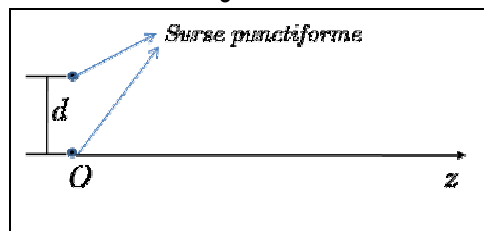




**Problema I (10 puncte)**

**Unde și unde...**

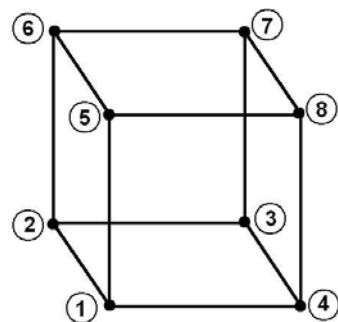
- a. Un liliac, zburând cu viteza  $v_1 = 5,00$  m/s, vânează o insectă. Dacă liliacul emite un semnal cu frecvența  $\nu_1 = 40,00$  Hz iar ecoul recepționat are frecvența  $\nu_2 = 40,40$  Hz care este viteza  $v_2$  a insectei? Consideră că liliacul și insecta se mișcă în același sens, rectiliniu, pe direcția care le unește și că viteza sunetului în aer  $c = 340,00$  m/s.
- b. O sursă punctiformă de sunet S se deplasează rectiliniu și uniform cu viteza  $v$ . Puterea sursei este  $P$ . Care este intensitatea undei  $\left( I = \frac{\Delta W}{\Delta S \cdot \Delta t} \right)$  măsurată la distanța  $r$  în fața sursei? Viteza sunetului în aer est  $c$ .
- c. Două surse punctiforme se află la distanța  $d$  una de alta. Ele emit unde sonore sferice cu lungimea de undă  $\lambda$ . Se măsoară intensitatea undei rezultante de-a lungul axei Oz (vezi figura alăturată). Unde se găsesc punctele de maxim de pe axa Oz? Există un număr infinit de maxime de-a lungul axei Oz?
- d. O coardă de chitară din nichel, având lungimea inițială  $l_0$ , este întinsă până la lungimea  $l$  astfel încât frecvența sunetului fundamental este  $\nu_0$ . Care este noua frecvență fundamentală dacă temperatura corzii crește cu  $\Delta\theta$ ? Se presupune cunoscut coeficientul de dilatare lineară  $\alpha$ , iar modulul de elasticitate  $E$  se consideră constant.



**Problema II (10 puncte)**

**Circuite ... la cub**

Cubul din figura alăturată are ca laturi fire de rezistențe electrice egale,  $r$ . Atunci când o baterie electrică este legată prin conductoare electrice de rezistență electrică neglijabilă la două vârfuri ale cubului adiacente unei laturi, puterea electrică consumată pe cub este  $P$ . Aceeași putere electrică este consumată pe cubul de rezistențe dacă bateria electrică este legată la două vârfuri aflate la capetele unei diagonale de față a cubului. Considerând cunoscute  $r$  și  $P$  determină:



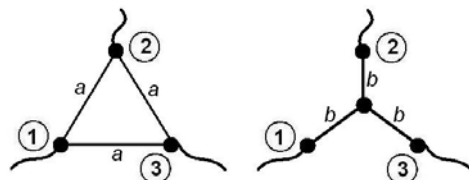
- a. expresiile tuturor rezistențelor electrice care se pot măsura între diferite perechi de vârfuri ale cubului;
- b. expresia rezistenței interne a bateriei;
- c. expresia tensiunii electromotoare a bateriei;
- d. expresia puterii electrice maxime pe care o poate debita bateria într-un circuit exterior;
- e. expresia puterii consumate pe cub, dacă acesta este cuplat la baterie prin vârfuri aflate la capetele unei diagonale de volum.

**Sugestii**

•Folosește simetria circuitelor electrice.

•Schemele din figura alăturată sunt echivalente (rezistențele electrice măsurate între bornele 1,2,3 și 2,3 au aceleași valori atât pentru legarea "în triunghi" cât și pentru legarea "în stea").

Dacă este cazul ține seamă că între rezistențele electrice "elementare" care compun cele două rețele din figura alăturată există relația  $a = 3b$ .



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

**Problema III (10 puncte)**

**Mașinării cu oscilații**

**A. (3 puncte)**

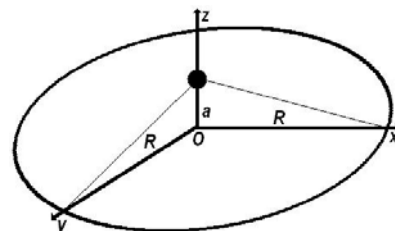
Imaginea provenită de la un post care emite pe frecvența  $f = 60 \text{ MHz}$  este recepționată perfect de un televizor situat la distanța  $d = 50 \text{ km}$  de postul de emisie. Într-o zi fără perturbații atmosferice sau de altă natură, un privitor vede că imaginea de pe ecranul de televizor prezintă „înțețoșări” și reveniri periodice. Astfel, apar  $n = 8$  treceri prin imagini neclare pe minut. Întrucât fenomenul persistă, privitorul cere informații asupra evenimentelor petrecute în zonă. În acest fel, el află că stația meteorologică de supraveghere (plasată la distanțe egale,  $d/2$ , de locul în care este situat televizorul și de stația de emisie a postului de televiziune) a pierdut controlul unui balon meteorologic, situat la înălțimea  $h = 20 \text{ km}$  deasupra stației. De asemenea, află că este probabil ca balonul să se ridice pe verticală cu viteză constantă. Ținând seama de informațiile furnizate și știind că viteza de propagare a undelor electromagnetice în aer este  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ :

- calculează lungimea de undă în aer a undelor emise de postul de televiziune;
- explică, într-o frază, legătura dintre mișcarea balonului și fluctuația clarității imaginii observate pe ecranul televizorului – dacă există o astfel de legătură;
- calculează viteza de ascensiune a balonului meteorologic.

Dacă este cazul, ține seama că pentru  $x \ll 1$  se poate scrie  $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2}$ .

**B. (3 puncte)**

Lucrezi la proiectul unui oscilator, pe care intenționezi să-l prezinți unei companii care construiește nanomașini. Oscilatorul constă dintr-un inel de rază foarte mică  $R$ , încărcat uniform cu sarcina electrică  $Q$  și un corp punctiform cu masa  $m$  și sarcina  $q$ , ca în schema din figura alăturată. Consideră că axa  $Oz$  este perpendiculară pe planul inelului, în centrul acestuia și că  $q \cdot Q < 0$ . Particula situată pe axul  $Oz$ , la distanță foarte mică de centrul inelului oscilează în lungul acestui ax, de o parte și de alta a centrului inelului. Pentru acest proiect trebuie să:



- stabilești expresia frecvenței micilor oscilații ale particulei, în funcție de raza și sarcina electrică a inelului și respectiv de masa și sarcina corpului punctiform. În calculele pe care le efectuezi consideră că amplitudinea oscilațiilor  $a$  este mult mai mică decât raza inelului, că inelul rămâne nemișcat și că sistemul este plasat în vid.
- calculezi frecvența de oscilație a unui electron în jurul centrului inelului cu diametrul de  $2 \mu\text{m}$  încărcat cu sarcina electrică de  $10^{-13} \text{ C}$ . Cunoști că masa electronului este  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , sarcina electrică elementară este  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  și că pentru aer  $1/(4\pi\epsilon) = 9 \times 10^9 \text{ m/F}$ .

**C. (4 puncte)**

Într-o navă cosmică ce orbitează în jurul Pământului, apare starea de imponderabilitate, astfel încât nu se pot folosi instrumentele obișnuite pentru a măsura greutatea și pentru a deduce apoi masa unui corp.

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



Skylab 2 și alte câteva nave spațiale sunt dotate cu un Dispozitiv de Măsurarea a Masei unui corp, constând dintr-un scaun atașat la unul din capetele unui resort elastic. Celălalt capăt al resortului este fixat într-un punct al navei spațiale. Axul resortului trece prin centrul de masă al navei. Constanta elastică a resortului este  $k = 605,6 \text{ N/m}$ .

a. Demonstrează că perioada de oscilație a unui resort cu constanta de elasticitate  $k$ , având atașate la cele două capete corpuri cu masele  $M$  și respectiv  $m$  are expresia:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mM}{k(m+M)}}$$

b. Când nava este fixată pe rampa de lansare, scaunul (fără persoană) oscilează cu perioada  $T_0 = 1,28195 \text{ s}$ . Calculează masa scaunului.

c. Când nava orbitează în jurul Pământului, astronautul se prinde cu o curea în scaun, măsoară perioada  $T'$  a oscilațiilor și obține  $T' = 2,33044 \text{ s}$ . Întrucât dorește să determine valoarea corectă a masei sale, astronautul măsoară și perioada de oscilație a scaunului (fără persoană), găsind în aceste condiții valoarea  $T_0' = 1,27395 \text{ s}$ . Considerând că masa resortului este neglijabilă și că astronautul "plutește" în interiorul navei spațiale, determină valoarea corectă a masei astronautului și masa navei spațiale.

Subiecte propuse de:

Prof. drd. Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației Cercetării și Tineretului

Prof. dr. Constantin COREGA – Colegiul Național Emil Racoviță – Cluj

Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București

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