



# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ "EVRIKA!"

ediția a XXXII-a

CLASA a XI-a

Subiecte

BRAȘOV  
24-26 octombrie 2025

Pagina 1 din 3

## Subiectul I: „Oxygen și apă”

(10 puncte)

A. Într-o instalație metalică se află o cantitate  $\nu$  de molecule de  $O_2$  cu masa molară  $\mu$ . În urma iluminării gazului cu radiație ultravioletă, o fracțiune  $f$  din moleculele de  $O_2$  se reorganizează în molecule de ozon  $O_3$  la aceeași temperatură.

(a) Determinați masa molară medie a amestecului format și variația procentuală a energiei interne.

B. O incintă paralelipipedică de dimensiuni  $2L \times L \times L$  este împărțită în două părți egale de un piston mobil, termoizolant, etanș, care se mișcă fără frecări, legat de un resort inițial nedeformat (configurația din Figura 1) de constantă elastică  $k$ . În partea închisă din stânga pistonului este amestecul format anterior. În partea dreaptă se află o cantitate de apă de densitate  $\rho_0$  și înălțime  $L/2$  care este mereu conectată la aerul atmosferic de presiune  $p_0$ , prin capacul deschis pe o porțiune de lungime  $L/2$ , în partea superioară dreaptă, ca în Figura 1.

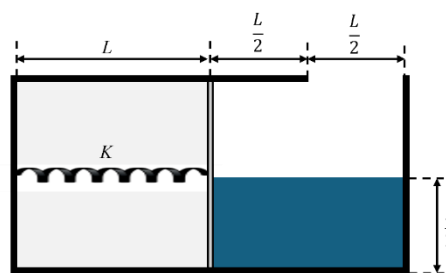


Figura 1

(b) Determinați temperatura maximă  $T_{max}$  la care se poate încălzi amestecul;

(c) Determinați căldura minimă necesară pentru aducerea amestecului la temperatura  $T_{max}$ .

În timpul procesului termodinamic din incintă, se va presupune că amestecul de gaze nu-și schimbă compoziția și cantitatea, iar starea inițială este una de echilibru mecanic.

## Subiectul II: „Materiale compozite”

(10 puncte)

A. Un material izolator este realizat prin depunerea unui număr foarte mare de straturi alternative din două materiale izolatoare cu permitivitățile dielectrice  $\epsilon_1$  și  $\epsilon_2$ . Straturile sunt foarte subțiri și au grosimile  $d_1$  și  $d_2$  (Figura 1.)

Raportul grosimilor  $\frac{d_1}{d_2} = f$ .

Materialul compozit, privit la nivel macroscopic, poate fi considerat un material omogen dar anizotrop cu permitivitățile  $\epsilon_{\perp}$  pentru direcția perpendiculară pe planele straturilor și  $\epsilon_{\parallel}$  pentru direcția paralelă cu planele straturilor (Figura 2).



Figura 1

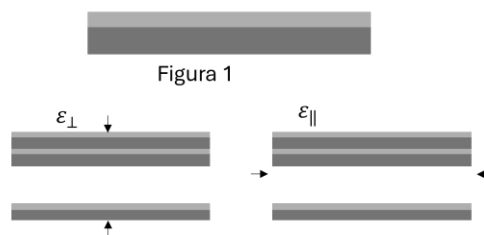


Figura 2

1. Găsește expresia raportului  $\frac{\epsilon_{\perp}}{\epsilon_{\parallel}}$  în funcție de  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$

și  $f$ .

2. Considerând grosimile straturilor  $d_1$  și  $d_2$  date, găsește relația dintre permitivitățile dielectrice  $\epsilon_1$  și  $\epsilon_2$  pentru care raportul  $\frac{\epsilon_{\perp}}{\epsilon_{\parallel}}$  este maxim.

B. Un material conductor este realizat prin depunerea unui număr foarte mare de straturi alternative din două metale cu conductivitățile  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$ . Straturile sunt foarte subțiri și au grosimile  $d_1$  și  $d_2$ . Raportul grosimilor  $\frac{d_1}{d_2} = f$ . Materialul compozit, privit la nivel macroscopic, poate fi considerat un material omogen dar anizotrop cu conductivitățile  $\sigma_{\perp}$  pentru

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ ”EVRIKA!”

ediția a XXXII-a

CLASA a XI-a

Subiecte

BRAȘOV  
24-26 octombrie 2025

Pagina 2 din 3

curenții perpendiculari pe planele straturilor și  $\sigma_{\parallel}$  pentru curenții paraleli cu planele straturilor. (Conductivitatea electrică  $\sigma = \frac{1}{\rho}$ , unde  $\rho$  este rezistivitatea electrică materialului.)

1. Găsește expresia raportului  $\frac{\sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel}}$  în funcție de  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  și  $f$ .
2. Considerând conductivitățile  $\sigma_1$  și  $\sigma_2$  cunoscute, găsește expresia raportului  $f$  pentru care  $\frac{\sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel}}$  este minim.

## Subiectul III: Particula în betatron

(10 puncte)

**Betatronul** este un **accelerator circular de electroni**, inventat în 1940 de Donald Kerst, care folosește un **câmp magnetic variabil** pentru a accelera electronii de-a lungul unei traiectorii circulare. În trecut, betatronul a fost utilizat în **radioterapia cu electroni și raze X de înaltă energie** pentru a iradia tumori adânci. În prezent, betatronul este utilizat în principal în **radiografia industrială** pentru inspecția nedistructivă a materialelor și structurilor mari (construcția de nave, inginerie civilă și securitate).

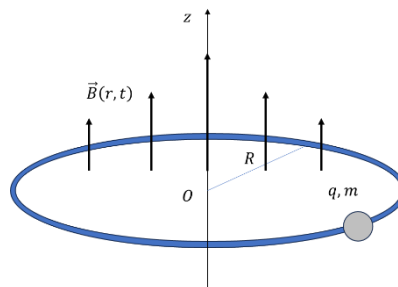
Principiul de funcționare constă în faptul că un câmp magnetic variabil în timp produce un câmp electric ale cărui linii de câmp sunt închise în jurul regiunii cu câmp magnetic (legea inducției electromagnetice a lui Faraday). Intensitatea câmpului electric pe un contur circular este dată de raportul dintre tensiunea electromotoare indusă și lungimea conturului.

Problema de mai jos este o **modelare simplă** a funcționării unui betatron pentru două situații specifice.

1. O bilă mică de masă  $m$  și sarcină electrică  $q$  este străbătută de un inel subțire orizontal de rază  $R$ , confecționat dintr-un material izolator. Bila, inițial în repaus, se poate deplasa pe inelul circular fără frecare. Sistemul se introduce într-un câmp magnetic axial (pe direcția  $Oz$ ). Inducția câmpului magnetic depinde de timpul  $t$  și de distanța  $r$  față de centru după legea:

$$\vec{B}(r, t) = \frac{A}{r} t \cdot \vec{e}_z$$

unde  $A$  este o constantă dată. Într-o vecinătate foarte mică a punctului  $r = 0$ , inducția magnetică are o valoare finită.



(a) Deduceți expresia fluxului magnetic indus în suprafața mărginită de inel.

(b) Deduceți expresia vectorială a forței electrice care se exercită asupra bilei.

(c) Cum variază, în funcție de timp, componenta radială a reacțiunii exercitate de inel asupra bilei?

2. Bila este scoasă acum de pe inel și lăsată să se miște în același câmp pe o suprafață plană, orizontală, netedă și izolatoare. În timpul mișcării bila suferă o perturbare radială  $\delta r(t)$ , astfel că  $r(t) = R + \delta r(t)$ ,  $\delta r(t) \ll R$ . Pentru a stabili traectoria bilei este suplimentar nevoie de un magnet (cuadripol) de focalizare care produce un câmp magnetic axial de forma  $\vec{B}_{quad} = k\delta r \cdot \vec{e}_z$ , unde  $k$  se numește constantă de focalizare. (Folosirea magneților cuadripol este întâlnită la acceleratoarele de particule cum este LHC- Large Hadron Collider, de la CERN, Geneva).

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



BRAȘOV  
24-26 octombrie 2025

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ ”EVRIKA!”

ediția a XXXII-a  
CLASA a XI-a  
Subiecte

Pagina 3 din 3

(d) Determinați expresia vectorială a forței de revenire care aduce bila spre traiectoria de rază  $R$ .

*Precizare:*

1. Sistemul de coordonate cilindrice:

- $r$  – raza sau distanța radială față de axa centrală a cilindrului (centrul orbitei);  $\vec{e}_r$  – versorul radial, pozitiv în sens centrifug;
- $\varphi$  – unghiul azimutal în planul perpendicular pe axa  $Oz$ ;  $\vec{e}_\varphi$  – versorul tangențial, pozitiv în sens trigonometric;
- $z$  – coordonata axială, de-a lungul axei cilindrice;  $\vec{e}_z$  – versorul axial.

2. Dacă veți considera necesar puteți considera că pentru  $|x| \ll 1$ ,  $(1+x)^n \cong 1+nx$ , aproximarea lui Bernoulli.

**Subiectele au fost propuse de:**

*prof. Jean-Marius ROTARU, Colegiul Național, Iași*

*prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare*

*prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național „Sfântul Sava”, București*

- 
1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
  2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
  3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
  4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
  5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.