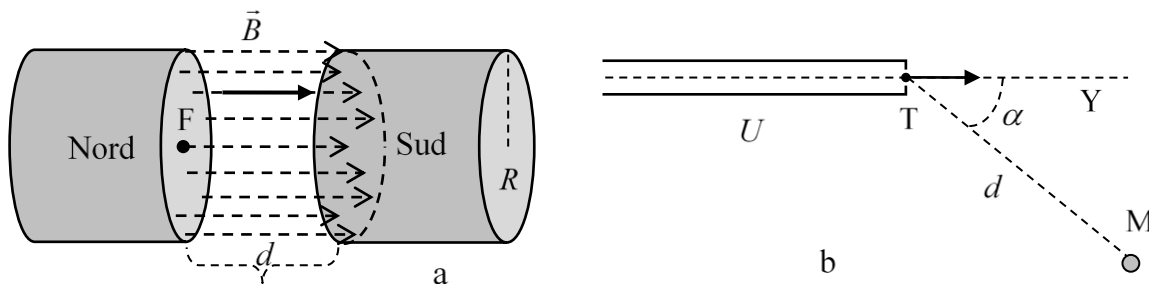




**Problema 1 – Electromagnetism**

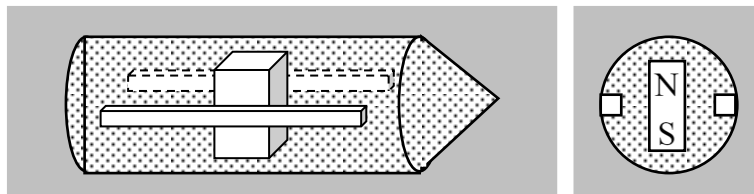
**A. Electroni liberi în câmpuri magnetice.** În desenul a din figura alăturată sunt reprezentate două piese polare cilindrice, fiecare cu raza  $R$ , între care există un câmp magnetic uniform, a cărui inducție magnetică este  $\vec{B} = \text{constant}$ . În centrul piesei polare Nord se află un mic filament incandescent (F) care emite electroni monocinetici, cu viteza  $\vec{v}$ , pe toate direcțiile posibile.



a) Să se determine distanțele maximă și respectiv minimă, pe care un electron le poate parcurge în spațiul dintre cele două piese polare, precum și duratele maximă și respectiv minimă ale prezenței unui electron în spațiul dintre cele două piese polare, dacă distanța dintre cele două piese polare este  $d$ . Să se determine valorile lui  $\vec{B}$  pentru care distanța parcursă de electron, calculată anterior, este maximă maximorum. Se cunosc: masa electronului,  $m$ ; sarcina electrică a electronului,  $q$ .

b) În desenul b din figura alăturată este reprezentat un tun electronic, în care electronii sunt accelerați în câmpul electric întreținut de o tensiune electrică  $U$ . Electronii părăsesc tunul prin deschiderea T, deplasându-se uniform, în afara acestuia, pe direcția TY. Să se determine: 1) inducția unui câmp magnetic uniform,  $\vec{B}_0$ , orientat perpendicular pe planul desenului, în regiunea din dreapta tunului, astfel încât electronii să cadă pe ținta M aflată la distanța  $d$  față de deschiderea T, pe direcția TM, dacă  $\angle MTY = \alpha$  2) inducția unui câmp magnetic uniform,  $\vec{B} // TM$ , astfel încât electronii să cadă pe ținta M. Se cunosc: masa electronului,  $m$ ; sarcina electrică a electronului,  $q$ .

**B. Submarin electromagnetic.** Pe cele două părți laterale ale unui submarin special, construit din material plastic izolator, se montează, așa cum indică desenul din figura alăturată, două benzi metalice longitudinale, conectate la bornele unui generator de tensiune continuă. În interiorul submarinului, între cele două benzi metalice, se montează, în poziție verticală, un electromagnet.



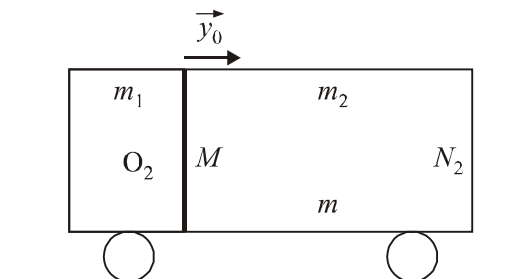
c) Să se analizeze și să se justifice posibilitatea deplasării submarinului în apa sărată a mării sau a oceanului.

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.



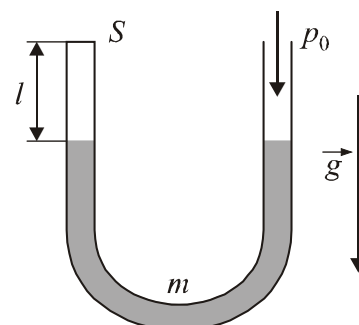
### Problema 2 – Termodinamică și Oscilații Mecanice

**A. Oscilații armonice.** În cele două compartimente ale recipientului cilindric orizontal reprezentat în figura alăturată se află oxigen (cu masa  $m_1$ ) și respectiv azot (cu masa  $m_2$ ), separate printr-un piston etanș, în echilibru, a cărui masă este  $M$ . Cilindrul, a cărui masă este  $m$ , se află în repaus, sprijinit pe două role cilindrice foarte ușoare. Menținând recipientul fix, pistonul este deplasat din poziția de echilibru spre dreapta pe distanța  $y_0$  foarte mică și apoi elementele sistemului sunt eliberate simultan.

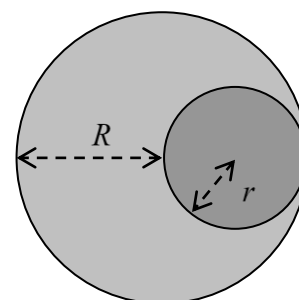


a) Să se demonstreze că oscilațiile mici ale elementelor sistemului sunt armonice și să se determine amplitudinile și perioada acestor oscilații. Se neglijează masele rozelor și frecările, atunci când pistonul se deplasează în cilindru și atunci când cilindrul se deplasează pe rolele de pe suportul orizontal. În evoluția sistemului se va considera că temperatura gazului din fiecare compartiment rămâne constantă,  $T$ . Se cunosc:  $R$  – constanta universală a gazelor perfecte;  $\mu_1$  și  $\mu_2$  masele molare ale oxigenului și respectiv a azotului;  $l$  – lungimea întregului recipient ( $y_0 \ll l$ ). Masele celor două gaze sunt mici în comparație cu masele pistonului și a cilindrului.

b) Să se determine perioada oscilațiilor mici ale coloanei de mercur, provocate în tubul reprezentat în figura alăturată, știind că, în starea de echilibru, evidențiată în desen, lungimea coloanei de aer din sectorul închis al tubului este  $l$ . Se cunosc:  $S$  – aria secțiunii transversale a tubului;  $p_0$  – presiunea atmosferică înconjurătoare;  $\rho$  – densitatea mercurului;  $m$  – masa întregii coloane de mercur din tub;  $g$  – accelerația gravitațională. Se va considera că în evoluția sistemului, temperatura aerului din tub rămâne constantă.



**B. Explozie într-un aparat cosmic.** Un aparat cosmic constă dintr-o sferă cu raza  $R$ , având pereții rigizi, foarte subțiri și ușori. Sfera este plină cu un gaz și conține, de asemenea, o altă sferă cu raza  $r = R/2$ , plină cu același gaz, dar la altă presiune (mai mare decât în sfera mare). Sfera interioară este tangentă la suprafața interioară a aparatului, așa cum indică desenul din figura alăturată. Ca rezultat al unui accident, sfera interioară explodează.



c) Să se determine raportul presiunilor din interiorul aparatului, existente în sfera mare, înainte și după explozie, dacă explozia deplasează aparatul pe distanța  $d$ . Masa sferei interioare este neglijabilă, iar temperatura gazelor se consideră constantă. Explozia s-a produs în condiții de imponderabilitate.

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 – Prelucrarea datelor experimentale

Pentru a determina viteza sunetului în corpuri solide se poate folosi metoda ciocnirii dintre tije. Prin tijă, în acustică, se înțelege un corp solid a cărui lungime este mult mai mare, iar dimensiunea transversală mai mică (sau de ordinul) lungimii de undă a undei elastice care se propagă prin ea. Dacă dimensiunea transversală este mult mai mică decât lungimea de undă, atunci tija se numește coardă sonoră (cu condiția să fie întinsă și omogenă).

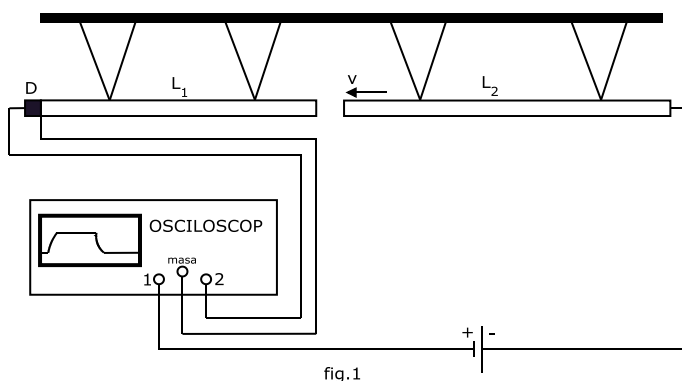


fig.1

Instalația experimentală (fig.1) este compusă din două tije metalice de lungimi diferite  $L_1$  și  $L_2$ , suspendate cu două fire în V în două puncte, care asigură o mișcare de translație de-a lungul axei longitudinale comune a celor două tije. În stânga tijeii  $L_1$  este fixat un senzor piezoelectric în formă de pastilă D, a cărui semnal se aplică la intrarea 2 a unui osciloscop. La capetele senzorului apare o tensiune electrică cu amplitudinea aproximativ proporțională cu mărimea deformației „pastilei”, care are diametrul egal cu cel al tijeii

și grosimea de aproximativ 1 cm. Deformația și semnalul corespunzător apar atunci când unda sonoră care se propagă prin tija  $L_1$  ajunge la capătul din stânga și apoi își continuă propagarea prin „pastilă”, producând mai întâi o compresie, după care o destindere, ca o undă longitudinală.

Capătul din dreapta al tijeii  $L_2$  este legat prin intermediul unei baterii la intrarea 1 și a osciloscopului. Semnalul ajunge pe intrarea 1 numai când tijele sunt în contact una cu alta.

Se recomandă, dacă se poate, folosirea unui osciloscop digital care permite memorarea oscilogramelor.

Instalația permite măsurarea vitezei sunetului prin tije în două moduri:

1) măsurând durata  $\Delta t$  a ciocnirii tijelor, și aplicând formula:

$$c = \frac{2L_2}{\Delta t} \quad (1)$$

2) măsurând timpul de propagare al sunetului  $\delta t$  prin tija  $L_1$ , și aplicând formula:

$$c = \frac{L_1}{\delta t} \quad (2)$$

Cei doi timpi se pot măsura cu ajutorul oscilogramelor, așa cum se vede pe fig.2

Cerințe:

a) Care din aceste oscilograme se obține pe intrarea 1 și care pe intrarea 2 a osciloscopului?

b) Demonstrați că viteza de propagare a sunetului prin tija metalică

omogenă este dată de relația  $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ , unde E este modulul de elasticitate al metalului, iar  $\rho$  densitatea lui.

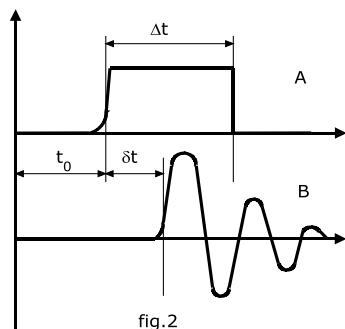


fig.2

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 XXIII-a  
16 martie 2013, Brăila  
Probleme propuse**

**XI**

c) Demonstrați formulele (1) și (2) de mai sus.

d) Calculați viteza de propagare a sunetului prin cele două tije, dacă rezultatele experimentale sunt cele sintetizate în tabelul de mai jos:

Nr.det.	$L_1$ (m)	$L_2$ (m)	$\Delta t$ ( $\mu$ s)	$\delta t$ ( $\mu$ s)	$c_1$ (m/s)	$c_2$ (m/s)
1	0,424	0,802	312,2	62,0		
2	0,420	0,804	300,0	62,6		
3	0,422	0,800	318,4	62,2		
4	0,428	0,802	308,2	61,8		
5	0,420	0,800	310,8	62,4		

Lungimile se măsoară cu o riglă care are cea mai mică diviziune 1 mm, iar timpii se măsoară cu ajutorul oscilogramelor, cea mai mică diviziune de pe scara osciloscopului fiind 0,2  $\mu$ s.

e) Calculați erorile relative ale celor două determinări și scrieți rezultatele finale sub forma  $c = \bar{c} \pm \Delta c$ .

Probleme propuse de:

Prof. dr. Mihail Sandu, Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești

Prof. Liviu Arici, Colegiul Național “Nicolae Bălcescu”, Brăila

Prof. Ion Stănică, Colegiul Energetic, Râmnicu Vâlcea

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.