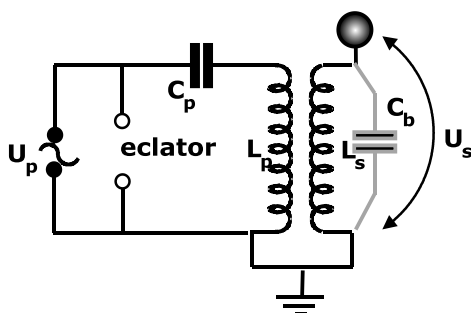


Problema 1 Bobina TESLA



În fotografia alăturată este prezentat un dispozitiv existent în mai multe laboratoare de fizică : *bobina Tesla*. Schema electrică a acestei bobine este dată pe figura de mai jos, din care se vede că e vorba despre un transformator, în care sunt cuplate inductiv două bobine: o bobină primar cu inductanța L_p , cu spire groase și puține și o bobină secundar de inductanță L_s , fixată coaxial cu prima, cu spire multe și subțiri. Primarul și secundarul acestui transformator se comportă ca două circuite RLC cuplate inductiv, iar bobina Tesla se consideră reglată atunci când cele două circuite RLC sunt în rezonanță. În aceste condiții, între sfera metalică fixată la vârful bobinei secundare și pământ se produc tensiuni electrice de valori mari și de frecvențe foarte mari.

a) Scrieți condiția de rezonanță a celor două circuite și, presupunând că nu există pierderi energetice în acest transformator, calculați tensiunea maximă U_s care se obține la bornele secundarului.

b) Explicați rolul eclatorului din circuitul primar și calculați

capacitatea echivalentă a bobinei secundare, C_b , considerată ca fiind uniform distribuită de-a lungul bobinei.

c) Scrieți legea a II-a a lui Kirchhoff pentru cele două circuite (primar și secundar, în regim de scurt-circuit al sursei de alimentare), în condiții de rezonanță și în condiția că $R_p C_p = R_s C_s$. Presupunând că potențialele armăturilor celor două condensatoare variază după legile $V_p = a_1 e^{\rho t}$ și $V_s = a_2 e^{\rho t}$, deduceți valorile posibile pentru ρ și arătați că în cazul ideal, când rezistențele ohmice ale celor două circuite, primar și secundar sunt nule ($R_p = R_s = 0$), apar oscilații electromagnetice cuplate cu pulsațiile ω_1 și ω_2 . Calculați aceste pulsații, precum și frecvența bătailor electromagnetice din circuitul secundar, în

funcție de $k = \frac{M}{\sqrt{L_p L_s}}$ - coeficientul de cuplaj al celor două circuite, M fiind inductanța mutuală a bobinelor.

Observații: Inductanța mutuală a două bobine este coeficientul de proporționalitate dintre tensiunea indusă într-o bobină și viteza de variație a intensității curentului din cealaltă bobină, cu care este cuplată inductiv. Capacitatea electrică a unei sfere metalice cu raza r este $C_{sfera} = 4\pi\epsilon_0 r$.

Se cunosc: parametrii bobinei primar: $N_p = 9$ spire, raza unei spire $r_p = 6$ cm, lungimea bobinei $l_p = 10$ cm; parametrii bobinei secundar: $N_s = 1200$ spire, $r_s = 2,5$ cm, $l_s = 27,5$ cm. Raza sferei montată la capătul bobinei secundar, $r = 8$ mm, tensiunea efectivă de alimentare a primarului $U_p = 20$ V și capacitatea condensatorului $C_p = 96$ nF. Se mai dau: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m și $\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12}$ F/m.

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.

Problema 2: *Optică geometrică și Optică ondulatorie*

A. O sursă punctiformă S de lumină monocromatică și două lentile convergente subțiri, L_1 și respectiv L_2 , având distanțele focale f_1 și respectiv $f_2 = 2f_1$, sunt așezate așa cum indică desenul din figura 1. Distanța dintre sursă și lentila L_1 este $d_1 = 2f_1$, iar distanța dintre lentile este $d = 5f_1$. Imaginea finală a sursei este proiectată pe un ecran E .

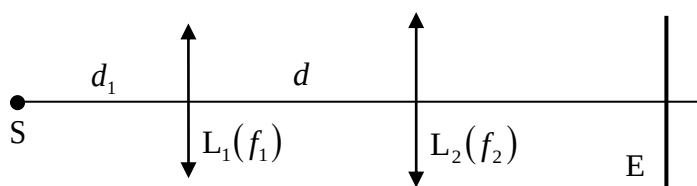


Fig. 1

a) Să se stabilească locul unde trebuie așezată o a treia lentilă convergentă, L_3 și să se determine elementele sale, astfel încât, adăugată în sistem, această lentilă să aibe ca unic efect doar creșterea luminozității imaginii sursei de pe ecran.

B. În timpul observării inelelor lui Newton, o mică particulă cu grosimea a (necunoscută), este prinsă între lentila sferică plan convexă și lama cu fețe plane paralele, așa cum indică desenul din figura 2.

b) Să se evidențieze posibilitatea determinării experimentale a lungimii de undă a radiației monocromatice utilizate, λ , cunoscând raza de curbură a lentilei, R , având la dispoziție o riglă gradată.

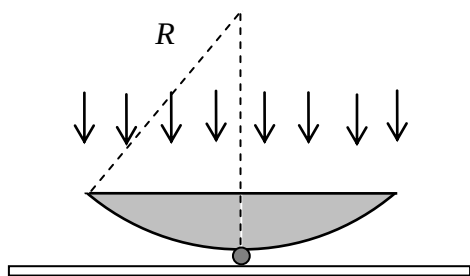


Fig. 2

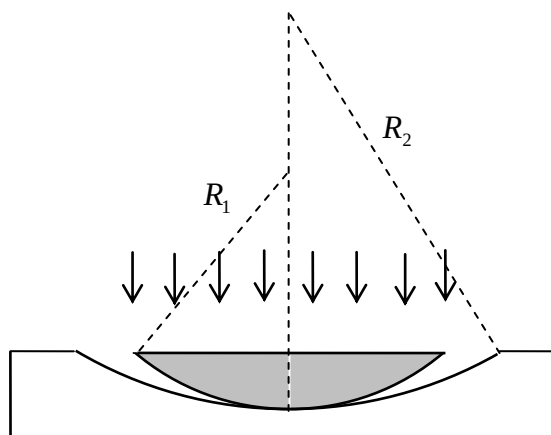


Fig. 3

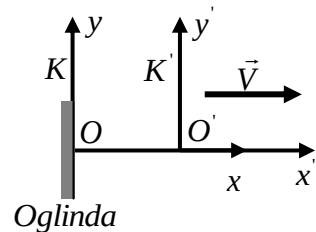
C. O lentilă plan convexă sferică, subțire, cu raza de curbură R_1 , este așezată într-o oglindă cilindrică cu raza de curbură R_2 , așa cum indică desenul din figura 3. Sistemul este iluminat de deasupra cu radiație monocromatică având lungimea de undă λ .

c) Să se determine forma geometrică a franjelor de interferență obținute. Valorile numerice ale celor două raze de curbură sunt foarte mari.

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.

Problema 3: *Nava cosmică*

Un sistem de referință inerțial K' „mobil”, de exemplu o navă cosmică, se deplasează rectiliniu și uniform față de un sistem de referință inerțial K „fix”, de exemplu Pământul, cu viteza $V = \beta c$, orientată de-a lungul cu axei Ox (c reprezintă viteza de propagare a luminii în vid, iar β este un coeficient subunitar și pozitiv). La momentul $t = t' = 0$ originile O și O' ale celor două sisteme de referință coincid, iar axele Ox și $O'x'$ sunt suprapuse. În originea sistemului K este așezată, perpendicular pe axa Ox , o oglindă plană legată solidar de acest sistem, ca în figura alăturată.



Din originea O' a lui K' (nava cosmică) este emis la momentul t'_1 , un scurt semnal luminos care se propagă de-a lungul axei Ox , se reflectă instantaneu pe oglindă și se întoarce la nava cosmică, fiind recepționat în O' la momentul t'_2 . Sosirea semnalului luminos la oglindă este înregistrată în sistemul K (pe Pământ) la momentul T . Se consideră cunoscute mărimile c, β și T .

a) Determinați momentele de timp t'_1 și t'_2 , al emisieii luminii în sistemul K' , respectiv al recepției luminii în sistemul K' , în funcție de β și T .

b) Determinați duratele Δt și $\Delta t'$, măsurate în sistemul K și respectiv în sistemul K' , ale traiectului „dus-întors” al luminii, de la emisia din O' la recepția în O' , în funcție de c, β și T .

c) Considerăm acum că nava cosmică se deplasează rectiliniu accelerat, față de sistemul K , de-a lungul cu axei Ox , pornind din repaus de pe Pământ, din originea O , spre o stea aflată la distanța D față de Pământ. Un observator aflat pe Pământ studiază mișcarea navei și găsește că valoarea

acelerației navei față de Pământ depinde de viteza ei după legea $a = a_x = a_0 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}$, unde a_0 este o constantă.

Considerând cunoscute mărimile D și a_0 , determinați viteza finală v_f a navei față de Pământ și durata τ a voiajului până la stea, măsurată în sistemul de referință legat de Pământ.

Subiect propus de:

prof. Liviu ARICI - Colegiul Național „Nicolae Bălcescu”, Brăila
prof. dr. Mihail SANDU – Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești, Vâlcea
conf. univ. dr. Sebastian POPESCU – Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași
prof. Florin BUTUȘINĂ - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei, Sălaj

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.