorii organizează activități de învățare diferențiate, adaptând programa școlară la ritmul de învățare al acestora. În cazul constatării unor decalaje majore față de competențele/achizițiile prevăzute în anii anteriori, prioritatea o reprezintă recuperarea planificată a acestor rămânări în urmă (activități remediale dedicate). O abordare similară se aplică elevilor cu școlarizare întreruptă sau cu absențe prelungite din motive medicale ori familiale, inclusiv copiilor lucrătorilor migranți, elevilor refugiați, celor din comunități cu mobilitate sezonieră și elevilor cu probleme medicale cronice sau de lungă durată.

Pentru elevii cu ritm înalt de învățare, profesorii stabilesc sarcini de învățare de nivel ridicat care să le asigure progresul. În acest sens, profesorii iau în considerare posibilitatea aprofundării și/sau extinderii tematicilor din programa școlară (de exemplu: includerea unor conținuturi suplimentare din tematica dată, diversificarea problemelor teoretice și practice, abordarea unor teme prevăzute pentru anii de studiu următori).

A2. Adaptarea la nevoile individuale de învățare ale elevilor

Activitățile de învățare trebuie stabilite, organizate și desfășurate astfel încât să ofere posibilități reale de progres pentru toți elevii, fără discriminare, având în vedere că educația din familie, experiența de viață, interesele și zestrea culturală influențează modul de învățare al fiecărui elev.

În acest sens, procesul de predare-învățare- evaluare trebuie să asigure participarea deplină și eficientă a tuturor elevilor, răspunzând nevoilor individuale de învățare prin:

- diferențiere pe același traseu de învățare (sprijin, complexitatea datelor, deschiderea sarcinii);
- adaptări rezonabile și accesibilizare (instrucțiuni etapizate, timp suplimentar, materiale în formate accesibile, tehnologii suport);
- utilizarea principiilor UDL – Universal Design for Learning (multiple modalități de reprezentare, exprimare și implicare);

- sprijin lingvistic pentru elevii reveniți din migrație sau pentru cei care au nevoie de ajutor suplimentar pentru a înțelege limba de predare;
- evaluare flexibilă și criterii transparente, cu accent pe progres;
- feedback descriptiv și reglator, cu oportunități de corectare și îmbunătățire;
- colaborare școală–familie–servicii de sprijin (consiliere psihopedagogică, mediator școlar, ONG-uri comunitare, agenți economici) pentru continuitatea învățării;
- climat sigur și nediscriminatoriu, care valorizează diversitatea culturală și previne stereotipiile.

Profesorii trebuie să asigure participarea deplină și eficientă în timpul activităților școlare a fiecărui elev, răspunzând nevoilor de învățare individuale ale acestora prin:

- Dezvoltarea unui mediu de învățare eficient în care:
 - contribuția fiecărui elev este valorizată, toți elevii se simt în siguranță și sunt capabili să contribuie la procesul de predare-învățare-evaluare;
 - prejudecățile care conduc la discriminare, precum și toate formele de hărțuire sunt combătute activ, elevii învățând să devină toleranți;
 - elevii sunt învățați să își asume responsabilitatea acțiunilor și a conduitei lor, atât în școală cât și în comunitate.
- Dezvoltarea motivației și a capacității de concentrare prin:
 - utilizarea metodelor didactice adaptate specificului vârstei, capacității de concentrare și utilizarea, după caz, a activităților individuale și pe grupe pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare;
 - abordarea flexibilă a conținuturilor și utilizarea unor metode didactice diverse pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare ale elevilor, valorificând interesele și experiențele lor;
 - proiectarea, planificarea și monitorizarea unor activități de învățare astfel încât să asigure fiecărui elev șansa de a învăța eficient în ritmul individual de învățare și de a avea progres școlar, inclusiv elevilor care absentează din diferite motive pentru perioade mai lungi de timp.
- Asigurarea egalității șanselor prin:
 - combaterea prejudecăților și discriminărilor în organizarea elevilor în grupe, stabilirea sarcinilor de lucru și asigurarea accesului la mijloacele didactice;
 - crearea condițiilor necesare pentru participarea eficientă și obținerea progresului școlar a elevilor cu cerințe educaționale speciale.
- Asigurarea echității în evaluare prin:
 - utilizarea metodelor și instrumentelor de evaluare adecvate, care asigură fiecărui elev șansa de a demonstra formarea/dezvoltarea competențelor dobândite;
 - utilizarea unor instrumente de evaluare familiare elevilor;
 - utilizarea unor materiale în evaluare care să nu conducă la discriminare;
 - informarea clară și fără ambiguități a elevilor referitoare la rezultatele evaluării în scopul sprijinirii învățării ulterioare.

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii vizează în esență următoarele obiective:

B1. Creșterea eficienței activităților de învățare prin:

- modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor dispozitive. În cazurile în care este posibil, fenomenele și dispozitivele vor fi mai întâi prezentate în laborator sau studiate prin observații directe în natură, respectiv în practică.
- realizarea de investigații științifice și experimente în laboratoare virtuale. Laboratoarele virtuale constituie resurse alternative sau complementare în studiul experimental și/sau investigația științifică. Se recomandă utilizarea laboratoarelor virtuale în următoarele situații:
 - realizarea investigației/experimentului în laboratorul virtual urmează realizării efective a acestora și permite elevilor controlul asupra unui număr mai mare de factori care influențează fenomenul studiat;

- resursele existente nu permit realizarea efectivă a unor investigații/experimente necesare înțelegerii fenomenelor studiate;
- prin investigația/experimentul în laboratorul virtual este facilitată înțelegerea fenomenului și de către elevii cu dizabilități;
- realizarea efectivă a investigației/experimentului poate pune în pericol sănătatea elevilor (de exemplu electrizări la potențial foarte ridicat, mișcări cu viteze mari, fenomene termice la temperaturi foarte înalte, studiul radioactivității etc.).
- prelucrarea datelor experimentale. Datele obținute din observații în natură sau prin realizarea unor investigații/experimente pot fi prelucrate conform scopului propus prin utilizarea unor instrumente și resurse digitale (foi de calcul, aplicații de achiziție de date, software specific). Prelucrarea datelor experimentale poate să includă realizarea unor calcule, calculul erorilor, reprezentări grafice etc. Se poate realiza astfel o reducere a timpului afectat unor operațiuni simple, repetitive în favoarea unor activități de învățare care să implice abilități de nivel cognitiv superior. În același timp, prin utilizarea instrumentelor și resurselor digitale pentru prelucrarea datelor experimentale, elevii își exersează competențele digitale în contexte de învățare variate.

B2. Sprijin pentru comunicare, informare autonomă și elaborare de proiecte/referate prin

- colectarea și selectarea informațiilor. În funcție de resursele disponibile, poate fi valorificată o varietate de surse și resurse digitale (biblioteci și arhive online, baze de date științifice, enciclopedii, resurse educaționale deschise, documentații tehnice, pagini web instituționale). Elevii formulează solicitări de căutare adecvate, aplică criterii de credibilitate (autorat/afiliere, dată, referințe, acuratețe), realizează sinteza informațiilor în raport cu scopul propus. Aceste activități sprijină alfabetizarea informațională și media, incluzând citarea corectă a surselor, respectarea drepturilor de autor și a eticii academice, precum și utilizarea responsabilă a instrumentelor digitale (inclusiv aplicații cu inteligență artificială) pentru documentare, notare bibliografică și verificare. Rezultatele sunt consemnate cu trasabilitatea surselor și integrate în proiecte/referate într-o formă clară, coerentă și conformă cerințelor curriculare.
- prezentarea informațiilor. Elevii pot prezenta rezultatele activităților în format electronic – în forme atractive, cu impact mare, ușor de înțeles și de transmis prin comunicare electronică.
- tehnoredactarea documentelor. Atunci când se consideră necesar, se poate solicita elevilor tehnoredactarea referatelor lucrărilor de laborator sau a referatelor teoretice și a proiectelor. Se recomandă ca tehnoredactarea acestor documente să se realizeze, cel puțin în parte, sub îndrumarea profesorului. Prin tehnoredactarea îndrumată se urmărește ca elevul să respecte structura standard (titlu, obiective/întrebări, metodă, rezultate, discuții, concluzii, bibliografie), citarea corectă a surselor, utilizarea reprezentărilor grafice corecte, utilizarea editorului de ecuații, scrierea corectă a simbolurilor mărimilor fizice și a unităților de măsură și revizuirea iterativă (auto/inter evaluare pe baza unor criterii de evaluare). Tehnoredactarea sprijină reflecția critică asupra calității produsului, corectarea și îmbunătățirea acestuia pe parcurs, precum și dezvoltarea competențelor digitale.

GRUP DE LUCRU

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ALDESCU MIOARA	profesor gradul I	Liceul „Voievodul Mircea”, Târgoviște, Dâmbovița
ALEXANDRU GABRIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
AȘTILEAN SIMION	prof. univ. dr.	Academia Română
BĂDILĂ CORNELIA	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Dimitrie Cantemir”, Breaza, Prahova
BĂRAN VIRGIL	prof. univ. dr.	Universitatea din București, Facultatea de Fizică, București
BERCHEZ DANIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea, Bihor
BOSTAN CARMEN	cercetător științific, dr.	Institutul de Științe ale Educației
BUNOIU MĂDĂLIN	conf. univ. dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
OCTAVIAN		
BUTUȘINĂ FLORIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj
COREGA CONSTANTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
DELIU GABRIELA	profesor dr.	Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil”, Brașov
DOBROTĂ IONUȚ-COSTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești, Bacău
DRAGOMIR NICOLAE	profesor gradul I	Colegiul Național Militar „Tudor Vladimirescu”, Craiova, Dolj
FLORIAN GABRIEL	profesor dr.	Colegiul Național „Carol I” Craiova, Dolj
LAZĂR DANIEL	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Hunedoara, Deva
MAN TIBERIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
MARIN CORINA	doctor	Ministerul Educației și Cercetării
MIHALCSIK ANETA	profesor gradul I	Liceul Teologic Baptist „Alexa Popovici”, Arad
AURELIA		
NECUȚĂ EMIL	profesor gradul I	Colegiul Național „Alexandru Odobescu” Pitești, Argeș
PASCU GABRIEL	lector dr.	Universitatea de Vest din Timișoara
RADOSLAVESCU ILEANA	profesor gradul I	Colegiul Național „Traian Doda” Caransebeș, Caraș Severin
RADU ADRIANA	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Prahova, Ploiești
RĂDUCANU LAURENȚIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
VALENTIN		
ROTARU LIVIU DĂNUȚ	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare
SOLSCHI VIOREL	profesor gradul I	Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare
STOLERIU LAURENȚIU	prof. univ. dr. habil.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
ȚEPEȘ DANIELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Ioan Cotovu”, Hârșova, Constanța
ȘTEFĂNESCU MANUELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
VASILESCU MIHAI	lector dr.	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca, Cluj

RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
BĂRBULESCU FLORINA	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
BLANARIU LIVIU	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil CNCE
GRUIA ION	conf. univ. dr.	Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”, București	coordonator științific
POPESCU SEBASTIAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	coordonator științific

Anexa nr. 73

Programa școlară
pentru disciplina

Fizică

Clasele a XI-a – a XII-a

Curriculum de specialitate (CS)

Filiera tehnologică, profil tehnic,
toate domeniile și calificările profesionale

Învățământ liceal

- 2026 -

Anexa nr. 73
Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasele a XI-a – a XII-a,
curriculum de specialitate (CS)

- *Filiera tehnologică, profil tehnic, toate domeniile și calificările profesionale*

NOTĂ DE PREZENTARE

Fizica este disciplină de cultură științifică generală, studiată în trunchiul comun de toți elevii și, după caz, disciplină de specialitate în curriculumul de specialitate, contribuind la profilul de formare al absolventului și la dezvoltarea competențelor-cheie stabilite la nivel european și asumate în legislația națională (art. 91 din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023). Programa contribuie la implementarea, la nivel curricular, a profilului de formare al absolventului aprobat prin OME nr. 6731/2023 și asigură coerența dintre predare-învățare-evaluare în logica dezvoltării competențelor. În acord cu aceste repere, fizica are un rol esențial în dezvoltarea competenței-cheie „Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie”, dar și la formarea celorlalte competențe-cheie, integrând valori precum curiozitatea intelectuală, rigoarea, spiritul critic și responsabilitatea față de mediu și societate. Aceste direcții sunt susținute de documentele de politică educațională europene și internaționale – Recomandarea Consiliului Uniunii Europene din 2018 privind competențele-cheie și OECD Learning Compass 2030, care promovează o viziune asupra educației ca proces continuu de anticipare, acțiune și reflecție.

Gradul ridicat de generalitate și de profunzime al legilor fizicii, structura conceptuală și aplicațiile din știință și tehnologie conferă Fizicii un rol central între științele naturii. Din perspectivă curriculară, alocările orare sunt stabilite prin planurile-cadru în vigoare. Acestea prevăd studiul disciplinei *FIZICĂ* într-un număr de 2 ore/săptămână în învățământul gimnazial, la clasele VI-VIII, în timp ce în învățământul liceal studiul disciplinei se parcurge într-un număr de ore diferit în funcție de filieră, profil și specializare. Programa se calibreză la bugetul efectiv de timp indicat de acestea, asigurând marja didactică necesară pentru diferențiere și evaluare formativă. În acest context, bugetul orar redus din trunchiul comun impune calibrarea realistă a așteptărilor curriculare și focalizarea pe obiective esențiale de alfabetizare științifică.

Prezenta programă școlară face parte din curriculumul pentru disciplina *FIZICĂ*, și se aplică la clasele a XI-a – a XII-a din învățământul liceal, *filiera tehnologică, profilul tehnic, toate domeniile și calificările*, începând cu generația de elevi care intră în clasa a XI-a în anul școlar 2028-2029. Pentru această categorie de clase, conform planurilor-cadru pentru învățământul liceal, forma cu frecvență zi, aprobate ca anexe la OMEC nr. 4350/2025, studiul disciplinei are următoarea alocare orară săptămânală, defalcată pe segmentul *trunchi comun* (TC), respectiv pe segmentul *curriculum de specialitate* (CS):

An de studiu	Clasa a IX-a		Clasa a X-a		Clasa a XI-a		Clasa a XII-a	
Tip segment curricular	TC	CS	TC	CS	TC	CS	TC	CS
Nr. săptămânal de ore	1	-	1	-	-	1	-	1

Tabel 1 – Numărul de ore de fizică pe săptămână (planuri-cadru de învățământ în vigoare)

Studiul fizicii în liceu se construiește în mod firesc pe fundamentul solid al competențelor formate în gimnaziu, unde programa a introdus o serie de elemente de modernizare curriculară, precum accentul pe alfabetizarea științifică, pe investigarea fenomenelor și pe proiectarea unităților de învățare centrate pe competențe. La nivel gimnazial, elevii deprind modalitățile esențiale de explorare a realității fizice, realizarea de experimente orientative și interpretarea calitativă a unor procese fundamentale. Programa de liceu valorifică explicit achizițiile anterioare și propune un progres curricular coerent, trecând de la o înțelegere descriptivă și calitativă a fenomenelor la una cantitativă, analitică și modelatoare. Continuitatea este evidentă și în plan metodologic: gimnaziul a mutat accentul de pe conținuturi pe dezvoltarea competențelor, oferind profesorului flexibilitate în proiectarea activităților de învățare și în alegerea contextelor relevante pentru elevi — orientare curriculară menținută și amplificată în liceu. Investigația științifică, interpretarea critică a rezultatelor și reflecția asupra propriei învățări, introduse în gimnaziu, sunt consolidate și diversificate în liceu, unde elevii capătă autonomie mai mare și se confruntă cu situații problemă mai complexe. Introducerea sistematică a analizei erorilor, a

reprezentărilor grafice, a relațiilor matematice și a experimentelor obligatorii în programa de liceu confirmă această progresie firească, transformând studiul fizicii într-o experiență intelectuală matură și aplicată.

În raport cu alte discipline, fizica își menține specificitatea epistemologică și metodologică, dar dezvoltă și o puternică dimensiune interdisciplinară. Prin caracterul său modelator, fizica oferă repere fundamentale pentru înțelegerea fenomenelor studiate în chimie, biologie sau geografie fizică, construind un limbaj comun al științelor naturii. Relația cu matematica este una organică: matematica oferă instrumentele formale necesare pentru exprimarea cantitativă a legilor fizicii, în timp ce fizica oferă sens, context și aplicabilitate conceptelor matematice. De asemenea, fizica susține în mod direct domeniile tehnologiei și informaticii: de la înțelegerea funcționării senzorilor și interpretarea semnalelor, la înțelegerea mecanicii, electricității sau opticii utilizate în dispozitivele digitale și industriale. Prin aceste conexiuni, disciplina se constituie într-un nod interdisciplinar, facilitând elevilor o înțelegere integrată a lumii și dezvoltarea competențelor de transfer — esențiale în formarea absolventului profilului liceal.

În baza profilului de formare și a competențelor-cheie sunt stabilite prin programele școlare competențele generale pentru fiecare nivel de învățământ. Pe baza competențelor generale sunt stabilite competențele specifice pentru fiecare disciplină și an de studiu.

Conținutul curricular al disciplinei fizică este specificat în programele școlare. Acestea sunt documente obligatorii pentru toate cadrele didactice de specialitate, fiind instrumentul de bază pentru planificarea și realizarea procesului de predare-învățare la disciplina fizică, respectiv pentru evaluarea performanțelor elevilor. În realizarea programei școlare de fizică s-au avut în vedere coordonatele generale prezentate în această secțiune și relația cu alte discipline. S-a ținut cont, de asemenea, de experiența dobândită de elevi în viața de zi cu zi, de evoluțiile în cunoașterea științifică, de problemele lumii contemporane și de alte aspecte științifice și educaționale specifice. Astfel, programa școlară:

- a fost concepută ca document curricular reglator ce conține, într-o organizare coerentă, oferta educațională a disciplinei fizică;
- stabilește cadrul metodologic și operațional pentru activitatea didactică la fizică;
- favorizează identificarea temelor de interes interdisciplinar, posibilitățile de corelare multi-, inter- și transdisciplinară;
- reprezintă punctul de plecare și de referință în proiectarea, realizarea și evaluarea manualelor școlare, dar și al altor resurse curriculare și didactice.

Profilul general de formare al absolventului învățământului liceal, aprobat prin O.M.E. nr. 6731/2023, determină în mod direct curriculumul-nucleu (trunchiul comun), dar vizează indirect și curriculumul de specialitate și curriculumul la decizia elevului din oferta școlii. În acest cadru curricular și operațional, ancorarea în profilul de formare al absolventului devine axul de referință pentru definirea competențelor generale și a celor specifice.

Având în vedere aceste repere fundamentale, se urmărește formarea și dezvoltarea pe parcursul întregului învățământ liceal a unui set de competențe generale în domeniul fizicii, concepute ca fundament pentru o gândire de tip științific a unei persoane capabile să învețe în contexte formale, informale și non-formale pe tot parcursul vieții.

Pentru atingerea acestor obiective, autorii programei au acordat o atenție deosebită următoarelor elemente esențiale:

- Validitatea și accesibilitatea – prezentarea corectă din punct de vedere științific a conținuturilor, la un nivel adecvat vârstei elevilor, având în vedere rolul esențial al acestora în formarea și dezvoltarea competențelor. S-a urmărit structurarea logică a conținuturilor, utilitatea practică și modernitatea acestora, posibilitatea de prezentare sistematizată și esențializată. Totodată au fost stabilite corelații logice între programa școlară și structura generală a fizicii, ca știință fundamentală a naturii.
- Succesiunea – ordonarea corespunzătoare a conținuturilor și susținerea adecvată a acestora prin investigație științifică, rezolvare de probleme, informare autonomă, cu o atenție permanentă pentru respectarea normelor de sănătate și securitate și a principiilor protecției mediului, cu accent pe prevenție și comportamente responsabile.
- Abordarea în „spirală” a domeniilor – înțelegând revenirea la anumite domenii la diferite niveluri/clase. Abordarea în „spirală”, existentă și în structura actuală a programelor și întâlnită și în alte sisteme de învățământ, este bazată atât pe logica internă a științei, cât și pe principiul adaptării la stadiul evoluției psiho-somatice a elevilor. Prin revenirea asupra domeniilor studiate, la un alt nivel și într-o altă etapă a dezvoltării psiho-somatice, elevii vor

remarca aspectele comune prin specificitate ale modelelor care descriu fenomenele naturale, iar prin înțelegerea dezvoltării acestora vor fi capabili să realizeze conexiuni atât între domeniile fizicii, cât și cu alte domenii ale științei.

- Relevanța – introducerea în procesul de predare-învățare a unui conținut minimal, reprezentativ pentru categoria de fenomene fizice studiate, stabilit în raport cu competențele specifice și generale urmărite.
- Valoarea formativă – selecția corespunzătoare a noțiunilor prezentate la fiecare temă în parte, precum și formarea, respectiv, dezvoltarea capacităților necesare activităților de cercetare și creație.
- Flexibilitatea – profesorul poate realiza cele mai potrivite asocieri între competențe și conținuturi, iar 25% din timpul alocat prin planul-cadru este lăsat la dispoziția cadrului didactic.

Fizica, știință fundamentală prin excelență, este cea mai cuprinzătoare dintre științele naturii, obiectul ei de studiu înglobând lumea materială de la nivelul microscopic al particulelor elementare până la scara cosmică a corpurilor cerești. În esență fizica este știința care stă la baza descrierii complexității lumii naturale, care contribuie la explicarea evoluției sistemelor și a proceselor din natură, care construiește modele pentru a le descrie și pe baza cărora se elaborează predicții. Fizica reprezintă totodată baza proiectării noilor tehnologii care rezolvă problemele lumii reale și conduce la îmbunătățirea calității vieții.

Nu toți elevii vor deveni oameni de știință sau ingineri, dar știința și tehnologiile ocupă un loc tot mai important în activitatea noastră zilnică. Ca cetățeni, trebuie să luăm decizii informate cu privire la chestiuni care implică din ce în ce mai mult știința și tehnologia. În ceea ce privește activitatea viitorilor angajați, ocupațiile de pe piața muncii vor solicita din ce în ce mai mult competențe în științe și tehnologie.

Prin studiul fizicii, elevii dobândesc competențe relevante pentru activitatea zilnică. Studiul fizicii permite înțelegerea aplicațiilor practice din toate domeniile de activitate. Cu o bază solidă a cunoștințelor de fizică, elevii vor fi capabili să aprecieze rolul fizicii în dezvoltarea științei și tehnicii și să utilizeze competențele dezvoltate în toate domeniile activității profesionale, iar ca viitori absolvenți vor putea deveni eficienți într-o societate a cunoașterii globală și puternic tehnologizată.

Dinamica accelerată a descoperirilor științifice și tehnologice, atât ca amploare, cât și ca impact, reclamă o reconfigurare curriculară a predării fizicii. Ca disciplină de cultură științifică generală, Fizica furnizează infrastructura cognitivă pentru alfabetizarea științifică și pentru învățarea pe tot parcursul vieții, prin formarea de competențe transferabile și prin raportarea constantă la dovezi. Pentru a asigura standarde ridicate de calitate, demersul didactic se aliniază logicii științei (modele, ipoteze, date, validare), valorifică sistematizarea conținuturilor, integrează metodologii de învățare activă (investigație, problematizare, modelare, utilizarea responsabilă a tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale) și promovează evaluarea formativă și echitatea. În acest cadru, disciplina *FIZICĂ* trebuie să aibă ca finalitate formarea capacității viitorilor absolvenți de:

- a folosi conceptele și teoriile importante din fizică și științe;
- a gândi științific, critic și creativ, folosind cunoștințele științifice pentru a lua decizii informate cu privire la probleme reale;
- a accesa cunoașterea prin cercetare și informare autonomă;
- a înțelege limbajul științific și a-l utiliza eficient în comunicarea ideilor și punctelor de vedere cu privire la subiecte din știință și tehnologie;
- a manifesta respect pentru unitatea, diversitatea și fragilitatea naturii.

Aceste finalități urmărite prin studiul disciplinei fizică sunt subsumate finalităților învățământului liceal, care propun formarea unui absolvent în măsură să decidă asupra propriei cariere, să contribuie la articularea propriilor trasee de dezvoltare intelectuală și profesională și să se integreze activ în viața socială și în muncă.

În tabelul 2 este prezentată corelarea dintre competențele generale ale disciplinei fizică (nivel liceal) și competențele-cheie, ca reper de proiectare și aliniere curriculară. Tabelul explicitează corespondențele competențe-cheie ↔ competențe generale, oferind un cadru de referință care asigură coerența curriculară și fundamentează continuitatea către competențele specifice, pe care se structurează activitățile de învățare.

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
Competența de citire, scriere și înțelegere a mesajului	CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - formulând o varietate de mesaje pentru a exprima opinii, idei, argumente, contraargumente în contexte formale și nonformale, folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - analizând critic și interpretând o varietate de mesaje receptate în diverse situații de comunicare, inclusiv cele specifice fizicii.
Competența matematică și competența în științe, tehnologie și inginerie	CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - aplicând gândirea științifică prin cercetarea unor situații/probleme specifice științelor naturii și prin raportarea propriilor ipoteze la rezultatele experimentale validate; - utilizând în mod independent diferite metode de investigație și tehnologii moderne din domeniul științific și profesional, inclusiv în contexte practice și pentru realizarea de produse și servicii; - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, în științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute. CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice; - evaluând constant validitatea unor raționamente științifice aplicate în contexte diverse, inclusiv profesionale. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - construind demersul de rezolvare a problemelor pe care le identifică într-o varietate de contexte, inclusiv profesionale, prin aplicarea principiilor și legilor fizicii, precum și prin utilizarea noilor tehnologii; - utilizând și raportându-se critic la moduri de gândire și forme de prezentare specifice științelor (de exemplu: formule, modele, grafice), inclusiv în relație cu întrebări relevante pentru viața reală și pentru diferite contexte profesionale.
Competența digitală, inclusiv de siguranță pe internet și securitate cibernetică	CG1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - manifestând interes pentru dezvoltarea de conținuturi digitale și utilizarea noilor tehnologii, inclusiv a celor care valorifică inteligența artificială, ca răspuns la nevoi de învățare specifice, inclusiv profesionale;

Competențe-cheie	Competențe generale Disciplina <i>FIZICĂ</i> – învățământ liceal
	- utilizând informații obținute din diferite surse și/sau informații obținute prin investigație științifică; - comunicând adecvat ca formă și conținut rezultatele obținute. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - rezolvând creativ probleme care presupun organizarea datelor, a informațiilor și a conținutului digital, prin utilizarea unor dispozitive, aplicații digitale și rețele; - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată.
Competența personală, socială și a învăța să înveți Competența civică, juridică și de protejare a mediului	CG2 Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - analizând situații sau probleme complexe, formulând și evaluând judecăți de valoare bazate pe puncte de vedere argumentate; - în diferite contexte de învățare, profesionale și în viața de zi cu zi; - înțelegând și prevăzând posibilele efecte ale unor fenomene fizice asupra organismelor vii și asupra mediului; - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului. CG3 Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - raportându-se critic la fenomene și procese pentru a putea lua decizii pe bază de argumente, pentru a înțelege complexitatea și interacțiunea dintre fenomene și procese, pentru a proiecta soluții durabile. CG5 Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - participând activ, în calitate de cetățean responsabil, la luarea deciziilor care îl privesc, la activități și proiecte care promovează valorile general-umane, echitatea, protecția naturii și lupta împotriva schimbărilor climatice.

Tabel 2 – Coerența curriculară: corespondența între competențele-cheie și competențele generale vizate de disciplina Fizică în învățământul liceal

Conținuturile propuse pentru clasele a XI-a și a XII-a (filiera tehnologică, profilul tehnic, toate domeniile și calificările) sunt organizate în jurul unor domenii cu relevanță directă pentru înțelegerea fenomenelor fizice care stau la baza funcționării sistemelor tehnice uzuale și pentru utilizarea acestora în condiții de siguranță, punând accent pe modele funcționale, aplicații și siguranță în utilizare.

În clasa a XI-a, elevii aprofundează noțiuni de electromagnetism necesare explicării fenomenelor de inducție și funcționării echipamentelor electrotehnice (transformatoare, motoare și generatoare electrice), inclusiv discutarea conversiei energiei și a randamentului. Sunt introduse și noțiuni elementare de mecanica fluidelor (presiune, legea lui Pascal, legea lui Arhimede, debit, continuitate, legea lui Bernoulli) care susțin înțelegerea dispozitivelor hidraulice și a aplicațiilor tehnice ale curgerii fluidelor. Domeniul oscilațiilor și undelor mecanice oferă repere pentru descrierea mișcărilor periodice, a amortizării oscilațiilor și a propagării undelor, cu aplicații uzuale în acustică și controlul zgomotului.

În clasa a XII-a, parcursul este continuat prin abordarea unor noțiuni referitoare la oscilații și unde electromagnetice, cu accent pe curentul alternativ (elemente de circuit, mărimi efective, circuite de curent alternativ, putere). Studiul opticii oferă repere pentru înțelegerea propagării luminii, a reflexiei și refracției (inclusiv reflexia totală), a formării imaginilor prin lentile și instrumente optice, precum și

a ochiului ca sistem optic și a corecției vederii. Sunt incluse la nivel conceptual și noțiuni de optică ondulatorie (polarizarea luminii și aplicații – filtre polarizante, ecrane LCD).

În ansamblu, această structurare curriculară contribuie la formarea unui set de competențe științifice și tehnice aplicabile, dezvoltând capacitatea elevilor de a interpreta fenomene și procese întâlnite în practică, de a utiliza concepte și modele în rezolvarea de situații-problemă și de a adopta conduite responsabile în contexte profesionale, cu respectarea cerințelor de siguranță și eficiență. Autorii de manuale și resurse curriculare vor respecta în mod strict Sistemul internațional de unități (SI) pentru terminologie, simboluri, unități, prefixe și reguli de scriere, conform broșurii Bureau International des Poids et Mesures (2025), Le Système international d'unités/The International System of Units (ediția a 9-a), disponibilă la <https://doi.org/10.59161/AUEZ1291>. Pentru implementarea didactică a terminologiei referitoare la erorile și incertitudinile de măsurare, se va utiliza VIM (JCGM 200:2012) – International Vocabulary of Metrology — Basic and general concepts and associated terms (ediția a 3-a), disponibil la <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

COMPETENȚE GENERALE (CG)

CG1	Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate
CG2	Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale
CG3	Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile
CG4	Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate
CG5	Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
CG1. Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate - utilizând ipoteze date sau formulând ipoteze adecvate; - utilizând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive fizice și matematice; - exprimând argumentat și comunicând într-o formă adecvată concluzii în relație cu ipotezele.	Elevul este capabil să realizeze investigații științifice asistate a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnologice primare ale acestora - utilizând ipoteze date; - aplicând consecvent algoritmi dați; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să realizeze autonom investigații științifice ale unor fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și ale unor aplicații tehnologice moderne ale acestora - formulând ipoteze adecvate; - identificând și aplicând metode și tehnici experimentale și raționamente deductive și inductive; - comunicând argumentat concluzii alternative pe baza ipotezelor formulate; - evaluând calitatea ipotezelor și propunând ipoteze pentru investigații ulterioare.
CG2. Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele,	Elevul este capabil să explice anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să explice o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații tehnologice moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
simboluri și relații matematice.		
CG3. Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile și, după caz, științele corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice și/sau algoritmi potriviți pentru a ajunge la rezultate; - exprimând și comunicând într-o formă adecvată rezultatele obținute.	Elevul este capabil să rezolve probleme simple pe bază de algoritmi și/sau asistat - încadrând fenomenele descrise de probleme în domeniile corespunzătoare; - utilizând mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme indicate; - formulând și comunicând anumite concluzii în relație cu ipotezele date.	Elevul este capabil să rezolve probleme complexe prin metode proprii de abordare - identificând diferitele tipuri de fenomene descrise în probleme; - utilizând mărimi și unități de măsură, legi, principii și teoreme adecvate; - utilizând modele, simboluri și raționamente fizice și matematice; - formulând și comunicând argumentat rezultatele obținute; - identificând posibile variante de generalizare și/sau aplicare.
CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate - în diferite contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - folosind în mod corespunzător mărimi fizice și unități de măsură, legi, principii și teoreme; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.	Elevul este capabil să descrie anumite fenomene fizice simple și unele aplicații tehnologice primare ale acestora - în contexte de învățare și în viața de zi cu zi; - folosind mărimi fizice și unități de măsură și, în mod limitat, legi, principii și teoreme adecvate.	Elevul este capabil să descrie o clasă largă de fenomene fizice, inclusiv unele de complexitate ridicată, precum și aplicații moderne ale acestora - în contexte formale și informale, de învățare, profesionale, în viața de zi cu zi; - utilizând toate mărimile fizice relevante (inclusiv estimări cantitative realiste) și legile, principiile și teoremele adecvate; - utilizând, potrivit contextului dat, modele, simboluri și relații matematice.
CG5. Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile - utilizând o varietate de surse de informare, inclusiv manuale școlare, cărți, articole, internet;	Elevul este capabil să se informeze independent pe o temă dată - utilizând o listă de surse bibliografice oferită; - selectând anumite date din sursele de informație utilizate; - prelucrând și sistematizând asistat datele obținute.	Elevul este capabil să se informeze autonom și/sau din proprie inițiativă pe o varietate de teme științifice - identificând și selectând surse de informare adecvate; - selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problema studiată;

Competența generală	Descriptori ai competențelor generale	
	Bazal	Superior
- selectând critic, prelucrând și sistematizând date relevante pentru problematica studiată. - valorizând siguranța și sănătatea persoanei, precum și necesitatea protejării și conservării mediului.	- respectând anumite prevederi regulamentare specifice domeniului de activitate; - înțelegând natura riscurilor implicate de nerespectarea regulilor cunoscute.	- comunicând adecvat ca formă și conținut informațiile dobândite. - implicându-se conștient în acțiuni civice, democratice, de consultare etc. ce vizează luarea unor decizii în utilizarea pe scară largă a anumitor tehnologii și/sau aplicații practice.

CLASA a XI-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- Observarea curgerii unui lichid printr-un orificiu practicat în peretele unui vas, pentru înălțimi diferite ale coloanei de lichid, în scopul determinării vitezei de curgere și pentru organizarea datelor experimentale.
- Observarea directă a oscilațiilor unui pendul elastic, măsurarea perioadei de oscilație a pendulului elastic pentru mase diferite și organizarea datelor experimentale.
- Observarea comparativă a micilor oscilații efectuate de două pendule gravitaționale cu parametri diferiți, măsurarea perioadei acestora și înregistrarea datelor obținute.

XI.CS.1.2. Prelucreează date obținute din investigații experimentale și teoretice pentru a formula concluzii argumentate științific.

- Reprezentarea grafică a dependenței vitezei de curgere de înălțimea coloanei de lichid, compararea rezultatelor experimentale cu modelul teoretic $v^2 \sim h$ și formularea concluziilor privind validarea relației.
- Reprezentarea grafică a dependenței T^2 de m și formularea concluziilor privind proporționalitatea directă dintre acestea precum și a posibilității de determinare din grafic a unei mase necunoscute.
- Prelucrarea datelor experimentale și formularea unor concluzii argumentate științific privind factorii care influențează perioada micilor oscilații ale pendulului gravitațional.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XI.CS.2.1. Corelează date și observații experimentale cu legi și principii fizice pentru a susține explicații argumentate științific.

- Identificarea aspectelor similare dintre transmiterea presiunii în lichide și funcționarea sistemului de frânare hidraulică al unui autovehicul, pentru explicarea funcționării acestuia.
- Utilizarea datelor experimentale privind apariția curentului electric indus, pentru explicarea funcționării generatoarelor electrice, pe baza fenomenului de inducție electromagnetică.
- Corelarea observațiilor experimentale privind oscilațiile unui sistem mecanic cu caracteristicile mișcării oscilatorii, pentru explicarea funcționării amortizoarelor utilizate în sisteme tehnice.

XI.CS.2.2. Construiește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.

- Utilizarea modelului fluid ideal pentru explicarea funcționării tubului Venturi utilizat în măsurarea debitului fluidelor, pe baza ecuației de continuitate și a legii Bernoulli.
- Descrierea funcționării unui difuzor, pe baza interacțiunii dintre curentul electric variabil și câmpul magnetic, cu evidențierea obținerii sunetului prin vibrația membranei acestuia.
- Utilizarea legii inducției electromagnetice pentru explicarea funcționării unui transformator electric folosit în aplicații tehnice.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XI.CS.3.1. Structurează informații din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.

- Identificarea datelor, a necunoscutelor și a condițiilor specifice într-o situație problemă referitoare la acțiunea unui câmp magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric, pentru elaborarea unui plan de rezolvare.

- Selectarea informațiilor relevante dintr-un enunț despre un dispozitiv hidraulic sau despre plutire (presiuni, suprafețe, diferențe de nivel, densități), pentru elaborarea unui plan de rezolvare bazat pe alegerea corectă a legii lui Pascal sau legii lui Arhimede și pe organizarea etapelor de calcul.
- Organizarea datelor dintr-o problemă aplicativă de curgere a fluidelor printr-un sistem tehnic (secțiuni, viteze, presiuni), pentru formularea unui plan de rezolvare.

XI.CS.3.2. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.

- Aplicarea legii inducției electromagnetice și a regulii lui Lenz, pentru explicarea și rezolvarea unor probleme despre generarea tensiunii induse în bobine, frânarea electromagnetică sau funcționarea generatoarelor electrice bazate pe inducție.
- Aplicarea legii lui Pascal în probleme despre dispozitive hidraulice (presă, cric, frână hidraulică), pentru determinarea mărimilor de lucru și argumentarea avantajului utilizării acestora în context tehnologic.
- Aplicarea ecuației de continuitate și a legii Bernoulli în vederea rezolvării unor situații practice referitoare la măsurarea debitului în conducte.

XI.CS.3.3. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.

- Analizarea rezultatelor unei probleme de curgere a fluidelor în conducte, pentru discutarea condițiilor de aplicare ale modelului de fluid ideal și a efectelor neglijate în practică (vâscozitate, pierderi de presiune, turbulență).
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un oscilator armonic, pentru verificarea coerenței soluției prin raportare la situații-limită și la contexte reale.
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme referitoare la propagarea undelor mecanice, pentru verificarea coerenței fizice prin estimarea ordinului de mărime și discutarea condițiilor de valabilitate ale modelului utilizat.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.

- Descrierea principiului de funcționare a unui transformator electric pentru argumentarea utilizării acestuia pentru coborârea/ridicarea tensiunii electrice.
- Formularea unei explicații despre funcționarea preseii hidraulice pe baza relației dintre presiune, forță și suprafață, pentru susținerea concluziilor prin limbaj de specialitate.
- Descrierea fenomenului de propagare a unei unde mecanice, observat într-o simulare/ animație/ film utilizând limbajul specific fizicii.
- Descrierea formării undelor staționare în coardă sau în tub sonor folosind noțiunile de nod și ventru, pentru identificarea frecvențelor de oscilație.

XI.CS.4.2. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.

- Prezentarea orală a soluției unei situații-problemă despre interacțiunea dintre un conductor parcurs de curent electric și câmpul magnetic, pentru argumentarea unei decizii corecte privind orientarea conductorului și sensul curentului în vederea obținerii efectului dorit într-un dispozitiv tehnic.
- Prezentarea unei soluții argumentate pentru o situație-problemă de curgere a fluidelor în conducte (ex.: pulverizator), pentru fundamentarea unei decizii privind alegerea unei configurații optime (diametre, viteze de curgere) care să asigure funcționarea.
- Prezentarea asemănărilor dintre oscilațiile pendulului elastic și mișcările unor dispozitive din viața cotidiană (de exemplu: amortizoarele unei biciclete, mecanismul unui ceas etc.), pentru a argumenta alegerea unei soluții tehnice adecvate.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.

- Investigarea efectelor utilizării dispozitivelor audio asupra sănătății, prin identificarea riscurilor asociate expunerii la semnale sonore de intensitate ridicată.

- Analizarea beneficiilor și riscurilor determinate de construcția barajelor hidroelectrice, pe baza unor studii de caz, pentru evidențierea impactului asupra mediului și comunității.
- Analizarea impactului utilizării generatoarelor electrice asupra mediului și societății, prin identificarea beneficiilor și a riscurilor asociate producerii energiei electrice.

XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.

- Evaluarea rolului transformatoarelor electrice în transferul energiei electrice, pentru susținerea deciziilor cu privire la utilizarea eficientă a energiei.
- Evaluarea utilizării sistemelor hidraulice în aplicații tehnice (ex.: utilaje, frâne, instalații), prin compararea beneficiilor și riscurilor (pierderi de fluid, contaminare, siguranță), pentru a susține decizii și recomandări de utilizare responsabilă și protecție a mediului.

Descrierea competențelor specifice

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Compe- tența speci- fică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.	observă sistematic fenomene din electromagnetism, mecanica fluidelor, oscilații și unde în contexte tehnice uzuale; identifică sistemul, variabilele relevante și condițiile inițiale; selectează instrumente uzuale și stabilește condițiile de lucru; colectează serii de date; organizează datele în tabele.	Noțiuni: fenomen; sistem; model; variabilă independentă/dependentă/controlată; ipoteză; parametri; instrumente de măsură uzuale; norme PSI/PSM (nivel funcțional); câmp magnetic, inducția magnetică; flux magnetic; inducție electromagnetică, tensiune electromotoare indusă, curent indus; regula lui Lenz; inductanță/autoinducție; motor/generator/transformator (principiu); randament/pierderi (calitativ); presiune (hidrostatică/atmosferică), legea lui Pascal; legea lui Arhimede; debit/continuitate; legea lui Bernoulli (aplicații: Venturi/pulverizator); mișcare periodică/oscilatorie; oscilații armonice; amortizare; unde mecanice, interferență/unde staționare (noțiuni); sunet, nivel de intensitate (funcțional). Principii: investigarea se bazează pe dovezi; separarea observației de interpretare; utilizarea responsabilă a surselor de informare; respectarea normelor de securitate și protecția echipamentelor. Proceduri: observație dirijată; utilizarea elementară a unui instrument/aplicație digitală pentru măsurare și înregistrare; colectare date experimentale; completare tabel; etichetare corectă (simbol-unitate); selecția surselor validate.	curiozitate științifică; rigoare și onestitate intelectuală; responsabilitate pentru siguranță și echipamente; deschidere către revizuirea ipotezei pe baza dovezilor; valorizarea explicațiilor bazate pe dovezi.
XI.CS.1.2. Prelucreează date obținute din	organizează datele în tabele corecte (simbol-unitate de măsură); calculează mărimi derivate și indicatori simpli	Noțiuni: date experimentale/ teoretice; tabel; grafic; medie aritmetică; mărimi derivate (raport, procent – după caz); incertitudine	respect față de dovezi; spirit critic față de propriile

Compe- tența speci- fică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
investigații experimen- tale și teore- tice pentru a formula concluzii ar- gumentate științific.	(medie, diferență, raport, procent – după caz); repre- zintă datele prin grafice adecvate și interpretează tendințe; compară rezulta- tele cu ipoteza inițială și cu un model simplu (vali- dare/infirmare); identifică abateri evidente și discută cauze plauzibile (pierderi energetice, frecare/amorti- zare, condiții necontrolate, erori de citire); estimează in- certitudini la nivel operațio- nal prin repetare/intervale și utilizează cifre semnificative la nivel funcțional; formu- lează concluzii argumentate și precizează surse de eroare.	(operațional); cifre semnificative (utilizare); pierderi energetice (cali- tativ). Principii: concluziile se ra- portează la date; verificarea coe- renței interne (unități de măsură, ordin de mărime); trasabilitatea da- telor; utilizarea instrumentelor în condiții de siguranță. Proceduri: organizarea datelor în tabele; cal- culul mărimilor derivate și al medi- ilor; realizarea graficelor (alegerea axelor/scărilor); compararea cu ipoteza și cu un model elementar; identificarea abaterilor și formula- rea cauzelor plauzibile; estimarea incertitudinii prin repetare/inte- vale; redactarea concluziei; descri- ere minimală a instrumentelor/apli- cațiilor și a condițiilor de lucru.	rezultate; inte- gritate acade- mică; colabo- rare și comuni- care clară a concluziilor.

**CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în
contexte reale.**

Competența speci- fică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.2.1. Core- lează date și obser- vații experimentale cu legi și principii fizice pentru a sus- ține explicații argu- mentate științific.	selectează, dintr-o situa- ție tehnică dată (electro- magnetism / fluide / os- cilații-unde), datele re- levante (măsurări, ob- servații, grafice/tabele); identifică mărimile și unitățile de măsură im- plicate; alege legea/ principiul adecvat; core- lează datele cu relația fizică prin comparații simple (tendință, pro- porționalitate, „crește/scade”, ordin de mărime); utilizează re- prezentări elementare (schemă, tabel, grafic simplu) ca suport al ex- plicației; formulează ex- plicația în lanț logic date → lege/principiu → concluzie; verifică plauzibilitatea (unități de măsură, sens fizic, coerență cu experiența) și indică posibile surse	Noțiuni: date experimentale/obser- vații; lege fizică; principiu; relație funcțională; domeniu de valabili- tate; reprezentare grafică/tabelară; ordine de mărime; pierderi energe- tice (calitativ). Legi/principii din conținuturi: efectul magnetic al cu- rentului (câmp magnetic, inducție magnetică – calitativ); inducția electromagnetică și regula lui Lenz (sensul curentului indus); presiunea în fluide și legea lui Pascal; legea lui Arhimede; ecuația de continui- tate (debit); legea lui Bernoulli (in- terpretare tehnică: Venturi/pulveri- zator); amplitudine, perioadă, frec- vență, energie și amortizare (calita- tiv); unde/sunet ($v = \lambda \cdot \nu$ – aplicare simplă). Proceduri: identificarea mărimilor și a unităților de măsură; extragerea informației din tabel/gra- fic; alegerea legii relevante; con- struirea explicației argumentate; ve- rificarea coerenței (unități de mă- sură, sens de variație, ordin de mă- rime); menționarea limitelor și a surselor de eroare/pierderi (calita- tiv).	respect pentru dovezi; onesti- tate intelectuală (nu „forțează” concluzia); pru- dență în genera- lizări (recu- noaște limitele); interes pentru în- țelegerea feno- menelor în con- texte tehnice reale; responsa- bilitate pentru utilizarea co- rectă a instru- mentelor și date- lor.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	de eroare/pierderi (calitativ).		
XI.CS.2.2. Construește raționamente bazate pe modele teoretice și date experimentale pentru a explica funcționarea unor sisteme sau dispozitive.	identifică sistemul/dispozitivul și stabilește funcția lui (ce transformă/transferă/controlează); reprezintă dispozitivul prin schemă funcțională și/sau prin schiță/schemă simplă; structurează explicația funcționării în pași logici; justifică rolul mărimilor-cheie și anticipează efectul unei modificări simple (ex.: creșterea curentului/numărului de spire; schimbarea secțiunii conductei; schimbarea amortizării).	Noțiuni: sistem/dispozitiv; model teoretic; conversie/transfer de energie; randament (calitativ + calcule simple); pierderi (mecanice/termice/electrice – calitativ); condiții de funcționare. Modele și sisteme: conductor parcurs de curent / solenoid; inducție electromagnetică (pentru generator/transformator); motor/generator (conversie energie electrică ↔ mecanică – nivel funcțional); transformator (raport de transformare, pierderi – calitativ); dispozitive hidraulice (Pascal); plute/ stabilitate (Arhimede); tub Venturi / pulverizator (Bernoulli – interpretare tehnică); pendul elastic/gravațional (oscilații armonice); amortizare (disipare); unde staționare și aplicații la sunet/protecție fonică (nivel funcțional). Principii: explicația se bazează pe modele cu domeniu de valabilitate; conservarea energiei (calitativ) și rolul pierderilor; cauză–efect controlat (o variabilă schimbată → efect observat); siguranța în utilizarea dispozitivelor. Proceduri: descrierea funcțională (ce face dispozitivul); alegerea modelului; justificarea predicției la modificări simple; explicarea limitelor (pierderi, condiții neideale) și a măsurilor de siguranță.	interes pentru aplicațiile fizicii în tehnologie; claritate și coerență logică; spirit critic (acceptă limitele modelului); responsabilitate în evaluarea pierderilor și a impactului (eficiență, riscuri); colaborare și comunicare precisă.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.3.1. Structurează informații din probleme definite și situații problemă în contexte variate pentru a elabora un plan de rezolvare.	identifică datele, necunoscutele și condițiile enunțului; extrage informația relevantă din texte/tabele/diagrame; reprezintă situația prin schiță/schemă (inclusiv schemă funcțională intrări–proces–ieșiri, schemă de forțe sau schemă de circuit/instalație la nivel funcțional); selectează mărimile	Noțiuni: sistem; model idealizat; variabile; condiții inițiale; date/necunoscute; schemă/schiță; unități SI; ordin de mărime; randament (noțiune); pierderi (calitativ). Mărimi/concepte: câmp magnetic, inducție magnetică, flux; inducție electromagnetică (noțiune), regula Lenz; presiune, densitate; debit, viteză de curgere, secțiune; perioadă, frecvență,	rigoare și ordine în gândire; perseverență; responsabilitate în formularea ipotezelor; orientare spre soluții fezabile și sigure; disponibilitate de a revizui planul când apar inconsecvențe.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	relevante; formulează ipoteze simple; alege relațiile/legile potrivite și ordonează pașii, precizând verificări intermediare (unități de măsură, ordin de mărime).	amplitudine; lungime de undă, viteză de propagare; nivel de intensitate sonoră (funcțional). Principii: alegerea modelului potrivit și a domeniului de valabilitate; coerență dimensională; prudență în idealizări (fluid ideal, pierderi neglijate). Proceduri: analiza enunțului; listarea datelor/necunoscutelor; alegerea reprezentării (schită/schemă); selectarea legilor; stabilirea planului (etape); identificarea resurselor necesare (tabel de constante, fișă tehnică, aplicație/simulare simplă).	
XI.CS.3.2. Aplică principii, legi și modele teoretice ale fizicii pentru a construi soluții la probleme definite și situații problemă în contexte variate.	aplică legi/principii/modele adecvate din electromagnetism, fluide, oscilații-unde pentru a obține rezultate numerice sau concluzii calitative; efectuează calcule elementare și transformări de unități de măsură; utilizează corect simboluri și unități de măsură; estimează ordine de mărime pentru verificarea rapidă a plauzibilității; integrează în soluție condiții de funcționare, eficiență și siguranță (pierderi, randament – calitativ/elementar), fără formalism avansat.	Noțiuni: lege/principiu; mărimi fizice și unități de măsură; ordin de mărime; rezultat numeric / concluzie calitativă; randament (η) – utilizare elementară; pierderi (calitativ). Principii/legi/relații aplicative: Pascal (dispozitive hidraulice – relații între presiune și forță, aplicare elementară); Arhimede (forța arhimedică, condiția de plutire); continuitate/debit (aplicare simplă) și Bernoulli (interpretare + calcule simple în aplicații: Venturi/pulverizator); oscilații: perioadă, frecvență (pendul elastic/gravitațional – utilizare funcțională), energie/amortizare (calitativ); unde: $v = \lambda/T$, unde staționare/interferență (noțiuni în aplicații simple), sunet și nivel de intensitate (interpretări funcționale); electromagnetism: efect magnetic al curentului, inducție/Lenz, motor-generator-transformator (principiu, randament – calitativ/elementar). Proceduri: aplicarea relațiilor cu verificare dimensională; calcul cu date din tabele/fișe; estimări și cazuri-limită; formularea	perseverență și responsabilitate; prudență în interpretarea rezultatelor în contexte reale; orientare spre soluții eficiente și sigure; încredere în raționament justificat; disponibilitate de a corecta erori și de a îmbunătăți soluția.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
		rezultatului cu unități de măsură și precizie adecvată.	
XI.CS.3.3. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a evalua relevanța și limitele soluțiilor propuse.	verifică plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, unități, cazuri-limită); verifică dacă soluția respectă condițiile inițiale și ipotezele asumate; identifică domeniul de valabilitate al modelului (fluid ideal vs real, pierderi neglijate, componente ideale); identifică surse probabile de abatere (rotunjiri, date incerte, ipoteze simplificatoare, măsurare); formulează concluzia finală referitoare la rezultat.	Noțiuni: validare; plauzibilitate; caz-limită; domeniu de valabilitate; aproximare; incertitudine (nivel funcțional); criterii: eficiență, siguranță, sustenabilitate (nivel funcțional). Principii: rezultatul trebuie interpretat fizic, nu doar numeric; orice model are limite; concluziile se formulează în acord cu ipotezele și datele; în contexte tehnice contează pierderile și condițiile de siguranță. Proceduri: verificare dimensională și prin estimare; verificare prin caz-limită; compararea cu valori tipice/fișe tehnice (dacă există); discutarea limitelor modelului și a surselor de abatere; reformularea soluției/condițiilor când rezultatul nu e plauzibil.	spirit reflexiv și critic; onestitate intelectuală (recunoaște limitele); responsabilitate în raportarea concluziilor; orientare spre îmbunătățire și învățare din erori; deschidere la feedback.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a comunica explicații și raționamente științifice complexe.	utilizează corect terminologia din conținuturile studiate (electromagnetism, fluide, oscilații-unde) în explicații scurte și coerente; folosește simboluri standard și unități SI în calcule/rezultate; redactează enunțuri clare, cu structură logică (situație → model/lege → concluzie); distinge între limbaj cotidian și limbaj științific, evitând formulări ambigue; precizează ipotezele și condițiile de valabilitate la nivel funcțional (ex.: „fluid ideal”, „pierderi neglijate”, „regim staționar”, „măsurare aproximativă”); utilizează notația științifică și cifre semnificative la nivel	Noțiuni și convenții: simboluri ale mărimilor fizice și unități SI; scrierea relațiilor fizice și interpretarea lor; notație științifică; cifre semnificative (utilizare); prefixe SI; convenții grafice elementare (axe, unități, legendă). Terminologie de bază (conținuturi studiate): câmp magnetic/inducție/flux; inducție electromagnetică, regula Lenz; presiune/debit/continuitate/Bernoulli; Arhimede; perioadă/frecvență/amplitudine; undă (λ , v); nivel de intensitate sonoră; randament/pierderi (calitativ). Principii: claritate și coerență a exprimării; respectarea domeniului de valabilitate al relațiilor/modelelor.	rigoare în exprimare; respect pentru limbajul științific; disponibilitate pentru corectare; atenție la claritate și la evitarea confuziilor.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	operațional; explică sensul fizic al mărimilor folosite.	Proceduri: redactarea structurată a unei explicații; folosirea corectă a simbolurilor și unităților în calcule; reformularea din limbaj cotidian în limbaj științific (și invers) menținând sensul fizic.	
XI.CS.4.2. Prezintă oral sau în scris raționamente și soluții la situații-problemă pentru a argumenta decizii corecte și informate.	expune coerent demersul de rezolvare; justifică alegerile făcute (model, relații, ipoteze) în limbaj accesibil, dar corect; utilizează scheme, schițe, tabele/grafice simple ca suport al prezentării; argumentează decizia în contexte tehnice uzuale, raportându-se la date și rezultate; răspunde la întrebări/obiecții prin clarificarea ipotezelor și a pașilor; formulează concluzii concise și recomandări realiste (ex.: „ce parametru se ajustează”, „ce compromis apare”).	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe legi/date; justificarea demersului; concluzie argumentată; limită a modelului; decizie informată. Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului. Proceduri: structurarea unei prezentări/soluții; utilizarea suporturilor vizuale (schemă funcțională, tabel, grafic simplu); formularea explicită a limitelor și a surselor de eroare/pierderi; compararea a două opțiuni simple (ex.: două configurații/parametri) pe criterii explicite; redactarea unui răspuns scurt la obiecții („de ce se aplică legea?”, „ce se întâmplă dacă...?”).	responsabilitate în comunicare și în formularea recomandărilor; respect față de argumentele bazate pe dovezi; deschidere la dialog și feedback.

CG 5: *Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile*

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XI.CS.5.1. Analizează impactul progresului științific și tehnologic asupra individului, societății și mediului pentru a identifica riscuri etice și sociale.	identifică aplicații tehnice ale fenomenelor studiate (electromagnetism, fluide, oscilații/unde) în contexte apropiate profilului tehnologic (motoare/ generatoare/ transformatoare, instalații hidraulice, dispozitive de pulverizare/ventilație, echipamente care produc zgomot/vibrații); descrie beneficii și efecte nedorite (consum energetic, pierderi, zgomot, vibrații, riscuri de accidente, poluare); analizează riscuri din perspectiva siguranței	Noțiuni: impact; risc; prevenție; randament/ pierderi; consum energetic; poluare fonică; vibrații; norme PSI/SSM (noțiune). Principii: evaluarea riscului se bazează pe date și explicații fizice (nu pe percepții); separarea cauză–efect; raportarea beneficiu–risc și eficiență–pierderi; prioritatea siguranței în exploatarea instalațiilor. Proceduri: identificarea aplicației și a mecanismului fizic implicat (pe scurt); listarea efectelor pozitive și a efectelor nedorite; identificarea	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; prudență și echilibru în evaluarea riscurilor; respect pentru dovezile științifice și pentru norme de siguranță; preocupare pentru eficiență și impact asupra mediului; deschidere către informare corectă și revizuirea opiniilor pe baza datelor.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	(electrice/mecanice), sănătății (expunere la zgomot, vibrații), și mediului (eficiență energetică, deșeuri, scurgeri, consum de resurse), utilizând argumente simple bazate pe concepte fizice (randament/pierderi, presiune, debit, nivel de intensitate sonoră); delimitează fapte științifice (mărimi, relații, date) de opinii/percepții.	categoriilor de risc (siguranță, sănătate, mediu) și a actorilor afectați (individ/comunitate); analiza riscului pe criterii simple; formularea concluziei (beneficii; riscuri → măsuri de reducere/prevenție), cu delimitarea clară între date și judecăți de valoare.	
XI.CS.5.2. Evaluează aplicații științifice pentru a susține decizii bazate pe principii etice.	evaluează opțiunile prin criterii explicite, ușor de aplicat: siguranță, sănătate, impact asupra mediului (pierderi energetice, consum, scurgeri/deșeuri), eficiență (randament – calitativ/elementar); utilizează argumente simple bazate pe concepte fizice pentru a justifica evaluarea; formulează o decizie argumentată și condiționată („se recomandă... dacă...”, „nu se recomandă... când...”) și indică o măsură elementară de prevenție/limitare a efectelor (procedură sigură, protecție, ecranare fonică, verificare/ mentenanță); raportează decizia la reguli/bune practici de siguranță (PSI/SSM – nivel funcțional).	Noțiuni: criterii de evaluare (siguranță, sănătate, mediu, eficiență); prevenție; responsabilitate; randament și pierderi energetice (calitativ/elementar); norme PSI/SSM (noțiune). Principii: prioritatea siguranței; raportarea deciziei la dovezi (date, modele simple); recunoașterea incertitudinilor și a limitelor informației; analiza beneficiu–risc; reducerea pierderilor și a expunerii ca direcție de decizie responsabilă; respectarea regulilor de utilizare în siguranță a instalațiilor și echipamentelor. Proceduri: definirea problemei și a opțiunilor; stabilirea criteriilor; identificarea datelor relevante (observații, măsurări simple, valori tipice/fișe tehnice – nivel funcțional); justificarea evaluării prin concepte fizice (de ce crește riscul/pierdere); compararea opțiunilor și alegerea argumentată; formularea condițiilor și a limitelor deciziei.	responsabilitate față de propria persoană și față de ceilalți; prudență și echilibru în decizie; respect pentru dovezi și pentru reguli de siguranță; preocupare pentru reducerea pierderilor și a impactului asupra mediului; disponibilitate pentru dialog și revizuirea deciziei când apar informații noi.

CLASA a XI-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Noțiuni de electromagnetism	1.1. Efectul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică	- câmp magnetic; linii de câmp magnetic; inducția magnetică; forța electromagnetică (Laplace); forța electrodinamică; spectrul liniilor de câmp magnetic; conductor rectiliniu; spiră circulară; solenoid/bobină
	1.2. Fluxul câmpului magnetic	- fluxul câmpului magnetic; variația fluxului; orientarea suprafeței (normală)
	1.3. Legea inducției electromagnetice. Regula lui Lenz	- inducție electromagnetică; legea inducției electromagnetice; tensiune electromotoare indusă; curent indus; regula lui Lenz
	1.4. Inductanța și energia câmpului magnetic	- inductanța unui element de circuit; bobină (model); energie a câmpului magnetic / energie înmagazinată în bobină
	1.5. Autoinducția.	- autoinducția; tensiune autoindusă
	1.6. Motoare și generatoare electrice. Principii de funcționare. Randament	- motor electric; generator electric; conversie energie electrică ↔ energie mecanică; câmp magnetic; forță electromagnetică; tensiune electromotoare indusă; lucru mecanic util; randament; pierderi energetice (mecanice/termice/electrice – calitativ)
	1.7. Transformatorul electric. Principiul de funcționare și aplicații.	- transformator electric; tensiune electromotoare alternativă (noțiune); flux magnetic variabil; raport de transformare; pierderi energetice (calitativ); randament
2. Noțiuni de mecanica fluidelor	2.1. Presiunea în fluide. Legea lui Pascal. Dispozitive hidraulice	- presiune; presiune hidrostatică; presiune atmosferică; legea lui Pascal; dispozitiv hidraulic (nivel funcțional)
	2.2. Legea lui Arhimede. Aplicații	- legea lui Arhimede; forța arhimedică; condiție de plutire; densitate
	2.3. Fluidul ideal. Curgere, debit, continuitate	- fluid ideal; curgere laminară; curgere turbulentă; viteză de curgere; debit; ecuația de continuitate
	2.4. Legea lui Bernoulli. Aplicații în curgerea fluidelor	- legea lui Bernoulli; presiune statică; presiune dinamică; presiunea de poziție; aplicații tehnice (ex: tub Venturi; pulverizator)
3. Oscilații și unde mecanice	3.1. Mișcări periodice. Oscilații mecanice	- mișcare oscilatorie; mișcare periodică; perioada; frecvența; elongația; amplitudinea; forță de revenire
	3.2. Oscilatorul liniar armonic	- oscilator liniar armonic; forță de revenire; legea de mișcare; pulsația; faza; pendul elastic; pendul gravitațional

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	3.3. Energia oscilatorului liniar armonic	- energie cinetică; energie potențială; energia oscilatorului
	3.4. Oscilații amortizate	- oscilații amortizate; coeficient de amortizare; pierderi energetice (calitativ); disipare (calitativ)
	3.5. Unde mecanice: producere, propagare și caracteristici	- unde longitudinale; unde transversale; lungime de undă; front de undă; suprafață de undă; unde plane; unde sferice; viteză de fază; unde progresive
	3.6. Interferența undelor mecanice. Unde staționare	- unde coerente; interferența undelor; unde staționare; nod/ventru
	3.7. Unde sonore. Aplicații	- unde sonore; frecvență; nivel de intensitate sonoră; poluare sonoră; protecție – nivel funcțional

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Observarea spectrului liniilor de câmp magnetic generat de magneți permanenți și de diferite configurații de curenți electrici
2. Evidențierea experimentală a fenomenului de inducție electromagnetică
3. Determinarea debitului masic/volumic pentru un fluid
4. Determinarea accelerației gravitaționale analizând micile oscilații ale pendulului gravitațional

CLASA a XII-a

COMPETENȚE SPECIFICE (CS)
ȘI
EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE (EAI)

CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.

- Măsurarea intensității curentului și a defazajului într-un circuit RLC serie, pentru frecvențe diferite, și organizarea datelor în format tabelar, în vederea identificării regimului inductiv/ capacitiv și a condiției de rezonanță.
- Observarea formării imaginii printr-o lentilă convergentă, prin deplasarea acesteia între obiect și ecran (metoda Bessel), măsurarea mărimilor fizice relevante pentru determinarea distanței focale și organizarea datelor experimentale în format tabelar.
- Observarea fenomenului de refracție a luminii în soluții saline cu concentrații diferite, măsurarea mărimilor fizice relevante pentru determinarea indicelui de refracție și organizarea datelor experimentale în format tabelar.

XII.CS.1.2. Prelucreează date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii.

- Reprezentarea grafică a dependenței intensității curentului de tensiune și frecvență, determinarea impedanței și a defazajului și formularea concluziilor privind comportamentul circuitului RLC serie.
- Prelucrarea datelor experimentale obținute prin metoda Bessel, calcularea distanței focale, a convergenței și formularea concluziilor.
- Calcularea indicelui de refracție, reprezentarea grafică a dependenței acestuia de concentrația soluției saline și formularea concluziilor privind această dependență.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

XII.CS.2.1. Utilizează modele ale fenomenelor fizice pentru a formula predicții asupra evoluției unor sisteme în contexte reale

- Explicarea funcționării circuitelor de selecție a frecvenței utilizate în recepția semnalelor radio pe baza fenomenului de rezonanță în circuitul RLC serie.
- Explicarea principiului fizic de funcționare a antenelor utilizate în sistemele de comunicații, pe baza proprietăților undelor electromagnetice.
- Explicarea propagării luminii în fibrele optice utilizate în telecomunicații pe baza legilor reflexiei și refracției luminii.

XII.CS.2.2. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.

- Analizarea formării imaginilor prin lentile, pentru argumentarea utilizării acestora în instrumente optice.
- Analizarea fenomenelor asociate propagării undelor electromagnetice (ex: reflexie, atenuare) pentru a propune și argumenta amplasarea optimă a unor puncte de acces (routere) într-un atelier mecanic sau într-o hală industrială.
- Analizarea formării imaginii în ochiul uman, pentru argumentarea utilizării lentilelor în corecția defectelor de vedere.

CG.3 - Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile.

XII.CS.3.1. Interpretează informații din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare

- Interpretarea unei probleme definite/situații-problemă despre rezonanță într-un circuit cu elemente reactive, pentru selectarea informațiilor relevante și construirea strategiei de determinare a condițiilor de rezonanță și a efectelor asupra curentului și tensiunilor.

- Interpretarea datelor și a schițelor dintr-o situație aplicativă de optică geometrică (reflexie, refracție, lentile, instrumente optice, ochiul), pentru alegerea mărimilor relevante și structurarea unei strategii de rezolvare.
- Analizarea defectelor de vedere și a cauzelor care stau la baza apariției acestora pentru a identifica modalitățile de corectare.

XII.CS.3.2. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare

- Aplicarea relațiilor specifice circuitelor de curent alternativ cu elemente rezistive și reactive, pentru determinarea mărimilor electrice caracteristice.
- Aplicarea condițiilor de rezonanță în circuite cu elemente reactive, pentru rezolvarea unor probleme definite/situații-problemă în contexte tehnice precum recepția radio sau filtrarea semnalelor.
- Aplicarea legilor opticii geometrice în probleme definite/situații-problemă cu instrumente optice, pentru determinarea caracteristicilor imaginii și justificarea alegerii unei configurații optice potrivite scopului.

XII.CS.3.3. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.

- Analizarea rezultatelor unei situații-problemă despre rezonanță într-un circuit cu elemente reactive, pentru evaluarea limitelor modelului ideal prin raportare la pierderi și justificarea unei decizii de reglaj în aplicații tehnice.
- Analizarea rezultatelor privind puterea și factorul de putere într-o instalație de curent alternativ, pentru argumentarea unei decizii de reducere a pierderilor și a consumului prin măsuri de compensare și utilizare eficientă.
- Analizarea rezultatelor unei situații aplicative de optică (lentile și instrumente optice), pentru fundamentarea unei decizii privind configurația optimă prin raportare la claritatea imaginii, siguranță în utilizare și limitări practice.

CG.4 - Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a susține prezentări argumentate științifice.

- Prezentarea principiului de funcționare a unui generator de tensiune electrică alternativă pe baza fenomenului de inducție electromagnetă.
- Analizarea rezultatelor obținute în urma rezolvării unei probleme/ situații problemă referitoare la un circuit RLC, pentru evaluarea regimului de funcționare al circuitului.
- Prezentarea aspectelor similare dintre refracția luminii prin lentile subțiri și formarea imaginii în ochiul cu defect de vedere (miopie/hipermetropie/prezbitism), cu justificarea tipului de lentilă utilizată pentru corecție.

XII.CS.4.2. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.

- Prezentarea orală a soluției unei situații-problemă de curent alternativ cu elemente rezistive și reactive, pentru justificarea unei decizii privind regimul de funcționare prin argumente legate de defazaj, consum și siguranță.
- Prezentarea unei soluții complete despre putere și factor de putere într-o instalație de curent alternativ, pentru susținerea unei decizii de eficientizare energetică prin raportare la pierderi și costuri de exploatare.
- Prezentarea orală a raționamentului pe care se bazează alegerea materialelor din care este confecționată o fibră optică, respectiv a indicilor de refracție, argumentând de ce aceasta „ghidează” lumina.

CG.5 - Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile

XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.

- Evaluarea impactului utilizării tehnologiilor de comunicație fără fir asupra societății și mediului, prin evidențierea beneficiilor și riscurilor asociate.
- Evaluarea impactului utilizării ecranelor dispozitivelor digitale (telefon, calculator, tabletă) asupra sănătății ochiului, cu evidențierea necesității utilizării responsabile a acestora.

XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.
- Justificarea rolului echipamentelor optice (fibre optice, instrumente optice, dispozitive de corecție a vederii) în aplicații tehnice și medicale, cu evidențierea impactului asupra calității vieții. - Argumentarea utilizării responsabile a tehnologiilor bazate pe unde electromagnetice (sisteme de telecomunicații, GPS), cu evidențierea impactului asupra mediului și calității vieții.

Descrierea competențelor specifice
CG.1 - Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.1.1. Explorează proprietăți și fenomene fizice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a colecta și organiza date experimentale și teoretice relevante.	observă și descrie fenomene din c.a./RLC, unde electromagnetice, optică în contexte tehnice; identifică sistemul și măsurimile măsurabile; colectează serii de date (experiment real/virtual); organizează datele în tabele/fișe; utilizează date/valori teoretice din surse validate (fișe tehnice, manuale, materiale didactice) și consemnează sursa.	Noțiuni: sistem; variabilă; date experimentale/teoretice; instrument de măsură; tabel/fișă de lucru; parametri în c.a. (U, I, Uef, Ief, frecvență, Z, defazaj); rezonanță (noțiune); P activă/ reactivă/ aparentă, factor de putere; undă electromagnetică, intensitate (semnificație); spectru electromagnetic; indice de refracție; reflexie totală; lentile (f, imagine, mărire); polarizare (nivel funcțional). Principii: investigarea se bazează pe dovezi; trasabilitatea datelor; siguranța în utilizarea surselor/echipamentelor; respectarea domeniului de valabilitate al modelului. Proceduri: observare dirijată; colectare serii de date; completare tabel de date; etichetare corectă (simbol–unitate); citarea sursei pentru date teoretice.	curiozitate științifică; rigoare și disciplină; responsabilitate pentru siguranță; perseverență.
XII.CS.1.2. Prelucra date obținute din investigații experimentale și teoretice, în contexte noi sau interdisciplinare, pentru a valida concluzii.	calculează mărimi derivate simple; construiește grafice și identifică tendințe (Ief–frecvență la RLC, dependențe geometrice în optică); compară rezultatele cu ipoteza/modelul și formulează concluzie validată; identifică surse probabile de abatere (instrument, pierderi, aliniere optică) și verifică plauzibilitatea concluziei; estimează incertitudinea prin repetare/interval.	Noțiuni: set de date; medie/abatere; incertitudine ; grafic; relație funcțională; caz-limită. Principii: concluzia este susținută de date; validarea cere coerență (unități, ordine de mărime); transparența ipotezelor și a condițiilor. Proceduri: organizarea datelor în tabele; calculul mărimilor derivate; realizare grafic cu axe/unități; comparare cu ipoteza; identificare valorilor aberante (neplauzibile); estimare simplă a incertitudinii prin repetare/interval; redactare concluzie.	respect față de dovezi; perseverență; spirit critic; integritate academică; responsabilitate în raportarea datelor și a concluziilor; colaborare.

CG.2 - Explică științific fenomene fizice și aplicații ale acestora pentru a transfera cunoașterea în contexte reale.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.2.1. Utilizează modele ale fenomenelor fizice pentru a formula predicții asupra evoluției unor sisteme în contexte reale.	identifică sistemul și condițiile de funcționare; selectează un model fizic adecvat (nivel funcțional) și îl reprezintă prin schemă/grafic, după caz; stabilește variabilele și parametrii de control; formulează predicții privind evoluția sistemului la modificarea unui parametru; verifică predicția prin comparație cu date/calculare simple sau simulare educațională; ajustează aplicarea modelului când este necesar.	Noțiuni: model; parametru; predicție; reprezentare calitativă/cantitativă; rezonanță; impedanță/defazaj (operațional); intensitatea undei; spectru EM; indice de refracție; unghi limită; lentilă subțire; mărire; polarizare. Principii: modelul simplifică realitatea; predicția este condiționată de ipoteze; validarea se face prin confruntare cu date. Proceduri: selectarea modelului; identificarea parametrilor; formularea predicției; verificare prin grafic/simulare; revizuirea ipotezelor când apar inconsecvențe.	rigoare în modelare; prudență în generalizări; disponibilitate de a revizui modelul; orientare spre explicare și predicție, nu doar descriere.
XII.CS.2.2. Analizează fenomene și procese fizice în contexte variate pentru a argumenta aplicabilitatea lor în situații diferite.	explică transferul cunoașterii între contexte (ex.: rezonanță în RLC vs selectivitate, filtre; undele EM în comunicații vs compatibilitate/perturbări; refracție/reflexie totală în fibre optice vs instrumente); argumentează aplicabilitatea prin criterii simple (funcționalitate, eficiență, siguranță, limitări); utilizează exemple și contraexempluri; recunoaște condițiile de aplicare (domeniu de frecvențe, putere, optică geometrică).	Noțiuni: aplicație; condiții de aplicare; limitare; ecranare; interferențe (noțiune); instrument optic (lupă/microscop/telescop/aparat foto). Principii: același fenomen poate avea aplicații diverse; decizia tehnică include compromisuri. Proceduri: identificarea fenomenului; asocierea cu aplicații; argumentare pe criterii; precizarea limitelor; formularea concluziei (unde se aplică / unde nu se aplică și de ce).	interes pentru aplicații reale; responsabilitate în a nu extrapola abuziv; gândire critică; orientare spre soluții sigure și eficiente.

CG 3: Rezolvă probleme și situații-problemă pentru a fundamenta soluții eficiente, sigure și sustenabile

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.3.1. Interpretează informații din probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare pentru a elabora o strategie de rezolvare	extrage date/necunoscute din texte, grafice, fișe tehnice simple; stabilește condiții și ipoteze (elemente ideale vs reale, pierderi - calitativ, regim staționar); reprezintă situația (schemă RLC, diagramă bloc emisie-recepție, schemă optică);	Noțiuni: strategie; ipoteză; date/necunoscute; schemă; fișă tehnică; parametri; ordin de mărime. Principii: coerență dimensională; alegerea modelului potrivit; explicitarea ipotezelor înainte de calcul; verificarea plauzibilității pe parcurs. Proceduri: analiză enunț;	rigoare; perseverență; responsabilitate în ipoteze; autonomie în organizarea rezolvării; disponibilitate de revizuire a strategiei.

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
	selectează relații adecvate; elaborează strategia (pași, verificări intermediare: unități de măsură, ordine de mărime, caz-limită).	reprezentare; alegerea legii; identificarea informațiilor lipsă și a modului de obținere (măsurare/ simulare/ documentare).	
XII.CS.3.2. Aplică principii și teorii ale fizicii pentru a fundamenta soluții la probleme definite și situații problemă în contexte noi sau interdisciplinare	aplică relații și principii din domeniile studiate pentru calcule elementare și argumentări; utilizează corect simboluri/unități de măsură; estimează ordine de mărime; justifică alegerea soluției în context (eficiență, performanță, compatibilitate, claritate a imaginii etc.).	Noțiuni: Uef, Ief; reactanțe, impedanță (operațional); rezonanță; P, Q, S, factor de putere; undă EM (v, intensitate – semnificație); modulație AM/FM (noțiuni); spectru; indice de refracție; reflexie totală; lentile și instrumente; polarizare (aplicații funcționale). Principii: conservarea energiei (calitativ) și rolul pierderilor; selecție/rezonanță; formarea imaginii prin refracție. Proceduri: aplicarea relațiilor cu verificare dimensională; calcule cu rezultate exprimate corect; verificare prin estimare/caz-limită; integrarea unei limitări reale (pierderi/efecte parazite) în interpretare.	responsabilitate; prudență; orientare spre soluții sigure și sustenabile; încredere în raționament cu verificare.
XII.CS.3.3. Analizează rezultatele obținute în urma rezolvării problemelor sau situațiilor problemă pentru a fundamenta decizii științifice, etice și sustenabile.	verifică plauzibilitatea rezultatului (ordin de mărime, unități, cazuri-limită); evaluează soluția în raport cu ipotezele și cu contextul real; compară opțiuni alternative simple (ex.: compensarea factorului de putere, ecranare vs distanțare, alegerea unei lentile/instrument); formulează decizia finală argumentată, incluzând dimensiuni etice/ sustenabile (consum, expunere, deșeuri, costuri sociale).	Noțiuni: validare; plauzibilitate; limită a modelului; criterii: eficiență, siguranță, compatibilitate, sustenabilitate; risc (noțiune). Principii: rezultatul trebuie interpretat fizic și contextual; orice model are limite; decizia responsabilă include compromisuri explicite și respectă dovezile. Proceduri: verificare dimensională/ estimare; comparare cu valori tipice; analiză a limitelor și surselor de abateri; evaluare pe criterii; formulare decizie și recomandări (condiții de aplicare, măsuri de reducere a riscului).	spirit critic; responsabilitate etică; prudență în recomandări; onestitate intelectuală; orientare spre îmbunătățire și prevenție.

CG4. Comunică eficient informații, raționamente și concluzii științifice, utilizând limbajul specific fizicii, pentru a susține decizii argumentate

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.4.1. Utilizează limbajul specific fizicii și convențiile internaționale pentru a susține prezentări argumentate științifice.	utilizează corect terminologia din conținuturile studiate în explicații și argumentări; folosește simboluri standard și unități SI în calcule și interpretări; structurează o prezentare; distinge între fapte, interpretări și opinii; precizează ipoteze și domeniul de valabilitate; integrează grafice/tabele/scheme în argumentare;	Noțiuni și convenții: simboluri ale mărimilor fizice și unități SI; notație științifică; cifre semnificative (utilizare); relații funcționale și interpretarea lor; convenții de reprezentare (axe, unități, scară, legendă). Terminologie ancorată în conținuturi: curent alternativ, valori efective, reactanțe/imedanță, defazaj, rezonanță, puteri în c.a. și factor de putere; undă electromagnetică, intensitate (semnificație), spectru, compatibilitate/interferențe și ecranare (noțiuni); reflexie/refracție, indice de refracție, reflexie totală, lentile și instrumente optice, polarizare (nivel funcțional). Principii: coerența argumentării; claritatea și precizia limbajului. Proceduri: structurarea prezentării; formularea explicită a ipotezelor și limitelor; integrarea corectă a reprezentărilor (schemă RLC, schiță optică etc.) în argumentare; reformulare din limbaj cotidian în limbaj științific păstrând sensul fizic.	responsabilitate în comunicare; rigoare terminologică; respect pentru comunicarea bazată pe dovezi; deschidere la dialog și la corectare.
XII.CS.4.2. Prezintă oral sau în scris raționamente complexe și soluții la situații-problemă pentru a fundamenta decizii corecte și informate.	prezintă coerent demersul de rezolvare; justifică alegerile (model, relații, ipoteze, aproximări) și explică rolul pierderilor/limitărilor; utilizează suporturi vizuale (schemă, tabel, grafic, simulare educațională); răspunde argumentat la întrebări/obiecții; formulează concluzii clare și recomandări tehnice simple (nivel funcțional).	Noțiuni: raționament științific; argument bazat pe date și modele; decizie informată (în sens tehnic); criteriu (eficiență/ funcționalitate/ siguranță tehnică). Principii: coerența argumentării; raportarea deciziei la date și modele; claritatea mesajului; separarea faptelor de opinii. Proceduri: structurarea prezentării; utilizarea și explicarea suporturilor vizuale; formularea concluziei și a recomandărilor; gestionarea întrebărilor/ obiecțiilor prin referire la date și modele.	responsabilitate în comunicare; respect față de dovezi; încredere realistă în raționamentul propriu; deschidere la dialog; preocupare pentru decizii corecte și informate.

CG 5: *Evaluează impactul științei și tehnologiei asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente etice și responsabile*

Competența specifică	Abilități	Cunoștințe (factice, conceptuale și procedurale)	Atitudini
XII.CS.5.1. Evaluează critic impactul noilor tehnologii asupra individului, societății și mediului pentru a adopta comportamente și decizii bazate pe responsabilitate și sustenabilitate.	identifică tehnologii relevante din conținuturile studiate; descrie beneficii și riscuri folosind concepte fizice de bază (expunere EM – calitativ, interferențe/compatibilitate, consum energetic, deșeuri, siguranță electrică); utilizează criterii simple de evaluare (eficiență, resurse, siguranță, impact); delimitează fapte științifice de percepții; formulează recomandări de comportament și decizie (utilizare sigură, respectarea normelor, reducerea consumului/pierderilor).	Noțiuni: tehnologie; beneficiu; risc; expunere EM (calitativ); compatibilitate electromagnetică; ecranare; eficiență energetică; factor de putere; deșeuri/reciclare (noțiune). Principii: evaluarea se bazează pe date și explicații fizice; proporționalitate beneficiu–risc; recunoașterea incertitudinilor. Proceduri: descrierea mecanismului fizic relevant; listarea efectelor; analiza riscurilor pe criterii; alegerea unei opțiuni și justificarea ei; formularea comportamentelor recomandate.	responsabilitate și prudență; preocupare pentru siguranță; spirit critic față de promisiuni tehnologice; orientare către soluții eficiente și cu impact redus; respect față de reguli și norme.
XII.CS.5.2. Argumentează necesitatea principiilor etice în știință și tehnologie pentru a promova o societate responsabilă.	explică, pe exemple din tehnologiile studiate (măsurare, comunicații, infrastructură energetică, instrumente optice), de ce sunt necesare principii etice (siguranță, echitate, protecția mediului); diferențiază între „posibil tehnic” și „acceptabil social”; recunoaște situații de conflict (eficiență vs cost, performanță vs expunere/impact); susține o poziție argumentată.	Noțiuni: responsabilitate; precauție; echitate; norme/reguli de siguranță; conflict de criterii. Principii: precauția în condiții de incertitudine; prioritatea siguranței; responsabilitatea pentru consecințe; respectarea normelor și a interesului public. Proceduri: definirea criteriilor; identificarea părților afectate; formularea concluziei; prezentarea echilibrată a două opțiuni.	responsabilitate civică; integritate; respect față de viață și mediu; echilibru și discernământ; disponibilitate de a respecta reguli și de a le explica altora.

CLASA a XII-a

CONȚINUTURI ALE ÎNVĂȚĂRII

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
1. Oscilații și unde electromagnetice	1.1. Generarea tensiunii electromotoare alternative	- tensiune electromotoare alternativă; curent electric alternativ; inducție electromagnetică
	1.2. Valorile efective ale intensității și tensiunii alternative	- valori instantanee, efective și maxime ale intensității curentului electric alternativ, respectiv ale tensiunii alternative; măsurare cu aparate de măsură uzuale (nivel funcțional)
	1.3. Rezistor, bobină și condensator în curent alternativ.	- rezistor; bobină ideală; condensator ideal; reactanță inductivă; reactanță capacitivă; impedanță; defazaj
	1.4. Circuitul RLC serie	- circuit RLC serie; impedanță echivalentă; defazaj; rezonanță
	1.5. Circuitul RLC paralel	- circuit RLC paralel; impedanță echivalentă; rezonanță
	1.6. Puterea în circuite de curent alternativ	- puterea activă; puterea reactivă; puterea aparentă; factorul de putere
	1.7. Unde electromagnetice	- câmpul electromagnetic; unda electromagnetică; viteza de propagare a undelor electromagnetice; intensitatea undei (definiție, semnificație)
	1.8. Emisia, propagarea și recepția undelor electromagnetice	- emisie; propagare; recepție; antenă; semnal purtător; semnal modulat; modulație în amplitudine; modulație în frecvență; sateliți de telecomunicații; GPS;
	1.9. Spectrul undelor electromagnetice. Utilizări, riscuri și compatibilitate electromagnetică	- spectru electromagnetic; utilizări tehnologice; riscuri (expunere – calitativ); compatibilitate electromagnetică; interferențe electromagnetice (noțiuni); ecranare electromagnetică (noțiuni)
2. Noțiuni de optică	2.1. Propagarea luminii. Reflexie și refracție. Indicele de refracție	- propagarea rectilinie a luminii; legile reflexiei; legile refracției; indicele de refracție
	2.2. Reflexia totală. Aplicații	- reflexia totală; unghi limită (noțiuni); aplicații (ex: fibră optică)
	2.3. Lentile subțiri	- lentile subțiri; lentilă convergentă/divergentă; focar; distanță focală; convergență; imagine reală/virtuală; mărire liniară transversală
	2.4. Sisteme de lentile	sistem optic centrat; lentile alipite; distanță focală echivalentă; sistem afocal
	2.5. Instrumente optice (lupa, microscop, telescop, aparatul foto)	- lupă; microscop; telescop; aparat foto; formarea imaginii; mărimi caracteristice
	2.6. Ochiul și corecția vederii	- ochiul uman; acomodare; defecte de vedere; corecția defectelor de vedere

Domenii de conținut	Conținuturi	Concepte-cheie
	2.7. Natura ondulatorie a luminii. Polarizare și aplicații	- natura ondulatorie a luminii; polarizarea luminii; filtru polarizor; aplicații (ochelari cu filtre polarizante, ecrane LCD – nivel funcțional)

Lucrări experimentale obligatorii:

1. Studiul circuitului RLC serie în curent alternativ
2. Studiul refracției luminii
3. Studiul lentilelor subțiri

SUGESTII METODOLOGICE

Predarea fizicii la nivel liceal urmărește formarea competențelor prin activități centrate pe înțelegerea fenomenelor reale și pe aplicarea conceptelor în situații variate. Este recomandată o abordare progresivă, în care elevii observă, descriu, modelează și explică fenomenele studiate, înainte de aplicarea formală a relațiilor matematice.

Programa școlară cuprinde **competențele generale** - sunt definite la nivelul fiecărei discipline și se formează pe parcursul studierii disciplinei, în cadrul fiecărui nivel de învățământ. Având un grad ridicat de generalitate și de complexitate, competențele generale sunt elaborate plecând de la profilul de formare al absolventului. Competențele generale au, în acest fel, un dublu rol: pe de o parte, reflectă contribuția disciplinei la profilul de formare al absolventului și, prin aceasta, la dezvoltarea competențelor-cheie; pe de altă parte, structurează disciplina din perspectiva profilului de formare (ceea ce înseamnă limitarea la ceea ce este cu adevărat relevant, necesar și util prin raportare la profilul de formare). Având rolul de a orienta demersul didactic pe parcursul învățării disciplinei, competențele generale evidențiază achizițiile finale ale elevului în urma studierii disciplinei respective.

Competențele specifice sunt derivate din competențele generale și reprezintă etape în dobândirea acestora, fiind formate/dezvoltate pe parcursul unui an școlar. Competențele specifice au în vedere o structurare fină a etapelor unui proces de învățare. În raport cu acestea, în proiectarea didactică trebuie prevăzute activități și sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor, astfel încât fiecare elev să realizeze progrese reale.

Programa pune accentul pe dezvoltarea competențelor, dar această perspectivă nu reduce rolul conținuturilor, ci, dimpotrivă, le recunoaște importanța ca bază a formării și dezvoltării competențelor specifice. Activitățile de învățare sunt cele care operaționalizează această relație, profesorul având libertatea de a selecta și adapta demersurile didactice prin care conținuturile contribuie în mod efectiv la dezvoltarea competențelor. Dezvoltarea competențelor specifice enunțate a fost ilustrată prin formularea mai multor exemple de activități de învățare. Bunăoară, în cazul competenței generale „*CG.1 Investighează științific structuri, stări și fenomene fizice pentru a formula concluzii bazate pe dovezi, în contexte variate*”, exemplele de activități de învățare propuse au valorificat aceleași conținuturi, aferente unui an de studiu, pentru a evidenția modul în care acestea susțin și facilitează dezvoltarea competențelor specifice.

În învățământul liceal, demersul didactic trebuie să se focalizeze pe observarea dirijată și explorarea ghidată a fenomenelor și sistemelor fizice, în contexte variate. Activitățile încep cu întrebări clar formulate, continuă cu colectarea informațiilor prin măsurători directe, experimente reale sau virtuale și documentare din surse validate și se încheie cu formularea de concluzii explicite, urmate de o scurtă stabilizare conceptuală. Progresul este susținut prin sarcini gradate: de la identificarea mărimilor relevante și citirea corectă a reprezentărilor (tabele, grafice, diagrame), la utilizarea pantei, a ariei sau a relațiilor funcționale pentru estimarea mărimilor derivate și pentru verificarea plauzibilității rezultatelor. Accentul cade pe înțelegerea și aplicarea conceptelor studiate atât în contexte familiare, cât și în contexte noi, cu atenție la estimări, ordine de mărime, condiții de valabilitate ale modelelor și la veridicitatea concluziilor.

Investigațiile experimentale au un rol central. Este recomandată integrarea activităților experimentale gradate ca nivel de complexitate, realizate în laboratorul școlar, cu aparatură uzuală și/sau senzori, cu montaje didactice sau prin laborator virtual, în funcție de resursele disponibile și de conținuturile studiate. Aceste activități pot viza, de exemplu, măsurarea unor mărimi fizice și evidențierea

relațiilor dintre ele, compararea dinamicii unor sisteme în condiții diferite sau caracterizarea funcționării unor dispozitive (prin grafice, tabele și interpretări susținute de date). Ele dezvoltă competențele investigative ale elevilor prin formularea de întrebări și ipoteze, colectarea și prelucrarea datelor, estimarea incertitudinilor, reprezentarea grafică a rezultatelor, formularea și validarea concluziilor. Rapoartele de laborator realizate de elevi trebuie să fie bine structurate, incluzând metoda și condițiile de lucru, datele prezentate în tabele/grafice, prelucrarea elementară și concluziile argumentate în raport cu modelul utilizat.

Pentru a construi înțelegerea profundă a conceptelor fizice, în studiul sistemelor și fenomenelor abordate la liceu, elevii pot utiliza scheme ale sistemelor fizice, ale montajelor, reprezentări grafice, diagrame specifice (de exemplu, diagrame fazoriale), precum și modele intuitive sau instrumente digitale pentru generarea și explorarea unor reprezentări dinamice.

Tehnologia digitală poate fi integrată în mod natural în activitățile de predare-învățare-evaluare. Aplicații pentru video-analiză, instrumente grafice și simulări ale unor fenomene pot susține înțelegerea relațiilor dintre mărimile fizice, contribuind semnificativ la îmbunătățirea preciziei măsurărilor și facilitarea vizualizării fenomenelor fizice.

Rezolvarea problemelor definite se realizează prin selectarea datelor relevante, utilizarea schemelor și graficelor, justificarea formulelor alese, efectuarea calculelor corecte și validarea rezultatelor prin estimări și ordine de mărime. Elevii vor fi încurajați să verifice realismul soluțiilor, să compare metode diferite de rezolvare și să argumenteze deciziile luate. Pentru a crește relevanța învățării, problemele definite propuse, respectiv sarcinile de învățare propuse pot include contexte autentice și interdisciplinare (ex.: siguranță și funcționare a unor sisteme tehnice), adaptate nivelului de studiu și profilului.

Comunicarea științifică poate fi dezvoltată prin activități de prezentare orală, explicații scrise, discuții argumentate și utilizarea corectă a limbajului specific fizicii. Elevii pot formula întrebări, pot descrie raționamente, pot explica fenomene în cuvinte proprii și pot utiliza simboluri, grafice și convenții internaționale pentru a exprima rezultate și concluzii.

Pentru a dezvolta raționamente responsabile, argumentate și orientate spre decizii etice și sustenabile, se recomandă integrarea unor studii de caz și activități aplicative prin care elevii analizează impactul descoperirilor științifice și al tehnologiilor moderne asupra societății și mediului.

Abordarea interdisciplinară poate fi încurajată prin conexiuni cu discipline precum matematica (funcții, grafice, proporționalitate, modele), TIC (achiziție și prelucrare digitală a datelor, reprezentări grafice, modelare și simulare), disciplinele tehnice (funcționarea sistemelor și dispozitivelor, circuite, senzori, proprietăți ale materialelor). Proiectele, studiile de caz sau investigațiile integrate pot susține înțelegerea conceptelor și transferul cunoașterii între contexte.

Instruirea diferențiată a elevilor în procesul de predare-învățare-evaluare la disciplina fizică se realizează pe același traseu de învățare, nu prin trasee paralele; ținta rămâne comună, iar reglajele vizează nivelul de sprijin și complexitatea sarcinii de lucru. Pentru consolidare se utilizează șabloane de tabele, ghidaj minimal de calcul și seturi de date prestabilite; pentru extensie se utilizează variabile deschise (de exemplu: alegerea intervalului de măsurare, compararea a două modele). Produsele obținute prin rezolvarea sarcinii de lucru pot fi variate (tabel, grafic, mini-eseu explicativ), în timp ce criteriile de evaluare rămân comune și transparente.

Demersul didactic se va baza pe activități de învățare în care sarcinile de lucru vor avea complexitate progresivă. În funcție de profil, activitățile de învățare pot fi integrate în proiecte sau investigații extinse, care folosesc modelare și instrumente digitale (simulări, foi de calcul), validare pe baza datelor, analiză critică a ipotezelor și precizarea limitelor modelelor, pentru a susține aprofundarea conceptuală și procedurală.

Proiectarea unei unități de învățare începe întotdeauna cu o diagnoză a achizițiilor anterioare. Rezultatele acesteia au rolul de a oferi profesorului o imagine a nivelului de pregătire al elevilor: ce își amintesc, ce reprezentări au despre fenomenele și conceptele studiate, dar și ce preconcepții/neclarități/lacune au. Această diagnoză este fundamentul deciziilor pedagogice ulterioare (selectarea competențelor, conținuturilor, strategiilor didactice care vor structura unitatea de învățare).

În programa de fizică, lista de conținuturi este explicit formulată, iar competențele specifice sunt enunțate, în acord cu paradigma curriculară actuală. Corelarea între conținuturi și competențe este, însă, la latitudinea și în responsabilitatea profesorului, aceasta nefiind impusă de programă. Procesul de selecție și corelare presupune analiză profesională și discernământ didactic. Plecând de la tema unității de învățare și pe baza diagnozei, profesorul selectează competențele specifice care pot fi dezvoltate

eficient prin intermediul acestei unități de învățare și identifică acele conținuturi care sunt relevante pentru tema respectivă. În acest fel, conținuturile nu devin simple teme de parcurs, ci adevărate vehicule pentru dezvoltarea competențelor, iar competențele oferă finalitatea și direcția întregului demers didactic.

În următoarea etapă profesorul identifică acele comportamente care descriu concret „ce trebuie să facă elevul” pentru a demonstra progresul spre competența vizată (de exemplu: observarea fenomenelor, realizarea investigațiilor, analiza datelor, formularea explicațiilor, argumentarea concluziilor, aplicarea conceptelor în situații noi). Aceste comportamente devin „firul roșu” al unității de învățare. Pe baza lor, profesorul proiectează activitățile de învățare pentru a oferi un context autentic în care elevii pot exersa comportamentele vizate. Activitățile pot include explorări, investigații, discuții ghidate, experimente, rezolvări de probleme/situații problemă, aplicații în contexte reale sau transfer în situații noi.



Figura 1 – Proiectarea unității de învățare

Pe parcursul acestor activități, profesorul integrează evaluarea formativă, desfășurată continuu. Aceasta include întrebări de sprijin, observație sistematică, feedback imediat, scurte sarcini de verificare sau reflecții ale elevilor. Rolul său este de a regla procesul de învățare, de a semnaliza neclaritățile și de a ghida elevii către înțelegere profundă.

La finalul unității de învățare, profesorul realizează evaluarea sumativă care verifică, în mod coerent și echitabil, comportamentele exersate. Această evaluare oferă o imagine de ansamblu a progresului elevilor, dar nu înlocuiește evaluarea formativă, ci o completează.

Dacă rezultatele — fie formative, fie sumative — indică faptul că unii elevi întâmpină dificultăți sau nu manifestă comportamentele vizate, profesorul proiectează activități remediale. Acestea sunt adaptate nevoilor identificate și vizează consolidarea conceptelor, reconstruirea înțelegerii acolo unde aceasta este fragilă. Remedierea este, în acest caz, o continuare firească a parcursului didactic, pentru a asigura tuturor elevilor șansa de a atinge competențele vizate.

Prin urmare, o unitate de învățare este o construcție coerentă, în care diagnoza, selectarea competențelor și conținuturilor, identificarea comportamentelor (asociate competențelor specifice și conținuturilor selectate), activitățile de învățare, evaluările formative și sumative și remedierea (dacă este cazul) se succed într-un demers integrat. Fiecare etapă se sprijină pe etapa anterioară și pregătește terenul pentru următoarea, transformând procesul de predare-învățare într-un traseu logic, adaptat elevilor și orientat către dezvoltarea autentică a competențelor.

Evaluarea reprezintă o componentă organică a procesului didactic, conceput ca proces de predare-învățare-evaluare. Evaluarea trebuie să fie variată și centrată pe competențe.

Rezultatele concrete ale învățării se exprimă prin cunoștințe specifice dobândite și deprinderi/abilități exersate în cadrul activităților de învățare. Desfășurate în contexte variate, acestea

contribuie la formarea și dezvoltarea treptată a competențelor propuse. În programa de fizică sunt prezentate exemple de activități de învățare corelate cu competențele specifice, având ca scop ghidarea profesorilor pentru a construi noi activități adaptate specificului claselor de elevi.

Din perspectiva demersului educațional centrat pe competențe, se recomandă:

- utilizarea cu preponderență a evaluării continue, formative;
- utilizarea unor metode și instrumente complementare alături de formele și instrumentele clasice de evaluare;
- corelarea rezultatelor evaluării cu competențele specifice vizate de programa școlară;
- analizarea progresului școlar al fiecărui elev pe baza rezultatelor evaluării.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor feedback clar privind raționamentul, coerența soluției și utilizarea corectă a limbajului fizicii.

În funcție de specificul fiecărui domeniu de conținut, se recomandă următoarele metode și instrumente de evaluare:

- Evaluări formative:
 - Observarea
 - Conversația
 - Chestionarea
 - Autoevaluarea
 - Fișe de lucru teoretice/experimentale
 - Analiza produselor activității elevilor (rapoarte de investigație, hărți conceptuale etc.)
- Evaluări sumative:
 - Probă practică (experiment)
 - Proiect de investigație științifică
 - Test cu tipuri variate de itemi

Dezvoltarea unui mediu educațional incluziv

În vederea asigurării echității și egalității șanselor la educație pentru toți elevii, aplicarea programei școlare la clasă se realizează cu respectarea următoarelor principii:

A1. Stabilirea unor sarcini de învățare adaptate nivelului elevilor

Fiecare elev are dreptul la reușită școlară prin formarea/dezvoltarea competențelor prevăzute de programă.

Pentru elevii care necesită învățare remedială, profesorii organizează activități de învățare diferențiate, adaptând programa școlară la ritmul de învățare al acestora. În cazul constatării unor decalaje majore față de competențele/achizițiile prevăzute în anii anteriori, prioritatea o reprezintă recuperarea planificată a acestor rămânări în urmă (activități remediale dedicate). O abordare similară se aplică elevilor cu școlarizare întreruptă sau cu absențe prelungite din motive medicale ori familiale, inclusiv copiilor lucrătorilor migranți, elevilor refugiați, celor din comunități cu mobilitate sezonieră și elevilor cu probleme medicale cronice sau de lungă durată.

Pentru elevii cu ritm înalt de învățare, profesorii stabilesc sarcini de învățare de nivel ridicat care să le asigure progresul. În acest sens, profesorii iau în considerare posibilitatea aprofundării și/sau extinderii tematicilor din programa școlară (de exemplu: includerea unor conținuturi suplimentare din tematica dată, diversificarea problemelor teoretice și practice, abordarea unor teme prevăzute pentru anii de studiu următori).

A2. Adaptarea la nevoile individuale de învățare ale elevilor

Activitățile de învățare trebuie stabilite, organizate și desfășurate astfel încât să ofere posibilități reale de progres pentru toți elevii, fără discriminare, având în vedere că educația din familie, experiența de viață, interesele și zestrea culturală influențează modul de învățare al fiecărui elev.

În acest sens, procesul de predare-învățare- evaluare trebuie să asigure participarea deplină și eficientă a tuturor elevilor, răspunzând nevoilor individuale de învățare prin:

- diferențiere pe același traseu de învățare (sprijin, complexitatea datelor, deschiderea sarcinii);
- adaptări rezonabile și accesibilizare (instrucțiuni etapizate, timp suplimentar, materiale în formate accesibile, tehnologii suport);
- utilizarea principiilor UDL – Universal Design for Learning (multiple modalități de reprezentare, exprimare și implicare);

- sprijin lingvistic pentru elevii reveniți din migrație sau pentru cei care au nevoie de ajutor suplimentar pentru a înțelege limba de predare;
- evaluare flexibilă și criterii transparente, cu accent pe progres;
- feedback descriptiv și reglator, cu oportunități de corectare și îmbunătățire;
- colaborare școală–familie–servicii de sprijin (consiliere psihopedagogică, mediator școlar, ONG-uri comunitare, agenți economici) pentru continuitatea învățării;
- climat sigur și nediscriminatoriu, care valorizează diversitatea culturală și previne stereotipiile.

Profesorii trebuie să asigure participarea deplină și eficientă în timpul activităților școlare a fiecărui elev, răspunzând nevoilor de învățare individuale ale acestora prin:

- Dezvoltarea unui mediu de învățare eficient în care:
 - contribuția fiecărui elev este valorizată, toți elevii se simt în siguranță și sunt capabili să contribuie la procesul de predare-învățare-evaluare;
 - prejudecățile care conduc la discriminare, precum și toate formele de hărțuire sunt combătute activ, elevii învățând să devină toleranți;
 - elevii sunt învățați să își asume responsabilitatea acțiunilor și a conduitei lor, atât în școală cât și în comunitate.
- Dezvoltarea motivației și a capacității de concentrare prin:
 - utilizarea metodelor didactice adaptate specificului vârstei, capacității de concentrare și utilizarea, după caz, a activităților individuale și pe grupe pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare;
 - abordarea flexibilă a conținuturilor și utilizarea unor metode didactice diverse pentru a răspunde diferitelor nevoi de învățare ale elevilor, valorificând interesele și experiențele lor;
 - proiectarea, planificarea și monitorizarea unor activități de învățare astfel încât să asigure fiecărui elev șansa de a învăța eficient în ritmul individual de învățare și de a avea progres școlar, inclusiv elevilor care absentează din diferite motive pentru perioade mai lungi de timp.
- Asigurarea egalității șanselor prin:
 - combaterea prejudecăților și discriminărilor în organizarea elevilor în grupe, stabilirea sarcinilor de lucru și asigurarea accesului la mijloacele didactice;
 - crearea condițiilor necesare pentru participarea eficientă și obținerea progresului școlar a elevilor cu cerințe educaționale speciale.
- Asigurarea echității în evaluare prin:
 - utilizarea metodelor și instrumentelor de evaluare adecvate, care asigură fiecărui elev șansa de a demonstra formarea/dezvoltarea competențelor dobândite;
 - utilizarea unor instrumente de evaluare familiare elevilor;
 - utilizarea unor materiale în evaluare care să nu conducă la discriminare;
 - informarea clară și fără ambiguități a elevilor referitoare la rezultatele evaluării în scopul sprijinirii învățării ulterioare.

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii

Utilizarea tehnologiilor digitale în predarea-învățarea fizicii vizează în esență următoarele obiective:

B1. Creșterea eficienței activităților de învățare prin:

- modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor dispozitive. În cazurile în care este posibil, fenomenele și dispozitivele vor fi mai întâi prezentate în laborator sau studiate prin observații directe în natură, respectiv în practică.
- realizarea de investigații științifice și experimente în laboratoare virtuale. Laboratoarele virtuale constituie resurse alternative sau complementare în studiul experimental și/sau investigația științifică. Se recomandă utilizarea laboratoarelor virtuale în următoarele situații:
 - realizarea investigației/experimentului în laboratorul virtual urmează realizării efective a acestora și permite elevilor controlul asupra unui număr mai mare de factori care influențează fenomenul studiat;

- resursele existente nu permit realizarea efectivă a unor investigații/experimente necesare înțelegerii fenomenelor studiate;
- prin investigația/experimentul în laboratorul virtual este facilitată înțelegerea fenomenului și de către elevii cu dizabilități;
- realizarea efectivă a investigației/experimentului poate pune în pericol sănătatea elevilor (de exemplu electrizări la potențial foarte ridicat, mișcări cu viteze mari, fenomene termice la temperaturi foarte înalte, studiul radioactivității etc.).
- prelucrarea datelor experimentale. Datele obținute din observații în natură sau prin realizarea unor investigații/experimente pot fi prelucrate conform scopului propus prin utilizarea unor instrumente și resurse digitale (foi de calcul, aplicații de achiziție de date, software specific). Prelucrarea datelor experimentale poate să includă realizarea unor calcule, calculul erorilor, reprezentări grafice etc. Se poate realiza astfel o reducere a timpului afectat unor operațiuni simple, repetitive în favoarea unor activități de învățare care să implice abilități de nivel cognitiv superior. În același timp, prin utilizarea instrumentelor și resurselor digitale pentru prelucrarea datelor experimentale, elevii își exersează competențele digitale în contexte de învățare variate.

B2. Sprijin pentru comunicare, informare autonomă și elaborare de proiecte/referate prin

- colectarea și selectarea informațiilor. În funcție de resursele disponibile, poate fi valorificată o varietate de surse și resurse digitale (biblioteci și arhive online, baze de date științifice, enciclopedii, resurse educaționale deschise, documentații tehnice, pagini web instituționale). Elevii formulează solicitări de căutare adecvate, aplică criterii de credibilitate (autorat/afiliere, dată, referințe, acuratețe), realizează sinteza informațiilor în raport cu scopul propus. Aceste activități sprijină alfabetizarea informațională și media, incluzând citarea corectă a surselor, respectarea drepturilor de autor și a eticii academice, precum și utilizarea responsabilă a instrumentelor digitale (inclusiv aplicații cu inteligență artificială) pentru documentare, notare bibliografică și verificare. Rezultatele sunt consemnate cu trasabilitatea surselor și integrate în proiecte/referate într-o formă clară, coerentă și conformă cerințelor curriculare.
- prezentarea informațiilor. Elevii pot prezenta rezultatele activităților în format electronic – în forme atractive, cu impact mare, ușor de înțeles și de transmis prin comunicare electronică.
- tehnoredactarea documentelor. Atunci când se consideră necesar, se poate solicita elevilor tehnoredactarea referatelor lucrărilor de laborator sau a referatelor teoretice și a proiectelor. Se recomandă ca tehnoredactarea acestor documente să se realizeze, cel puțin în parte, sub îndrumarea profesorului. Prin tehnoredactarea îndrumată se urmărește ca elevul să respecte structura standard (titlu, obiective/întrebări, metodă, rezultate, discuții, concluzii, bibliografie), citarea corectă a surselor, utilizarea reprezentărilor grafice corecte, utilizarea editorului de ecuații, scrierea corectă a simbolurilor mărimilor fizice și a unităților de măsură și revizuirea iterativă (auto/inter evaluare pe baza unor criterii de evaluare). Tehnoredactarea sprijină reflecția critică asupra calității produsului, corectarea și îmbunătățirea acestuia pe parcurs, precum și dezvoltarea competențelor digitale.

GRUP DE LUCRU

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
ALEXANDRU GABRIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
ANIȚA LAURA-IULIA	lector dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
BABAN CRISTIAN-IOAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
BERCHEZ DANIELA	profesor gradul I	Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea, Bihor

Programa școlară pentru disciplina Fizică, clasele a XI-a – a XII-a, curriculum de specialitate (CS), filiera tehnologică, profilul tehnic, toate domeniile și calificările profesionale

Nume și prenume	Funcție/Grad didactic/Titlu științific	Instituție de apartenență, localitate, județ
BOSTAN CARMEN	cercetător științific, dr.	Institutul de Științe ale Educației
BUTUȘINĂ FLORIN	profesor gradul I	Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj
CORCOVEANU MARIA	profesor gradul I	Colegiul Național „Radu Greceanu”, Slatina, Olt
COREGA CONSTANTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
DELIU GABRIELA	profesor dr.	Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil”, Brașov
DOBROTĂ IONUȚ-COSTIN	profesor dr.	Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești, Bacău
HARABAGIU CORNELIA ANCA	profesor dr.	Colegiul Național „Andrei Mureșanu”, Brașov
LAZĂR DANIEL	inspector școlar, dr.	Inspectoratul Școlar Județean Hunedoara, Deva
LEOPOLD NICOLAE	prof. univ. dr.	Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Fizică, Cluj-Napoca, Cluj
MAN TIBERIU	profesor gradul I	Colegiul Național „Grigore Moisil”, Urziceni, Ialomița
MARIN CORINA	doctor	Ministerul Educației și Cercetării
MARIN BADEA	profesor gradul I	Liceul Sanitar „Antim Ivireanu” Râmnicu Vâlcea, Vâlcea
LAURENȚIU	profesor gradul I	Liceul Teologic Baptist „Alexa Popovici”, Arad
MIHALCSIK ANETA AURELIA	profesor gradul I	Colegiul Național „Alexandru Odobescu” Pitești, Argeș
NECUȚĂ EMIL	profesor gradul I	Colegiul Național „Andrei Mureșanu”, Dej, Cluj
PINTEA MONICA IOANA	profesor gradul I	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
PÎRGHIE CRISTIAN	lector dr.	Inspectoratul Școlar Județean Prahova, Ploiești
RADU ADRIANA	inspector școlar, dr.	Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare
SOLSCHI VIOREL	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, București
ȘTEFĂNESCU MANUELA	profesor gradul I	Liceul Teoretic „Ioan Cotovu”, Hârșova, Constanța
ȚEPEȘ DANIELA	profesor gradul I	

RESPONSABILI/COORDONATORI ȘTIINȚIFICI

Nume și prenume	Funcție/Titlu științific	Instituție de apartenență	Calitate
BĂRBULESCU FLORINA	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil
BLANARIU LIVIU	consilier/profesor gradul I	Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare	responsabil
POPESCU SEBASTIAN	conf. univ. dr.	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	coordonator științific