

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
15 februarie 2020  
Probă scrisă**

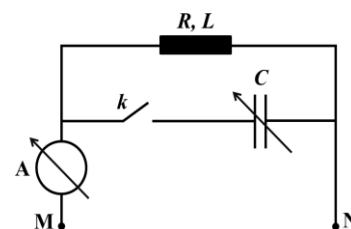
**XII**

Pagina 1 din 4

**Problema 1. Circuite de curent alternativ ...**

**(10 puncte)**

Se consideră porțiunea de circuit din figura 1.1, unde A este un ampermetru ideal ce măsoară intensitatea în curent alternativ, bobina are rezistența electrică  $R = 20,00 \, \Omega$  și inductanța  $L = 916,51 \, \text{mH}$ , condensatorul are capacitatea electrică  $C$  variabilă, iar întrerupătorul  $k$  este în poziția deschis. Între punctele M și N se montează o sursă de curent electric alternativ sinusoidal cu valoarea efectivă a tensiunii  $U = 48,40 \, \text{V}$  și pulsația  $\omega = 50,00 \, \text{rad/s}$ .



**Fig. 1.1**

- a) Se închide întrerupătorul  $k$  din figura 1.1. În această situație unghiul de defazaj dintre tensiunea de la bornele M și N ale circuitului și intensitatea măsurată de ampermetru este nul.
- a.1. Să se determine capacitatea electrică a condensatorului.
- a.2. Să se calculeze intensitatea indicată de ampermetru.
- b) Pentru o anumită valoare a capacității condensatorului, se constată că ampermetrul indică aceeași intensitate, atât în cazul întrerupătorului  $k$  în poziția deschis, cât și în poziția închis.
- b.1. Să se determine capacitatea electrică a condensatorului.
- b.2. Să se calculeze intensitatea indicată de ampermetru.
- b.3. Fără a modifica valoarea capacității condensatorului determinată la cerința (b.1.), se înlocuiește ampermetrul cu un element ideal de circuit care are reactanța  $X$  și se pune întrerupătorul  $k$  în poziția închis. În această situație intensitatea curentului electric ce străbate reactanța  $X$  este în fază cu tensiunea de la bornele M și N ale circuitului. Să se determine natura reactanței  $X$  și să se calculeze valoarea acesteia.
- c) În circuitul din figura 1.1, se înlocuiește sursa de curent alternativ cu un generator de frecvență variabilă, se păstrează întrerupătorul  $k$  în poziția deschis și se înlocuiește ampermetrul cu condensatorul care are capacitatea electrică  $C = 170,48 \, \mu\text{F}$ , fixată.
- c.1. Să se calculeze valoarea pulsației de rezonanță.
- c.2. Să se completeze tabelul de pe FIȘA DE RĂSPUNS, utilizând pentru pulsație toate valorile de la  $79,00 \, \text{rad/s}$  până la  $81,00 \, \text{rad/s}$ , cu pasul de  $0,25 \, \text{rad/s}$ .
- c.3. Pe FIȘA DE RĂSPUNS, să se reprezinte pe același grafic, reactanța inductivă și reactanța capacitivă în funcție de pulsație, utilizând valorile obținute la cerința (c.2).

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Problema 2. Dispozitive interferențiale ...**

**(10 puncte)**

O lentilă subțire, plan convexă, cu distanța focală  $f = 20 \text{ cm}$  este așezată pe o lamă orizontală, din sticlă, cu partea convexă spre lamă, ca în figura 2.1. Fața plană a lentilei este iluminată cu un fascicul paralel de radiație monocromatică, orientat de-a lungul axei optice principale a acesteia. Pe fața plană a lentilei se observă prin reflexie franje circulare luminoase separate de franje circulare întunecate.



Fig. 2.1

- a) Cunoscând că raza primului inel luminos este de  $1 \text{ mm}$  să se determine raza celui de al treilea inel întunecat.

Se taie lentila convergentă de-a lungul unui diametru, în două jumătăți, prin decuparea unei porțiuni, unei fâșii diametrale cu lățimea  $2a = 0,3 \text{ mm}$ . Cele două “semilentele” obținute sunt apropiate și lipite de-a lungul diametrului pe care s-a făcut tăierea, ca în figura 2.2.

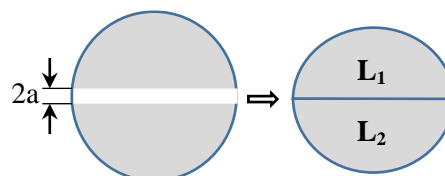


Fig. 2.2

În cele ce urmează vom înțelege prin axă de simetrie a sistemului optic axa de simetrie perpendiculară pe fața plană a semilentelelor lipite.

Fața plană a dispozitivului astfel obținut este iluminată cu radiație monocromatică având lungimea de undă  $\lambda = 500 \text{ nm}$ , provenită de la o sursă punctiformă așezată pe axa de simetrie a sistemului optic, la distanța de  $15 \text{ cm}$  față de suprafața plană a semilentelelor. În spatele semilentelelor, la distanța  $d = 140 \text{ cm}$  față de acestea, se află un ecran așezat perpendicular pe axa de simetrie a sistemului optic.

- b) Să se calculeze valoarea interfranjei observate pe ecran.  
c) Să se determine numărul de franje observate pe ecran.

Se deplasează ecranul în lungul axei de simetrie a sistemului optic, fără a-i schimba orientarea față de această axă, prin apropiere, respectiv prin depărtare față de semilentele.

- d) Să se determine numărul maxim de franje care se pot observa pe ecran atunci când se modifică distanța de la ecran la semilentele.  
e) Să se determine poziția sursei pe axa de simetrie, astfel încât interfranja să nu depindă de distanța  $d$  de la ecran la semilentele.

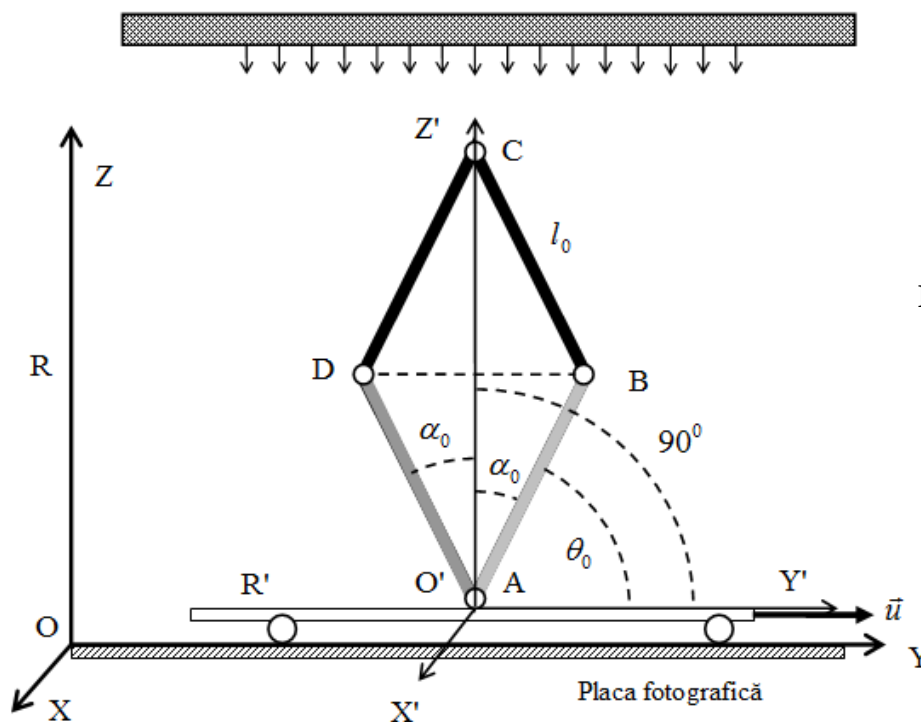
**Problema 3. Fotografia rombului deformabil**

**(10 puncte)**

Un romb, ABCD, având articulații mobile în fiecare din punctele A, B, C, D, este fixat, așa cum indică desenul din figura 3.1, pe platforma orizontală a unui cărucior mobil, în planul vertical  $Y'O'Z'$  al sistemului de referință mobil  $R'(O'X'Y'Z')$  atașat căruciorului. Căruciorul se deplasează cu viteza constantă  $\vec{u}$ , față de sistemul de referință fix al laboratorului,  $R(OXYZ)$ , așa încât axele  $O'Y'$  și  $OY$  coincid, iar axele  $O'X'$  și respectiv  $O'Z'$ , sunt paralele cu axele  $OX$  și respectiv  $OZ$ .

În sistemul de referință al căruciorului,  $R'(O'X'Y'Z')$ , care se deplasează cu viteza constantă  $\vec{u}$  față de sistemul de referință al laboratorului,  $R(OXYZ)$ , direcțiile tijelor care constituie laturile rombului, sunt determinate în planul  $Y'O'Z'$  de unghiurile indicate în desen,  $\theta_0$  și respectiv  $\alpha_0$ , lungimile tijelor sunt identice,  $l_0$ , iar grosimile lor sunt neglijabile. Platforma plană și orizontală a căruciorului este perfect transparentă, tijele AB și respectiv AD sunt perfect transparente, iar tijele BC și respectiv CD sunt opace, dar cu opacități diferite.

În sistemul  $R(OXYZ)$  există și un aparat fotografic, al cărui flash trimite un fascicul paralel de lumină, perpendicular pe o placă fotografică fixată sub cărucior, în planul  $XOY$  al sistemului atașat laboratorului ( $R$ ).



**Fig. 3.1**

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
15 februarie 2020  
Probă scrisă**

**XII**

**Pagina 4 din 4**

În funcție de  $l_0$ ,  $\beta = u/c$  și  $\alpha_0$ , să se determine:

- a) lungimea  $l_1$  a imaginii tijei BC de pe placa fotografică;
- b) lungimea  $l_2$  a imaginii tijei CD de pe placa fotografică;
- c) lungimea totală,  $l$ , a imaginii de pe placa fotografică.

Se repetă experimentul pentru diferite valori ale lui  $\alpha_0$ , deci și pentru diferite valori ale lui  $\theta_0$ , astfel încât vârful C al rombului să rămână pe axa verticală O'Z'. Știind că pentru  $\theta_0 = 37^\circ$ , lungimea imaginii tijei BC de pe placa fotografică,  $l_1$ , este maximă, să se determine:

- d) viteza translației rombului,  $u$ , cunoscând  $\cos(37^\circ) = 0,8$ ;
- e) valorile corespunzătoare ale lungimilor  $l_1$ ,  $l_2$  și respectiv  $l$ , precizate anterior.

f) Să se determine valoarea lui  $\theta_0$ , pentru care imaginea de pe placa fotografică a tijei CD se reduce la un punct. Corespunzător acestei valori a lui  $\theta_0$ , să se determine lungimea umbrei tijei BC.

Se știe că, la momentul inițial, originile celor două sisteme de referință au coincis, iar frontul flash-ului luminos a ajuns în punctele B și D. Vom admite că, chiar în acel moment, măsurat în sistemul R,  $t = 0$ , frontul flash-ului luminos a sosit în punctul (vârful) B.

Eventualele efecte ale refracției luminii sunt neglijabile.

*Subiect propus de:*

*Prof. Florin BUTUȘINĂ – Colegiul Național „Simion Bărnuțiu” Șimleu Silvaniei*

*Prof. Gabriel FLORIAN – Colegiul Național “Carol I” Craiova*

*Prof. Jean ROTARU – Colegiul Național Iași*

*Prof. dr. Mihail SANDU – Liceul Tehnologic de Turism Călimănești*

- 
1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
  2. În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
  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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!  
FOAIA VA FI ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE.**

## FIȘĂ DE RĂSPUNS

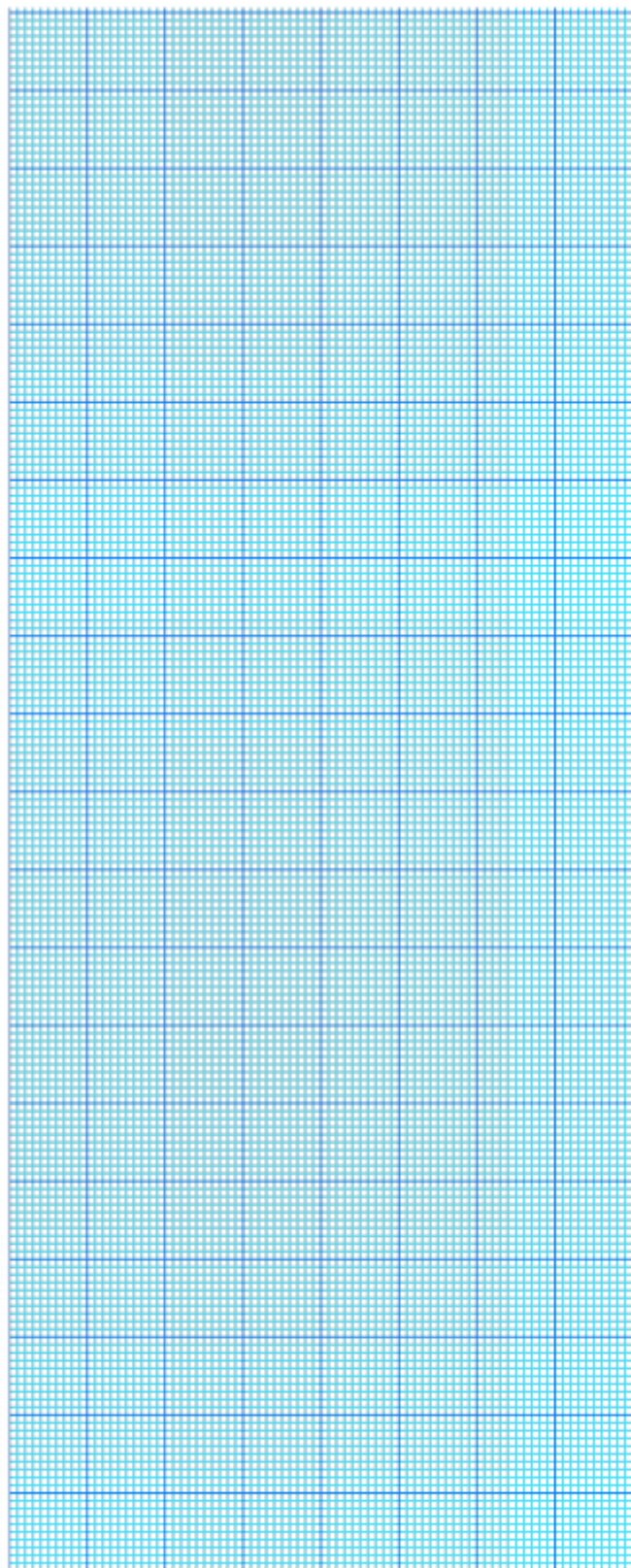
### Problema 1

[illegible]

NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!  
FOAIA VA FI ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE

c.3.

**Reactanță inductivă /  $10^{-1} \Omega$**



**Reactanță capacitivă /  $10^{-1} \Omega$**

**Pulsația /  $\text{rad s}^{-1}$**