

Subiectul I - Furnicuța Hărnicuța și bobul de orez

Gigel se află în casa bunicilor și urmărește o furnicuță ce duce în spate un bob de orez. Încântat de efortul furnicuței, pe care o numește Hărnicuța, este curios să afle câte boabe de orez, considerate identice, se află într-o cutie paralelipipedică plină cu orez și ce densitate are un bob de orez. Gigel măsoară volumul unui bob de orez, turnând într-un mic cilindru gol, cu gradații fine, apă până la volumul de 10 mL, apoi 100 boabe de orez. Noul nivel al apei indică 11,2 mL. Măsurând cu o riglă dimensiunile interioare ale cutiei, Gigel le notează pe caiet sub forma $6 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Apoi, el cântărește cutia plină cu orez și cutia goală, obținând valorile: 1,7 kg, respectiv 100 g.

- a. *Determină densitatea unui bob de orez, precizând și numărul maxim de boabe de orez din cutie, fără ca vreun bob să depășească mariginile cutiei. Consideră că se neglijează spațiile goale din cutie.*

Sub privirile lui Gigel, Hărnicuța, cu bobul de orez în spate, urcă treptele unei scări situate între parter și etajul 1 al casei. Schița scării este prezentată în **Figura 1**, unde s-au făcut notațiile pentru:

- înălțimea unei trepte, $h = 20 \text{ cm}$;
- adâncimea unei trepte, $\ell = 40 \text{ cm}$;
- înălțimea scării, $H = 4 \text{ m}$.

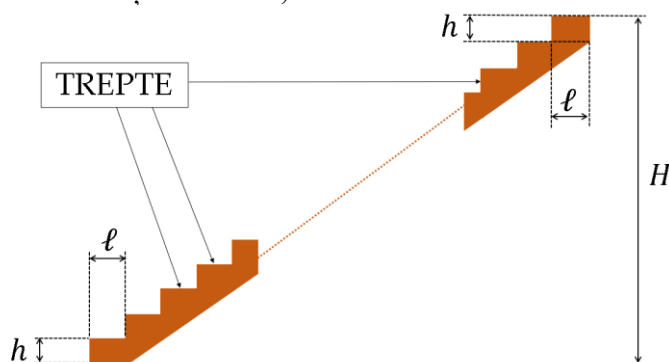


Figura 1

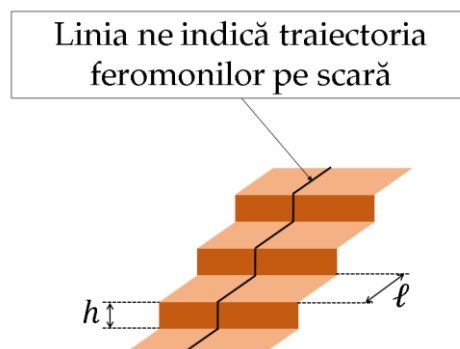


Figura 2

În **Figura 2** este prezentată o porțiune din scara casei, pe care este trasată traiectoria feromonilor eliberați de o altă furnică. Pe scară, Hărnicuța urcă doar pe linia frântă „lăsată” de feromonii furnicii care a urcat înaintea ei, face câte o oprire cu durata $\Delta t = 4 \text{ s}$, chiar înainte de a urca pe fiecare treaptă, pentru a-și rearanja încărcătura și se mișcă în plan vertical cu viteza constantă $v_1 = 0,5 \text{ cm/s}$, iar în plan orizontal cu viteza constantă $v_2 = 2 \text{ cm/s}$.

- b. *Reprezintă grafic viteza Hărnicuței în funcție de timp (pe FIȘA DE RĂSPUNS 1) și distanța parcursă de ea în funcție de timp (pe FIȘA DE RĂSPUNS 2), pentru primele 160 s ale mișcării (din momentul în care începe să urce prima treaptă).*
- c. *Determină viteza medie a Hărnicuței, din momentul de timp în care începe urcarea pe scară și până în momentul de timp în care a ajuns la etajul 1 al casei.*

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul II – Pistă pentru roboți

Echipa de robotică a școlii a primit o sponsorizare pentru a construi o pistă de antrenament pentru roboți. Ei proiectează o pistă de forma unui dreptunghi cu colțurile rotunjite. Lungimea totală a pistei este $L = 40\text{m}$, având 4 porțiuni rectilinii, două cu lungimea a și două cu lungimea b .

Porțiunile rectilinii sunt conectate între ele cu porțiuni reprezentând sferturi de cerc, identice, ca în **Figura 3**. Pe porțiunile rectilinii, robotul se deplasează cu aceeași viteză constantă, v . La pătrunderea în porțiunile curbe, pentru a nu se răsturna, robotul frânează pe prima jumătate a acestora, după care accelerează cu o accelerație egală în modul cu cea de frânare, astfel încât să intre pe porțiunea rectilinie cu aceeași viteză, v . Diferitele mărimi caracteristice mișcării sunt măsurate și stocate de computerul robotului. Evoluția vitezei robotului în funcție de timp este reprezentată în **Figura 4**, acesta plecând de la poziția de start.

- Analizând graficul din **Figura 4**, precizează care este sensul în care se deplasează robotul. Argumentează alegerea făcută.
- Calculează lungimile porțiunilor rectilinii, a și b .
- Calculează lungimile porțiunilor curbe și viteza medie a robotului pe aceste porțiuni.
- Calculează viteza minimă a robotului, $v_{\min}$.
- Andrei și Radu fac o întrecere între roboți. Robotul lui Andrei se deplasează conform graficului din **Figura 4**. Robotul lui Radu are un motor mai puternic, care dezvoltă o viteză mai mare, are garda la sol mai mică și se poate deplasa și în curbe cu aceeași viteză ca și pe porțiunile rectilinii, v_1 . Calculează valoarea vitezei robotului lui Radu, v_1 , dacă cei doi roboți se întâlnesc prima dată la punctul de start după ce robotul lui Andrei a parcurs 3 tururi de pistă.

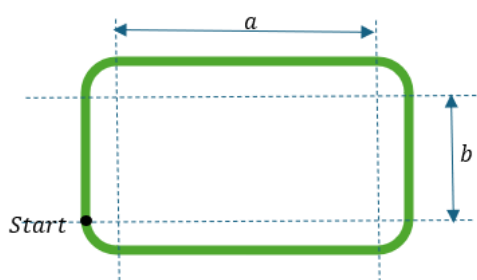


Figura 3

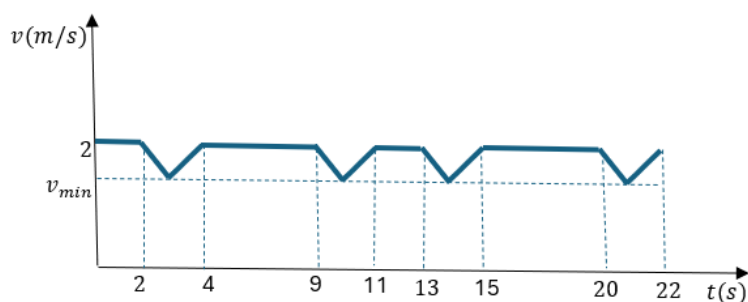


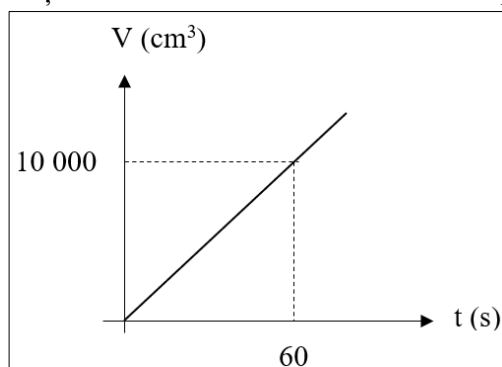
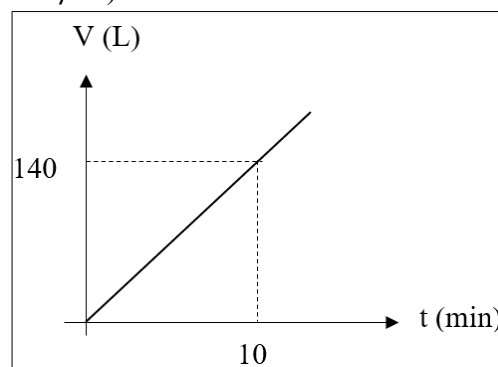
Figura 4

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.

Subiectul III - Apă dulce, apă sărată

Andrei a învățat la fizică despre densitate și a studiat mai multe aspecte legate de aceasta în vacanța de vară, când a fost cu bunicul lui la Salina Ocnele Mari. În aceste ape, mingea de recuperare a bunicului nu se poate scufunda, deși în apa potabilă se scufundă.

- Andrei a căutat informații pe Internet și a aflat că salinitatea acestor ape este de 32%, densitatea apei potabile este $\rho_{apă} = 1 \text{ g/cm}^3$, densitatea sării extrase din aceste saline este $\rho_{sare} = 2160 \text{ kg/m}^3$. Calculează densitatea acestor ape. (Prin salinitatea unei soluții de apă cu sare se înțelege raportul dintre masa de sare din soluție și masa soluției, exprimat în procente.) Se consideră că, prin dizolvarea sării în apă, volumul de apă sărată obținut este cu 7,3% mai mic decât volumul total al apei și al sării înainte de dizolvare.
- Citind eticheta de pe ambalajul mingii de recuperare, Andrei află că aceasta este confecționată din cauciuc având densitatea $\rho_{cauciuc} = 1,3 \text{ g/cm}^3$, iar în interiorul ei, central, se găsește o bilă de silicon gel, cu densitatea $\rho_{silicon} = 700 \text{ kg/m}^3$, al cărei volum reprezintă o treime din volumul mingii. Mingea *nu* are aer în interior. Calculează densitatea mingii de recuperare, exprimată în unități SI.
- Graficele alăturate permit calcularea debitului de curgere, prin două robinete diferite, R_d și R_s , a apei dulci (**Figura 5**), respectiv a celei sărate (**Figura 6**). Determină timpul (exprimat în secunde) de umplere a unui vas cu volumul de 10L cu apă dulce și apă sărată, dacă robinetele se deschid și se închid simultan. (Debitul reprezintă volumul de lichid ce curge prin secțiunea robinetului în unitatea de timp: $D = V/\Delta t$).

Figura 5 (R_d)Figura 6 (R_s)

- Andrei dorește să determine volumul mingii, fără a folosi formula matematică pentru volumul unei sfere. Pentru aceasta, așază mingea într-un vas transparent și lasă să curgă în vas apă potabilă, prin intermediul robinetului R_d . După 12s, când mingea este acoperită complet de apă, Andrei oprește robinetul și marchează, pe vas, nivelul la care a ajuns apa. Golește vasul, deschide din nou robinetul și constată că apa ajunge la nivelul marcat anterior, după 15s. Determină volumul mingii, exprimându-l în unități S.I.

Subiectele au fost propuse de

Prof. dr. Aurelia-Daniela FLORIAN, Colegiul Național "Carol I", Craiova

Prof. Rodica NEGREA, Colegiul Național "Tudor Vladimirescu", Târgu-Jiu.

Prof. Emil NECUȚĂ, Colegiul Național "Alexandru Odobescu", Pitești

Prof. dr. Ana-Cezarina MOROȘANU, Colegiul Național "Petru Rareș", Piatra-Neamț

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.



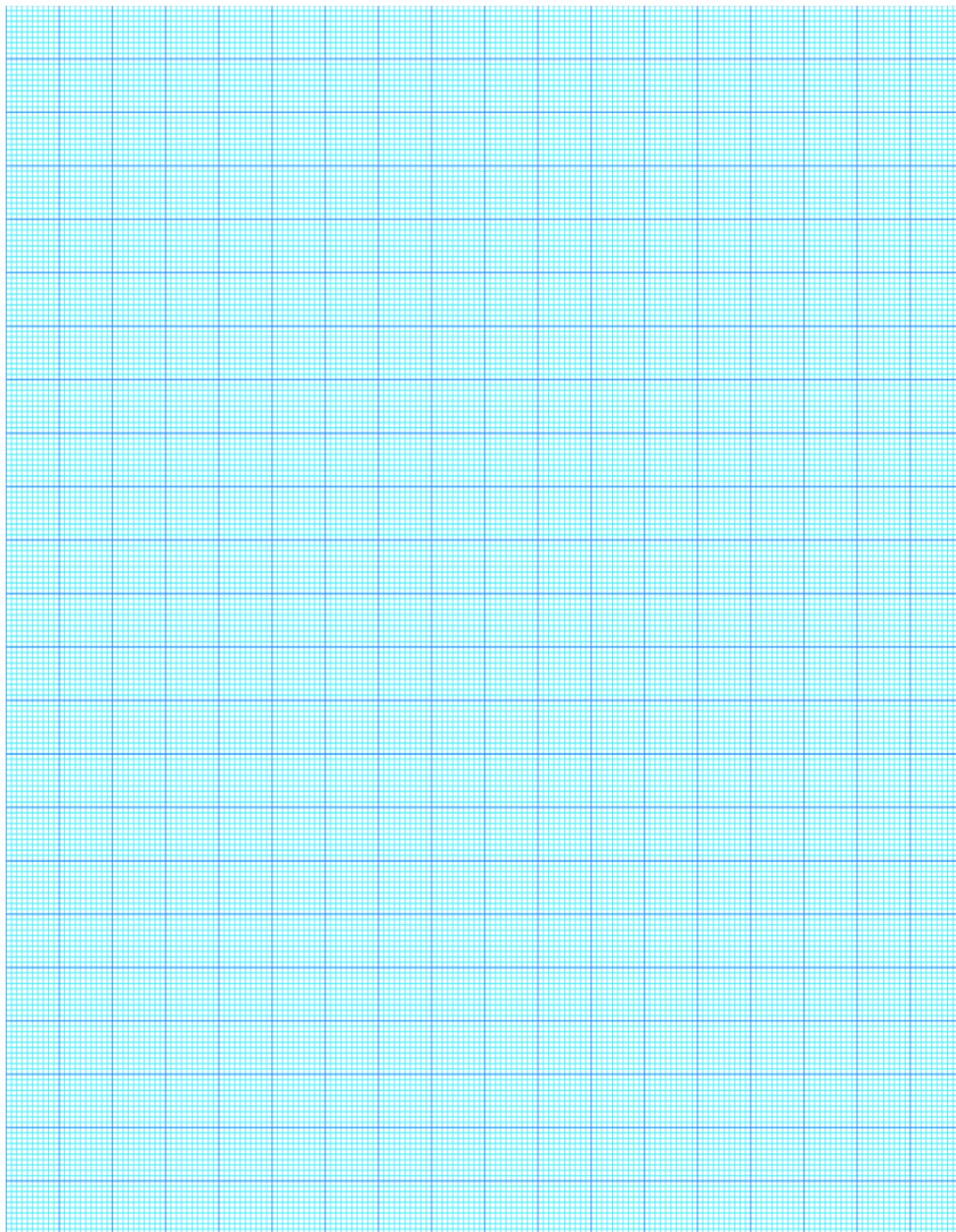
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

VI

pagina 4 din 5

**NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE! VEI ATAȘA
FOAIA LA SOLUȚIA DE LA SUBIECTUL I.b**

FIȘA DE RĂSPUNS 1



1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



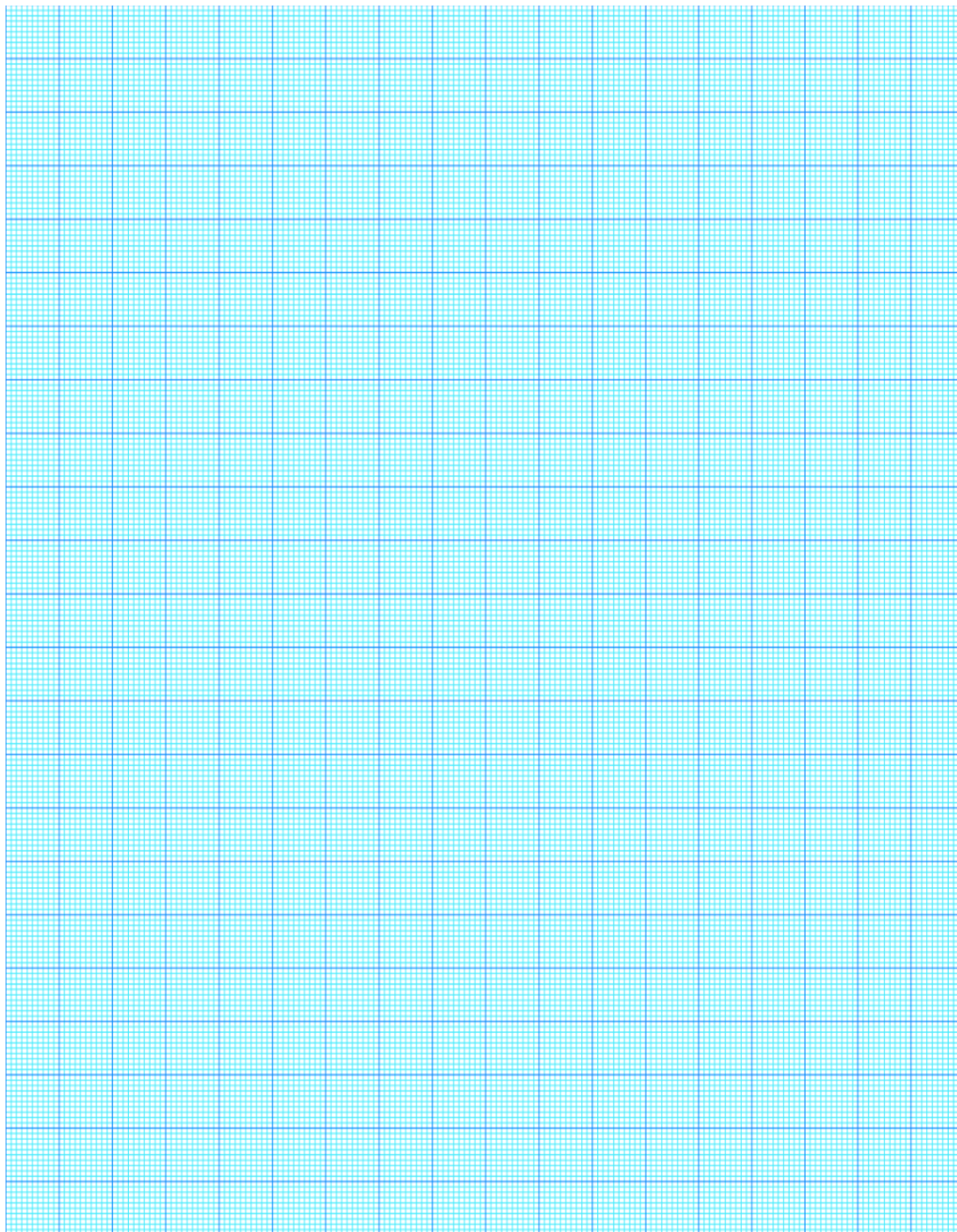
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

VI

pagina 5 din 5

**NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE! VEI ATAȘA
FOAIA LA SOLUȚIA DE LA SUBIECTUL I.b**

FIȘA DE RĂSPUNS 2



1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

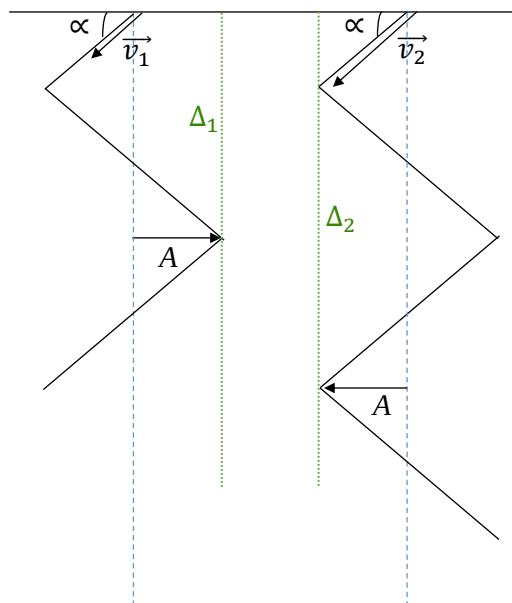
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 1 din 4

Subiectul I

La distracție pe pârtie...

- A. Aflat la baza pârtiei, Andrei studiază mișcarea cabinei care urcă schiorii pe platou. Aceasta descrie o traiectorie rectilinie cu lungimea L și diferența de nivel $h = 1000$ m. Masa cabinei cu schiori este $M = 1,5$ t și urcă de $N = 4$ ori în $\Delta t = 30$ min. Mișcarea se aproximează ca fiind uniformă cu viteza $v = 6$ m/s. Randamentul instalației (motor + cabluri) este $\eta = 80\%$. Estimează puterea electrică medie furnizată motorului.
- B. Andrei și Tudor coboară pe schiuri, pe o pantă lină, rectiliniu uniform, cu vitezele $v_1 = 10,8$ km/h, respectiv $v_2 = 24$ dm/min, de-a lungul aceleiași drepte.
- b1. Andrei fiind mai jos, Tudor, în joacă, aruncă un bulgăre spre Andrei. Aproximând mișcarea bulgărelui ca fiind de-a lungul direcției de mișcare a celor doi schiori și uniformă, cu $v_3 = 10$ dm/s față de Tudor, calculați viteza bulgărelui față de Andrei.
- b2. Radu, colegul de bancă al lui Tudor, îi organizează o „ambuscadă”. Fiind pe marginea pârtiei, aruncă un bulgăre perpendicular pe direcția de coborâre a lui Tudor, cu o viteză orizontală, constantă, $v_4 = 3$ m/s. Calculați viteza bulgărelui față de Tudor.
- C. Panta se mărește (schiorii o numesc „abrupt”), și, pornind pe aceeași direcție, dar decalajați în spațiu, schiorii fac cristiane (acele schimbări de direcție din figură), cu aceeași amplitudine A , astfel încât modulele vitezelor să rămână constante.
- c1. Calculați momentul de timp Δt (măsurat din momentul intrării lui Andrei pe abrupt) la care cei doi schiori sunt pe același nivel orizontal știind că Tudor ajunge la intrarea pe abrupt la $\tau = 1$ s, după Andrei.
- c2. Găsește o valoare posibilă a decalajul de intrare pe abrupt τ' astfel ca, la $\Delta t' = 10$ s (măsurată din momentul intrării lui Andrei pe abrupt), schiorii să se afle **simultan** pe dreptele Δ_1 , respectiv Δ_2 .



Se va considera accelerația gravitațională $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

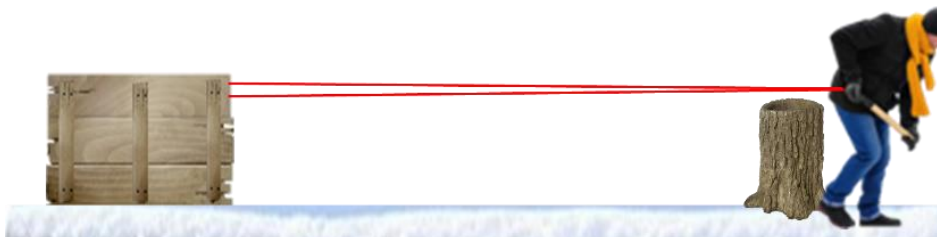
1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au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

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 2 din 4

Subiectul II**Lada pe zăpadă**

Pentru gestionarea calității căilor de acces din zona pârtiilor de schi se folosește nisip. La baza pârtiei de la Păltiniș a fost adusă o ladă cu nisip de râu având masa totală $m = 200$ kg, poziționată la $d = 5$ m de un rest de trunchi de copac, lângă care trebuia să fie amplasată. Unul dintre muncitorii care se ocupă de zonele de schiat a folosit o bandă elastică tehnică de „bungee - jumping” cu lungimea netensionată $l_0 = 2d$ și constanta elastică $k = 40$ N/m, pe care a legat-o de ladă, îndoită la jumătate, așa ca în imaginea de mai jos, și a tras lada pe o traiectorie rectilinie, orizontală, până când aceasta a ajuns în dreptul trunchiului. Distanța dintre punctele de legare a benzii elastice de ladă este suficient de mică.



a) Forța de frecare la alunecare dintre ladă și zăpadă reprezintă o fracție $f = 0,2$ din forța de apăsare normală la contactul dintre ladă și zăpadă. Reprezintă forțele care se manifestă în ansamblul ladă - bandă - muncitor, precum și dependența modulului forței elastice de distanța parcursă de muncitor cu viteză mică, constantă, până când lada ajunge în dreptul ciotului. Folosește pentru aceste cerințe **Fișa de răspuns „Lada pe zăpadă”**, care **NU** se semnează, dar se returnează pentru evaluare.

b) Determină expresia matematică și valoarea numerică a lucrului mecanic necesar aducerii lăzii în dreptul ciotului de copac.

c) Administratorul pârtiei i-a spus muncitorului că ar fi fost mai eficient dacă doar ar fi împins orizontal lada. Consideră că eficiența este raportul η dintre lucrul mecanic minim pentru îndeplinirea unei sarcini și lucrul mecanic consumat în realitate pentru acea sarcină. Calculează eficiența în acest caz.

d) După ce a transportat lada, muncitorul a decis să taie din banda elastică o bucată care să aibă constanta elastică $k_x = 125$ N/m. Demonstrează modul în care se deduce expresia matematică a lungimii x a acelei bucați și află valoarea ei numerică.

Se va considera accelerația gravitațională $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

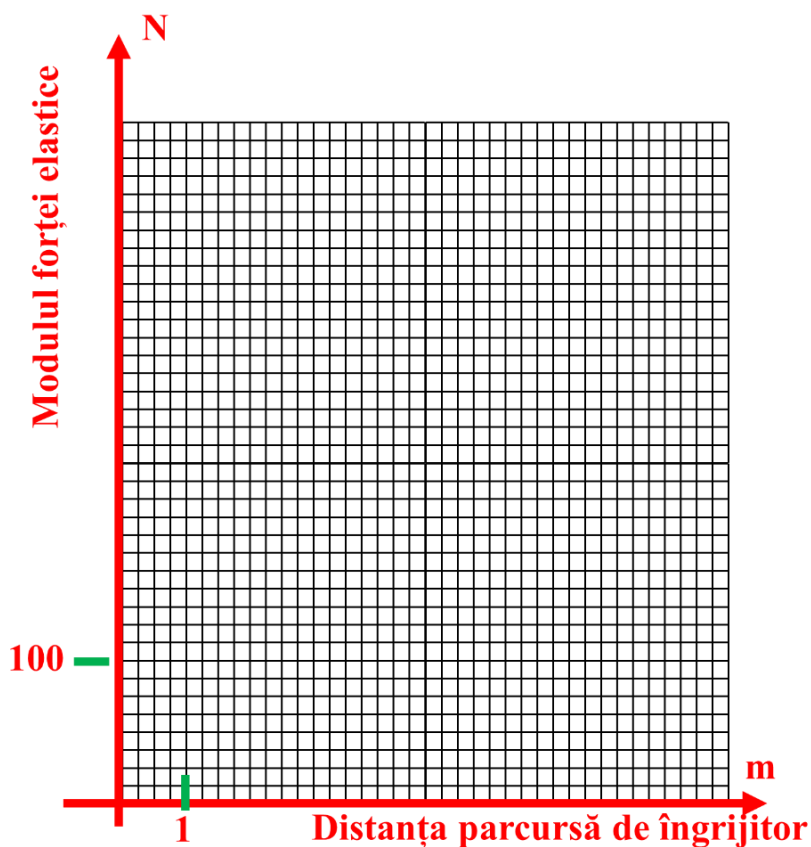
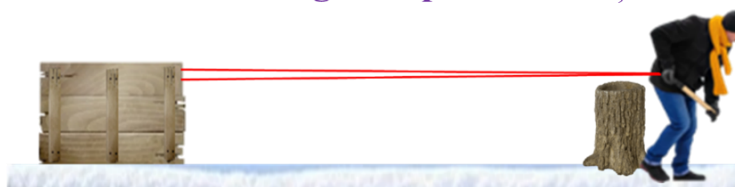
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 3 din 4

NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!
VEI ATAȘA FOAIA LUCRĂRII TALE

Fișa de răspuns "Lada pe zăpadă"

Pe această imagine reprezintă forțele



Reprezintă aici dependența forței elastice de distanța parcursă de muncitor.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

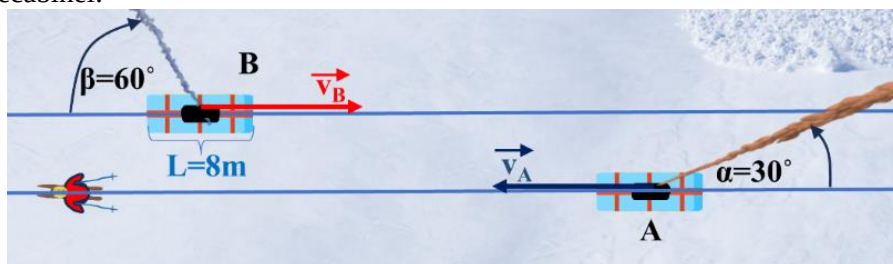
pagina 4 din 4

Subiectul III

Telecabine

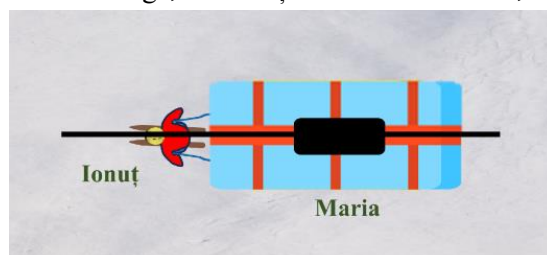
În figura de mai jos este prezentată imaginea unei porțiuni din sectorul tehnic al unei pârtii de schi, luată dintr-o dronă în repaus, de la înălțime suficient de mare. Telecabinele se deplasează în sensuri opuse cu vitezele constante $v_A = v_B = 5 \text{ m/s}$. Lungimea unei telecabine este $L = 8 \text{ m}$. În telecabina A se află Maria, într-un punct aflat la mijlocul telecabinei.

a) Se observă fumul de la fumigenele activate deasupra fiecărei telecabine. Fumul este purtat de vânt, iar în imaginea alăturată sunt figurate pozițiile particulelor de fum față de fiecare telecabină. Aflați viteza vântului care suflă deasupra



pârtiei de schi (modul și orientare). Dacă, la aceeași orientare a vitezei vântului față de sol, vântul se intensifică, se constată că fumul fumigenei este perceput, din telecabină la 90° , față de linia de transport a cabinelor. Calculați noua valoare a vitezei vântului față de sol.

Un schior, Ionuț, pornește din repaus, pe o porțiune orizontală lungă, în același sens cu telecabina, în momentul în care marginea din față a telecabinei A este deasupra lui. În grafic este redată viteza lui Ionuț în raport cu timpul măsurat de el.

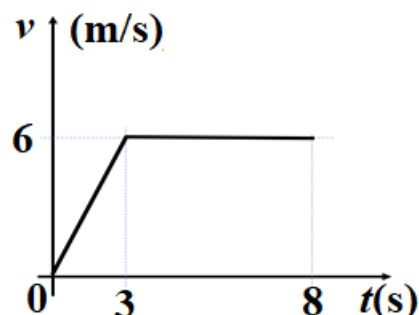


b) Calculați distanța totală și viteza medie a lui Ionuț pe toată porțiunea descrisă în grafic.

c) Calculați accelerația și viteza relativă a lui Ionuț față de Maria la $t_1 = 1 \text{ s}$, respectiv $t_2 = 3 \text{ s}$.

d) Calculați distanța parcursă de Maria, respectiv Ionuț după $t_1 = 1 \text{ s}$, respectiv $t_2 = 3 \text{ s}$.

e) Traiectoriile lui Ionuț și ale Mariei sunt paralele, dar la înălțimi diferite. Calculați momentele de timp în care cei doi se află pe aceeași verticală.



Subiectele au fost propuse de
prof. Ion BĂRARU, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân”, Constanța
prof. Jean ROTARU, Colegiul Național, Iași
prof. Dorin BUNĂU, Colegiul Național „Gh. Lazăr”, Sibiu

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Un grup de elevi a decis să realizeze mai multe experimente pentru a înțelege fenomenele fizice studiate.

Subiectul I. Lichide nemiscibile

Pentru studiul presiunii hidrostatice, Andrei conectează câte doi cilindri, cu aceeași secțiune transversală și deschiși la partea superioară, în diferite moduri (fig. 1:a,b,c). **Lichidele folosite de Andrei sunt nemiscibile (nu se amestecă).** Pentru toate situațiile se consideră că volumul tubului de legătură dintre cilindri este neglijabil.

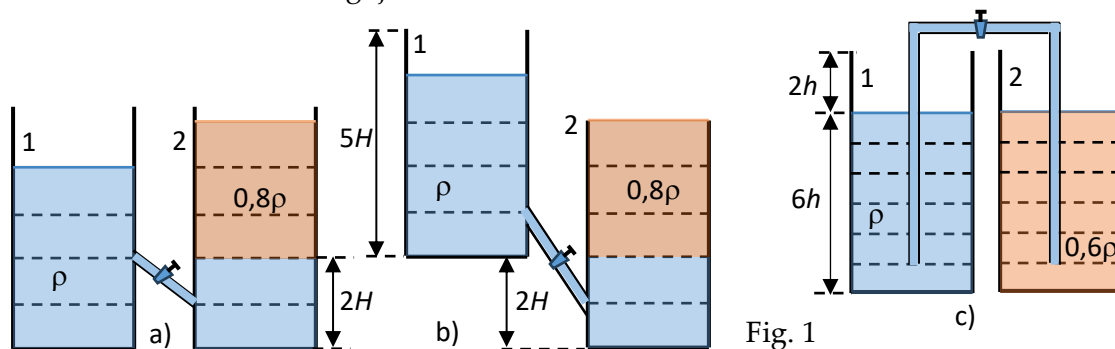


Fig. 1

- Cilindrii din figura 1.a) sunt conectați printr-un tub oblic, de volum neglijabil, prevăzut cu robinet. Andrei toarnă în vasul 1 un lichid cu densitatea ρ , până la înălțimea $4H$, iar în vasul 2 până la înălțimea $2H$. În vasul 2, Andrei adaugă un alt lichid cu densitatea $0,8\rho$ până are înălțimea $3H$ ($H = 8 \text{ cm}$), ca în figura 1.a). Inițial robinetul este închis. Precizează ce se întâmplă la deschierea robinetului și calculează cu cât se modifică nivelul lichidului în vasul 1, după stabilirea echilibrului.
- Cilindrul 1 ce conține lichid cu densitatea ρ și înălțime $4H$, se ridică la înălțimea $2H$ față de cilindrul 2, ce conține lichid cu densitatea ρ până la înălțimea $2H$ și un alt lichid cu densitatea $0,8\rho$ și înălțime $3H$. Cei doi cilindri au înălțimile egale cu $5H$ (vezi figura 1. b). Inițial robinetul de pe tubul oblic ce conectează cilindrii este închis. Precizează ce se întâmplă la deschierea robinetului și determină înălțimea lichidului cu densitatea $0,8\rho$, la stabilirea echilibrului.
- Andrei umple cilindrii până la înălțimea $6h$ ($h = 6,5 \text{ cm}$) astfel: cilindrul 1 cu un lichid de densitate ρ , și cilindrul 2 cu un lichid de densitate $0,6\rho$. Apoi conectează cei doi cilindri cu un tub în formă de U ca în fig. 1.c). Inițial tubul este plin cu lichidul de densitate ρ și robinetul este închis. Determină cu cât se modifică nivelul lichidului din cilindrul 1 după deschiderea robinetului și stabilirea echilibrului.
- Andrei dorește să afle despre efortul depus la urcarea unei mase de lichid, așa că realizează dispozitivul prezentat în figura 2, care este alcătuit dintr-un cilindru cu secțiunea S și înălțimea $5H$, fixat etanș de un tub cu aceeași înălțime $5H$, dar de secțiune $\frac{S}{5}$. Cilindrul este prevăzut la bază cu un piston de masă neglijabilă care se deplasează fără frecare. Cilindrul este umplut cu un lichid de densitate ρ . Pistonul este împins foarte lent până la baza tubului. Calculează lucrul mecanic efectuat în acest proces. Se cunosc: $H = 8 \text{ cm}$, $S = 100 \text{ cm}^2$, $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ și $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

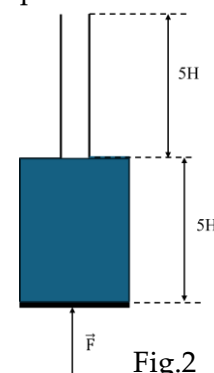


Fig.2

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.

Subiectul II. Conductivitatea termică

Andrei și Marina și-au propus să realizeze un proiect prin care să arate cât de importantă este izolarea termică a unei clădiri din punct de vedere al consumului de energie. Pentru a avea date concrete au realizat următoarele experimente.

În figura 3a sunt reprezentate două rezervoare unite între ele cu o bară metalică cilindrică. În primul rezervor este apă la temperatura $T_1 = 100^\circ\text{C}$, iar în cel de-al doilea este apă cu gheață la $T_2 = 0^\circ\text{C}$. Primul rezervor este menținut la temperatura $T_1 = 100^\circ\text{C}$, iar toate celelalte componente ale sistemului sunt izolate termic de mediul exterior. Singurul contact termic dintre rezervoare este realizat prin intermediul barei.

Bara metalică are lungimea $l = 0,5\text{ m}$ și aria secțiunii transversale $S = 100\text{ cm}^2$. Conductivitatea termică a materialului din care este realizată bara este $k_1 = 400 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$.

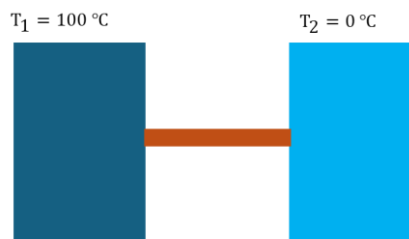


Fig.3a

a) Calculează masa m_1 de gheață care se topește în timp de o oră, considerând că există suficientă gheață în rezervor.

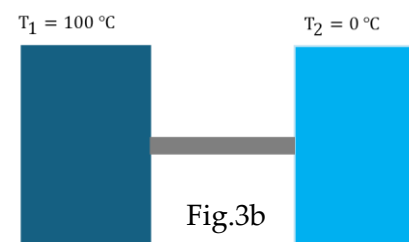


Fig.3b

b) Se schimbă bara anterioară cu alta de dimensiuni identice, dar realizată din alt metal (figura 3b). Se constată că în același interval de timp s-a topit o masă de gheață $m_2 \cong 5,2\text{ kg}$. Calculează conductivitatea termică a metalului din care este confecționată bara.

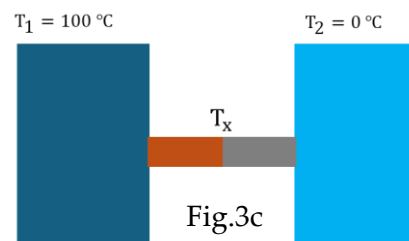


Fig.3c

c) Cele două bare se topesc și, utilizând tot metalul avut la dispoziție, se construiește o altă bară cu lungimea $l = 0,5\text{ m}$, care are o parte din primul metal și cealaltă parte din cel de-al doilea metal (figura 3c). Calculează temperatura T_x de la suprafața de contact dintre cele două părți ale barei și masa de gheață care se va topi în timp de o oră în acest caz.

d) În configurația de la cazul c) se întrerupe contactul termic între bară și rezervorul cu apă la temperatura T_1 . Până se stabilește echilibrul termic, bara va ceda rezervorului cu apă la T_2 o cantitate de căldură Q_1 . În mod analog, din configurația de la punctul c) se întrerupe contactul termic între bară și rezervorul cu apă la T_2 , bara va primi o cantitate de căldură Q_2 , de la rezervorul cu apă la temperatura T_1 , pentru a se stabili echilibrul termic. Calculează raportul $\frac{Q_2}{Q_1}$. Se cunosc pentru metalul 1 densitatea $\rho_1 = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ și căldura specifică $c_1 = 0,38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, iar pentru metalul al doilea $\rho_2 = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ și $c_2 = 0,88 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Observație. Să considerăm o bară cilindrică omogenă cu aria secțiunii transversale S și lungime l , cu suprafața exterioară izolată termic de mediul exterior, la capetele căreia se păstrează temperaturile T_1 și T_2 . Cantitatea de căldură care traversează în unitate de timp, în regim staționar, o suprafață transversală a barei este dată de relația: $\frac{dQ}{dt} = kS \frac{T_1 - T_2}{l}$, unde k este conductivitatea termică a materialului din care este confecționată bara. Mărimea fizică $P = \frac{dQ}{dt}$ se numește putere termică.

Se cunoaște căldura latentă specifică de topire a gheții: $\lambda = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul III. Corpuri electrizate și câmp electric

Efectele electrizării corpurilor cât și proprietățile câmpului electric au fost întotdeauna surprinzătoare pentru Ștefan și Andrei, așa că au realizat câteva experimente pentru a înțelege mai bine aceste fenomene.

A) În interiorul unui bol din sticlă se află două mici bile identice de masă $m = 100 \text{ g}$, electrizate identic cu sarcină electrică pozitivă. Suprafața interioară a bolului este sferică, cu raza $R = 15 \text{ cm}$. Se neglijează forțele de frecare dintre bile și suprafața interioară a bolului. În condițiile problemei se consideră că sticla nu se electrizază și este izolatoare din punct de vedere electric.

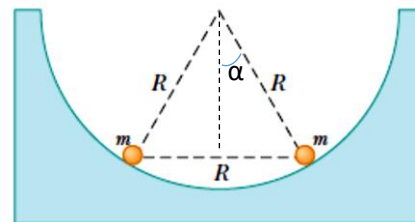


Fig.4

- a) Află sarcina electrică a bilelor știind că acestea se află în echilibru în interiorul sferei la distanța $d = R$, iar constanta electrostatică are valoarea $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.
- b) Una dintre bilele electrizate este plasată pe suprafața sferică a bolului într-o poziție dată de unghiul $\alpha = 30^\circ$, unde α este unghiul dintre raza sferei și verticală. Bila este lăsată liberă din această poziție, într-un câmp electric uniform pentru care $f = \frac{F}{q_0} = 200 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$. Liniile câmpului electric sunt: i) verticale și orientate în jos; ii) orizontale și orientate spre verticala care trece prin centrul suprafeței sferice. Calculează raportul dintre vitezele pe care le va avea bila în poziția inferioară a suprafeței sferice, în cele două cazuri. Se știe că un câmp electric este un câmp de forțe conservativ.

B) Un dispozitiv este alcătuit dintr-o tijă ușoară și izolatoare de lungime mare ($L \gg h$) cu o articulație la mijloc.

Tija are la capete două sarcini electrice punctiforme $+q$ și $+nq$ și este așezată pe un suport de înălțime h . Vertical, sub cele două sarcini punctiforme, sunt alte două sarcini punctiforme $+Q$. Sistemul este echilibrat cu un corp cu masa m agățat la distanța x de punctul de susținere (figura 5).

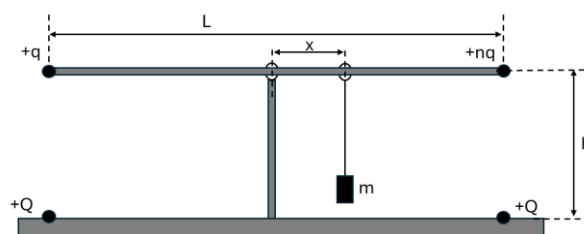


Fig.5

- a) Scrie expresia distanței x în funcție de informațiile anterioare.
- b) Scrie expresia valorii q_0 a sarcinii electrice q pentru care tija nu exercită nici o forță de reacțiune în punctul de susținere.
- c) Corpul cu masa m este introdus într-un vas cu apă (figura 6). Pentru a reechilibra sistemul, punctul de sprijin al corpului se deplasează până la o distanță x' față de punctul de sprijin al barei.

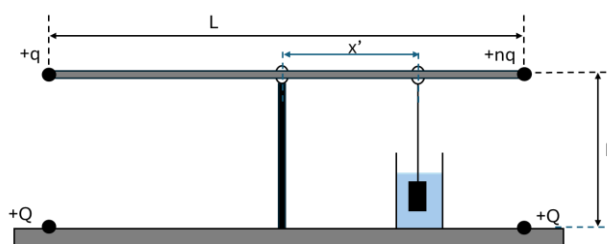


Fig.6

Știind că $x' = \frac{5}{3}x$ și că densitatea apei este $\rho_{\text{apă}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ calculează densitatea corpului.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Corina DOBRESU, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

Prof. Florin MĂCEȘANU, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare, Alexandria

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

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul I – Mișcări uniforme ... și variate

A. Un pasager a întârziat la tren. Din momentul în care el a ieșit pe peron, prin fața sa a trecut penultimul vagon, în timpul t_1 , apoi ultimul, în timpul t_2 . Mișcarea trenului este uniform accelerată, iar vagoanele au lungimi egale.

- a)** Stabilește expresia literală a timpului de întârziere al pasagerului, t , cronometrat din momentul în care trenul s-a pus în mișcare, în funcție de t_1 și t_2 .

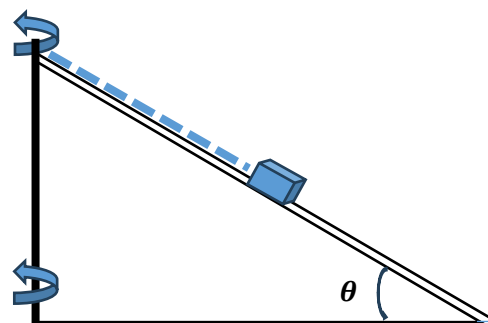
Întârzierea pasagerului a fost cauzată de faptul că acesta analizează următoarea situație: două mobile se deplasează unul spre celălalt, cu viteze constante având valorile $v_1 = 54$ km/h, respectiv $v_2 = 36$ km/h. Un porumbel se mișcă între cele două mobile, cu viteza având valoarea $v = 72$ km/h, pornind de la primul mobil până la al doilea și se întoarce la primul mobil, în timpul $t = 100$ s.

Determină:

- b)** distanța inițială dintre cele două mobile;
- c)** distanța inițială dintre cele două mobile, dacă acestea se mișcă în același sens; porumbelul parcurge drumul de la primul mobil, la al doilea, și înapoi, tot în timpul $t = 100$ s (se vor analiza cele două cazuri posibile).
- B.** Un corp de masă m_1 este așezat pe un plan orizontal, fără frecare. Pe suprafața acestui corp așezăm un al doilea corp, de masă m_2 , care se poate deplasa cu frecare, în raport cu primul. Acționăm cu o forță orizontală $\vec{F}$, asupra corpului de masă m_2 . Demonstrează faptul că un corp (cel de masă m_1) poate fi accelerat cu ajutorul unei forțe de frecare, stabilind expresiile literale ale accelerațiilor corpurilor, în raport cu solul, în funcție de F , m_1 , m_2 , μ și g .

Subiectul II - Învârteli

Se consideră un plan înclinat care se poate roti în jurul unei axe verticale ce trece prin „vârful” acestuia. Unghiul planului față de orizontală se notează cu θ și este variabil. La vârful planului este atașat un fir elastic de lungime nedeformată L_0 și constantă de elasticitate k . La capătul celălalt al firului se află un corp de masă m , care stă pe suprafața planului înclinat. Planul se poate roti cu diferite frecvențe ν , împreună cu corpul, dar își poate schimba și unghiul de înclinație θ . Se cunosc $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

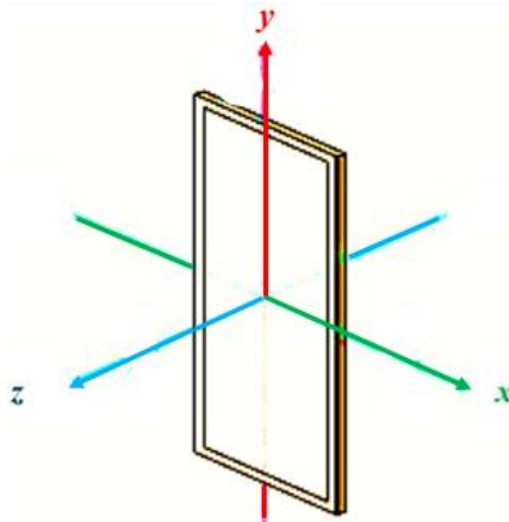


- a)** Pentru o frecvență ν , ($\nu^2 = 2,5 \text{ Hz}^2$) s-a determinat, prin măsurători, setul de valori ale lungimii x ale firului elastic pentru diferite unghiuri de înclinare ale planului. Utilizând datele experimentale din tabel determină lungimea nedeformată L_0 și masa m a corpului neglijând în calcule forțele de frecare ale corpului cu planul înclinat.
- | $\theta/^\circ$ | $\sin\theta$ | $\cos\theta$ | x/m |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 5 | 0,0872 | 0,9962 | 0,3061 |
| 10 | 0,1736 | 0,9848 | 0,3080 |
- b)** Păstrând frecvența de rotație ν , calculează sinusul unghiului maxim de înclinare a planului pentru care corpul încă atinge planul.
- c)** Fără a se roti planul înclinat, se constată multiple poziții de echilibru ale corpului pe planul înclinat pentru același unghi de înclinație $\theta = 60^\circ$. Considerând coeficientul de frecare $\mu = 0,2$, determină distanța d dintre pozițiile extreme de echilibru ale corpului pe plan.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul III - *Accelerații*

Un smartphone, prin intermediul unei aplicații software și al accelerometrului cu care este dotat poate înregistra accelerațiile la care este supus, corespunzător celor trei axe ale acestuia. Imaginea alăturată ilustrează cum sunt orientate cele trei axe ale smartphone-ului.



Așezat pe o suprafață orizontală (în repaus), cu axa Z orientată în sus, accelerațiile indicate de smartphone sunt

$$a_x = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_z = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

- a) Smartphone-ul este menținut în repaus într-o poziție pentru care accelerațiile corespunzătoare celor trei axe sunt $a_x = 8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_y = 4,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_z = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Ca să ajungă în această poziție, axa Y a smartphone-ului a fost rotită spre stânga, în plan vertical, față de poziția inițială corespunzătoare figurii din enunț, cu unghiul α care poate avea una din valorile: $\alpha = 30^\circ$ sau $\alpha = 45^\circ$ sau $\alpha = 60^\circ$. Argumentează și calculează care este unghiul α cu care a fost rotită axa Y a smartphone-ului, în plan vertical.
- b) Smartphone-ul este lăsat să cadă liber, în poziția precizată de $\alpha = 30^\circ$, de la o anumită înălțime în raport cu o suprafață orizontală, situație în care se constată că forța rezistentă a aerului este neglijabilă. Argumentează și calculează care sunt accelerațiile, în valoare absolută, $|a_x|$ și $|a_y|$ ale smartphone-ului în raport suprafața orizontală.

Indicație: Se constată că dacă smartphone-ul este lăsat să cadă liber, în plan vertical, cu axa Y în poziție verticală, acesta indică accelerațiile: $a_x = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_z = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Se lasă să cadă smartphone-ul astfel încât axa Z să fie orientată în sus, pe direcție verticală. Smartphone-ul este eliberat la primul moment înregistrat în tabel. În acest caz se constată că accelerația a_z este influențată de o forță de rezistență din partea aerului conform datelor din tabelul de mai jos [$a_z = f(t)$]. Se va considera că

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

forța de rezistență din partea aerului este de tipul $\vec{F} = -C \cdot \vec{v}$, unde C este o constantă și $\vec{v}$ este viteza corpului care cade. Masa smartphone-ului este $m = 210$ g, iar constanta $C \approx 0,035 \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

$a_z/(\text{m/s}^2)$	9,80	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
t/s	0,305	0,345	0,385	0,425	0,465	0,505	0,545

- c) Scrie ecuația principiului fundamental al mecanicii clasice, în situația dată pentru căderea smartphone-ului și în condițiile existenței forței rezistente a aerului, atât sub formă vectorială cât și sub formă scalară, iar pentru forma scalară, exprimă rezultatul în funcție de a_z .
- d) Pe baza datelor din tabel estimează distanța parcursă de smarthone-ul în cădere până la momentul $t = 0,545$ s și viteza maximă atinsă de acesta la momentul $t = 0,545$ s.
- e) Soluția ecuației precizate anterior este de forma $v(t) = \frac{m \cdot g}{C} + (v_0 - \frac{m \cdot g}{C}) \cdot e^{-\frac{C \cdot t}{m}}$ unde $v(t)$ este viteza în funcție de timp, v_0 este viteza inițială, t este timpul de cădere, m este masa smartphone-ului, C este constanta corespunzătoare forței de rezistență a aerului, g este accelerația gravitațională, iar e este un număr irațional a cărui valoare este $e \approx 2,7$. Argumentează dacă viteza maximă atinsă de smartphone la momentul $t = 0,545$ s este viteza limită pe care o poate atinge acesta, în aer, în timpul căderii.

Subiectele au fost propuse de
Prof. dr. Daniel LAZĂR – Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara
Prof. Marian ANGHEL – Liceul Teoretic „Petre Pandrea”, Balș
Prof. Victor STOICA – Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul I. Lentilă și ... licurici

Licuriul Sclipici, cvasipunctiform, se află la distanța $D = 80$ cm, față de un ecran. Între Sclipici și ecran se așază o lentilă subțire. Pe ecran se obțin două imagini clare ale licuriciului pentru două poziții determinate ale lentilei, situate la distanța $d = 40$ cm una față de alta.

- Să se deducă* expresia matematică pentru distanța focală a lentilei în funcție de (D, d) , apoi *să se calculeze* valoarea ei și *să se precizeze* natura lentilei, precum și pozițiile ei, față de Sclipici, pentru care se obțin imagini clare ale acestuia pe ecran.
- Se înlătură ecranul. Licuricii Sclipici și Scânteiuța, ambii cvasipunctiformi, se află de o parte și de alta a lentilei, pe axa principală a acesteia. Inițial ei sunt la distanțele $s_1 = 1$ m, respectiv $s_2 = 75$ cm față de centrul optic al lentilei, apoi pornesc simultan și se mișcă cu viteza constantă $v = 5$ cm/s, unul spre celălalt. *Să se determine* momentul de timp, măsurat de la începerea mișcării, la care Sclipici întâlnește imaginea Scânteiuței. *Justificați* răspunsul.
- Pe axa optică principală a lentilei se află 15 licurici, așezați unul după altul, fiecare de lungime $\ell = 5$ mm. Lănțișorul luminos format din licurici începe cu Sclipici, care se uită către centrul optic al lentilei de la o distanță de 22,5 cm, față de acesta. *Să se determine* lungimea imaginii lăntișorului luminos prin lentilă și *să se calculeze* mărirea liniară longitudinală.
- Consideră că una din fețele lentilei este plană. *Să se calculeze* distanța focală a sistemului obținut prin argintarea feței plane a lentilei.

Subiectul II. Cilindru cu....probleme

A. Un gaz ideal, închis într-un cilindru vertical fix, lung, cu capetele deschise, este separat de mediul înconjurător prin două pistoane identice, de masă m fiecare și arie S , care se pot deplasa fără frecare. Între pistoane există un perete despărțitor fix, rugos, în care se află un mic orificiu (vezi figura 1). Inițial, temperatura gazului închis este egală cu cea a aerului exterior, iar pistonul inferior este ținut lipit de peretele despărțitor. Când pistonul inferior este eliberat, pistoanele coboară lent. Presiunea exterioară este p_0 , iar $mg < p_0 S$.

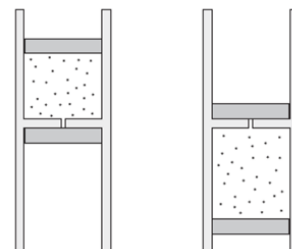


Fig.1

a.1. *Să se determine* presiunea inițială în compartimentul superior și finală în compartimentul inferior.

- a.2. Sistemul aflându-se în aceeași stare inițială pistonul inferior este eliberat în două situații distincte:
- pistoanele, peretele despărțitor și pereții cilindrului sunt buni izolatori termici;
 - pistoanele, peretele despărțitor și pereții cilindrului sunt buni conductori termici.

Să se determine raportul dintre lungimea finală a compartimentului inferior în prima situație și lungimea finală a compartimentului inferior în cea de a doua situație.

B. Un cilindru de volum V este împărțit în două compartimente de un piston, inițial fixat. În cel superior, de volum $V_{01} = fV$, unde $0 < f < 1$, se află o cantitate ν_1 de gaz la temperatura T_1 , iar în cel inferior o altă cantitate ν_2 , din același gaz, la o presiune inferioară celei din compartimentul superior, la temperatura T_2 (vezi figura 2). Atât pistonul, cu aria suprafeței S și masă m , cât și cilindrul sunt realizate din materiale izolatoare termic. Pistonul este eliberat, mișcarea lui realizându-se fără frecare. În starea în care gazul, cu exponentul adiabatic γ , considerat ideal, are pentru prima dată aceeași temperatură T în ambele compartimente, pistonul a coborât pe distanța h și are viteza v . Se consideră cunoscută accelerația gravitațională g . *Să se deducă:*

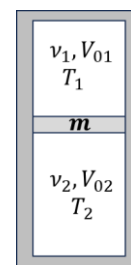


Fig. 2

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 2 din 2

- b.1.** ecuația de bilanț energetic a sistemului gaze ideale – piston – pământ, exprimată în funcție de $(T, T_1, T_2, v_1, v_2, g, v, m, \gamma, R, h)$;
- b.2.** viteza pistonului, în funcție de $(g, V, T_1, T_2, v_1, v_2, f, S, m, \gamma, R)$, pentru momentul în care temperatura în ambele compartimente este T .

Subiectul III. Forțe de rezistență

Indicații:

1. Rezistența întâmpinată de un corp sferic care se mișcă printr-un mediu vâscos este determinată de o forță de rezistență, $\vec{F}_r$, orientată în sens opus vitezei relative, $\vec{v}$, a corpului față de fluid, proporțională cu modulul acesteia și cu raza lui, R : $\vec{F}_r = -kR\vec{v}$ (legea lui Stokes).
2. Pentru ecuația de mișcare de forma $ma + bv = F$, legile vitezei și coordonatei sunt $v(t) = v_0 \cdot e^{-\frac{bt}{m}} + \frac{F}{b} \left(1 - e^{-\frac{bt}{m}}\right)$, respectiv $x(t) = x_0 + \left(v_0 - \frac{F}{b}\right) \cdot \frac{m}{b} \cdot \left(1 - e^{-\frac{bt}{m}}\right) + \frac{F}{b} t$.

Un grăunte de nisip fin, presupus sferic, de rază $R = 0,1 \text{ mm}$ și densitate $\rho = \frac{12}{\pi} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, se află în aer, considerat mediu vâscos static, pentru care se cunoaște coeficientul legii Stokes $k = 200 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Se dau: accelerația gravitațională $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ și $e^{1,25} \cong 3,5$, unde e este baza logoritmului natural.

A. Grăuntele este lansat pe verticală de la nivelul de referință (nivelul solului).

- a. Să se determine viteza v_0 cu care trebuie aruncat grăuntele, astfel încât el să se oprească în aer după timpul $t_0 = 1 \text{ s}$ și înălțimea h la care se va opri acesta.
- b. Să se determine forța medie de rezistență în cursul mișcării de urcare, pentru situația descrisă anterior.
- c. Să se calculeze viteza cea mai mare care poate fi atinsă (viteza limită) în cursul mișcării de coborâre de la înălțimea h .

B. Grăuntele este lansat cu viteza $v_0 = 20\sqrt{2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sub un unghi $\alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$, de la nivelul de referință (nivelul solului).

- a. Să se determine timpul după care grăuntele ajunge la înălțimea maximă și coordonatele celui mai înalt punct al traiectoriei acestuia.
- b. Să se determine masa de acid benzoic solid ($\lambda_t = 250 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$, $\lambda_v = 600 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$) ce poate fi sublimată cu întreaga cantitate de energie pe care o au $n = 10^9$ astfel de mici corpuri sferice, la momentul $t_c = 2 \text{ s}$ de la începutul mișcării.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. dr. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I”, Craiova
Prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național „Sf. Sava”, București
Prof. Ovidiu TRIPȘA, Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă”, Brașov

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul I - Levitație și oscilații în câmp magnetic

Deasupra unui solenoid vertical, foarte lung, în contact cu capătul acestuia, este așezată o placă orizontală subțire, nemagnetică. Pe placă este așezat un inel subțire dintr-un material supraconductor, poziționat coaxial cu solenoidul. Inițial, intensitatea I_s a curentului electric prin spirele solenoidului și intensitatea I a curentului electric prin inel sunt nule. Când un curent trece prin spirele solenoidului, un câmp magnetic neuniform este generat la capătul solenoidului. Componentele verticală B_z și radială B_r ale inducției magnetice la capătul solenoidului (FIGURA 1) sunt date de relațiile:

$$B_z = B_0(1 - \alpha z)$$

$$B_r = B_0\beta r$$

unde α și β sunt constante, B_0 depinde de valoarea curentului electric prin solenoid, z și r sunt coordonatele verticale și respectiv radiale, iar originea sistemului de axe se consideră la capătul solenoidului. La un moment dat, prin spirele solenoidului începe să circule un curent electric I_s , care crește treptat.

Precizare: Un material supraconductor este caracterizat de rezistivitate electrică nulă. Prin urmare, fluxul magnetic prin suprafața inelului supraconductor este constant. Inițial, fluxul magnetic prin inel este nul.

- Pentru un solenoid foarte lung având n spire pe unitatea de lungime și străbătut de un curent electric cu intensitatea I_s , scrieți expresia inducției magnetice în interiorul solenoidului, la mijlocul acestuia. Utilizați acest rezultat pentru a deduce expresia inducției magnetice produse de solenoid într-un punct aflat pe axa solenoidului, la capătul acestuia.
- Determinați valoarea critică I_c a intensității curentului electric prin solenoid, pentru care inelul supraconductor începe să leviteze deasupra plăcii.
- Determinați înălțimea la care se ridică inelul deasupra capătului solenoidului, când $I_s = 2I_c$.
- Determinați frecvența micilor oscilații ale inelului, când $I_s = 2I_c$ (se presupune că inelul este deplasat de la poziția de echilibru pe o distanță mică Δz , coaxial cu solenoidul).

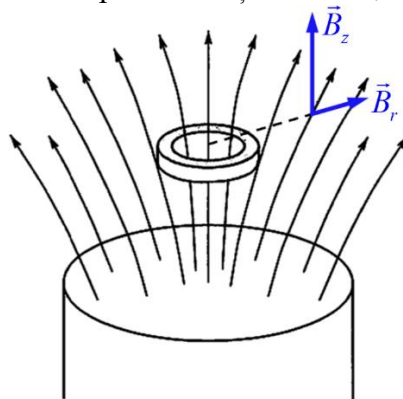


FIGURA 1

Se cunosc: $\alpha = 36 \text{ m}^{-1}$, $\beta = 18 \text{ m}^{-1}$, masa inelului $m = 100 \text{ mg}$, inductanța inelului $L = 1,8 \cdot 10^{-8} \text{ H}$, numărul de spire ale solenoidului pe unitatea de lungime $n = 10^3 \text{ m}^{-1}$, suprafața inelului $S = 1 \text{ cm}^2$, permeabilitatea magnetică a vidului $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ și accelerația gravitațională $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.

Subiectul II – Sistem oscilant cu elemente elastice pneumatice

Sistemul oscilant din FIGURA 2 este compus din două pistoane de mase $m_1 = m$ și $m_2 = 2m$, legate între ele cu o tijă rigidă de lungime egală cu $2l$ și de masă neglijabilă. Cele două pistoane, care au ariile secțiunilor transversale egale cu $S_1 = S$ și $S_2 = 2S$, împreună cu tija rigidă, sunt montate în interiorul a doi cilindri coaxiali sudați unul de celălalt și închiși la capete, ca în figură, astfel încât se formează trei compartimente (C_1) , (C_2) și (C_3) ce conțin gaze monoatomice aflate în condiții fizice normale de presiune și temperatură (p_0, T_0) .

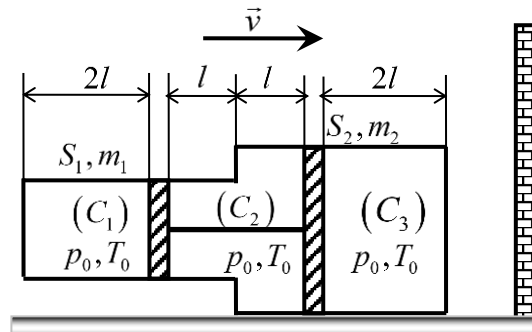


FIGURA 2

În starea inițială cei doi cilindri sunt așezați în poziție orizontală iar pistoanele, presupuse etanșe, mobile și fără frecare, sunt poziționate în interiorul acestora ca în figură.

Pentru inițierea oscilațiilor, sistemul format din cei doi cilindri împreună cu cele două pistoane, aflat în mișcare cu viteza $\vec{v}$, se ciocnește perfect plastic de un perete masiv după care rămâne fixat de acesta (sudat).

Se presupune că cilindrii și pistoanele sunt confecționate din materiale rigide și termoizolatoare.

- Considerând că viteza de ciocnire este mică, determinați perioada micilor oscilații, T_{osc} , ale sistemului format din cele două pistoane.
- Determinați viteza maximă v_{max} a sistemului format din cei doi cilindri împreună cu cele două pistoane, astfel încât după ciocnirea acestuia cu peretele masiv, pistonul cu secțiunea (mai mică) $S_1 = S$ să nu părăsească cilindrul în care este montat.
- Determinați presiunile p_1 , p_2 și p_3 ale gazelor închise în cele trei compartimente etanșe în momentul în care pistoanele ajung pentru prima dată în stare de repaus după ciocnirea cu viteza v_{max} dintre sistemul oscilant și peretele masiv.

Notă: Pentru valori mici ale cantității notate cu x este valabilă următoarea relație de aproximare: $(1+x)^\alpha \cong 1+\alpha x$, în care α este un număr real.

Subiectul III – Tubul lui Kundt

Tubul lui Kundt este un dispozitiv experimental inventat în 1866 de fizicianul german August Kundt pentru a măsura viteza sunetului în gaze și în solide. Dispozitivul constă dintr-un tub transparent în interiorul căruia se află o pudră din particule fine (praf de plută sau talc), inițial distribuită uniform.

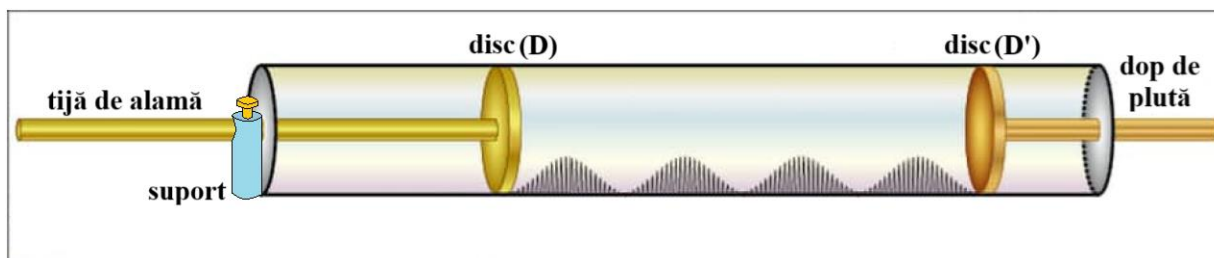


FIGURA 3

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- 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.

Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

9 martie 2025

pagina 3 din 4

Tubul are la unul dintre capete un suport care fixează o tijă de alamă prevăzută cu un disc (D). Celălalt capăt al tubului este închis cu un dop și un disc metalic (D'), pentru a permite reglarea distanței dintre discuri. Schema dispozitivului experimental poate fi observată în FIGURA 3.

Etapa I

Într-o primă etapă a experimentului, tija și discul D sunt înlocuite de un difuzor plasat la capătul tubului și conectat la un generator de semnal (FIGURA 4).



FIGURA 4

Cu ajutorul difuzorului conectat la generatorul de semnal se produce, la capătul tubului, un sunet de frecvență ν . Se ajustează poziția discului D' până când sunetul din tub devine brusc mult mai puternic. Se constată că pulberea din tub se așază în mici grămăjoare, dispuse echidistant. Experimentul se repetă pentru diferite valori ale frecvenței, iar pentru fiecare caz se măsoară distanța d dintre centrele a două grămăjoare consecutive. Datele experimentale culese sunt prezentate în tabelul alăturat.

Nr. crt.	ν / Hz	d / cm
1	4000	4,0
2	3300	5,0
3	3000	5,5
4	2500	7,0
5	2000	8,0
6	1600	10,5
7	1100	15,0
8	1000	16,5

Sarcina de lucru nr. 1: Explicați de ce pulberea din tub se organizează în grămăjoare dispuse echidistant. Precizați rolul presiunii și vitezei particulelor de aer în formarea acestor acumulări de pulbere.

Sarcina de lucru nr. 2: Reprezentați grafic, pe hârtia milimetrică, dependența de perioadă a lungimii de undă a sunetului în aer. Folosiți graficul pentru a determina viteza sunetului în aer.

Etapa a II-a

Experimentul este reluat folosind dispozitivul experimental din FIGURA 3. Aerul din tub se găsește în aceleași condiții de la etapa precedentă. Tija de alamă are lungimea $\ell = 90$ cm și este fixată la mijlocul ei în suportul de la capătul tubului. Se freacă tija longitudinal cu o bucată de piele acoperită cu rășină. Ca urmare, tija vibrează emițând un sunet înalt. Oscilațiile sunt transmise discului și aerului din tub. Pulberea se așază în mici grămăjoare echidistante. Distanța dintre două grămăjoare consecutive este $d = 8,5$ cm.

Sarcina de lucru nr. 3: Calculați viteza de propagare a sunetului în alamă.

Sarcina de lucru nr. 4: Viteza sunetului în gaz depinde doar de densitatea gazului, de presiunea la care se găsește acesta și de constante adimensionale. Folosind această informație și utilizând analiza dimensională, găsiți relația de dependență a vitezei sunetului în gaz de densitatea și presiunea gazului, $v = v(p, \rho)$. **Notă:** Analiza dimensională este o metodă

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 4 din 4

folosită pentru a verifica și deduce relații între mărimi fizice, bazându-ne pe exprimarea unităților de măsură în funcție de unitățile fundamentale și pe compararea dimensiunilor fizice ale termenilor dintr-o relație.

Sarcina de lucru nr. 5: Folosind relația determinată anterior $v = v(p, \rho)$ și presupunând că aerul se comportă ca un gaz ideal, demonstrați că viteza sunetului în aer depinde de temperatură. Pentru temperaturi nu foarte depărtate de 0°C , exprimați această relație într-o formă liniară de tipul $v = v_0 + k \cdot t$. Cunoscând că viteza determinată la Sarcina de lucru nr.2 reprezintă viteza sunetului în aer la 0°C , determinați valorile numerice ale constantelor v_0 și k .

Subiectele au fost propuse de:

Prof. dr. Adrian BODNARESCU, Colegiul Național „Eudoxiu Hurmuzachi”, Rădăuși

Prof. dr. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul Teoretic “Mihail Kogălniceanu”, Vaslui

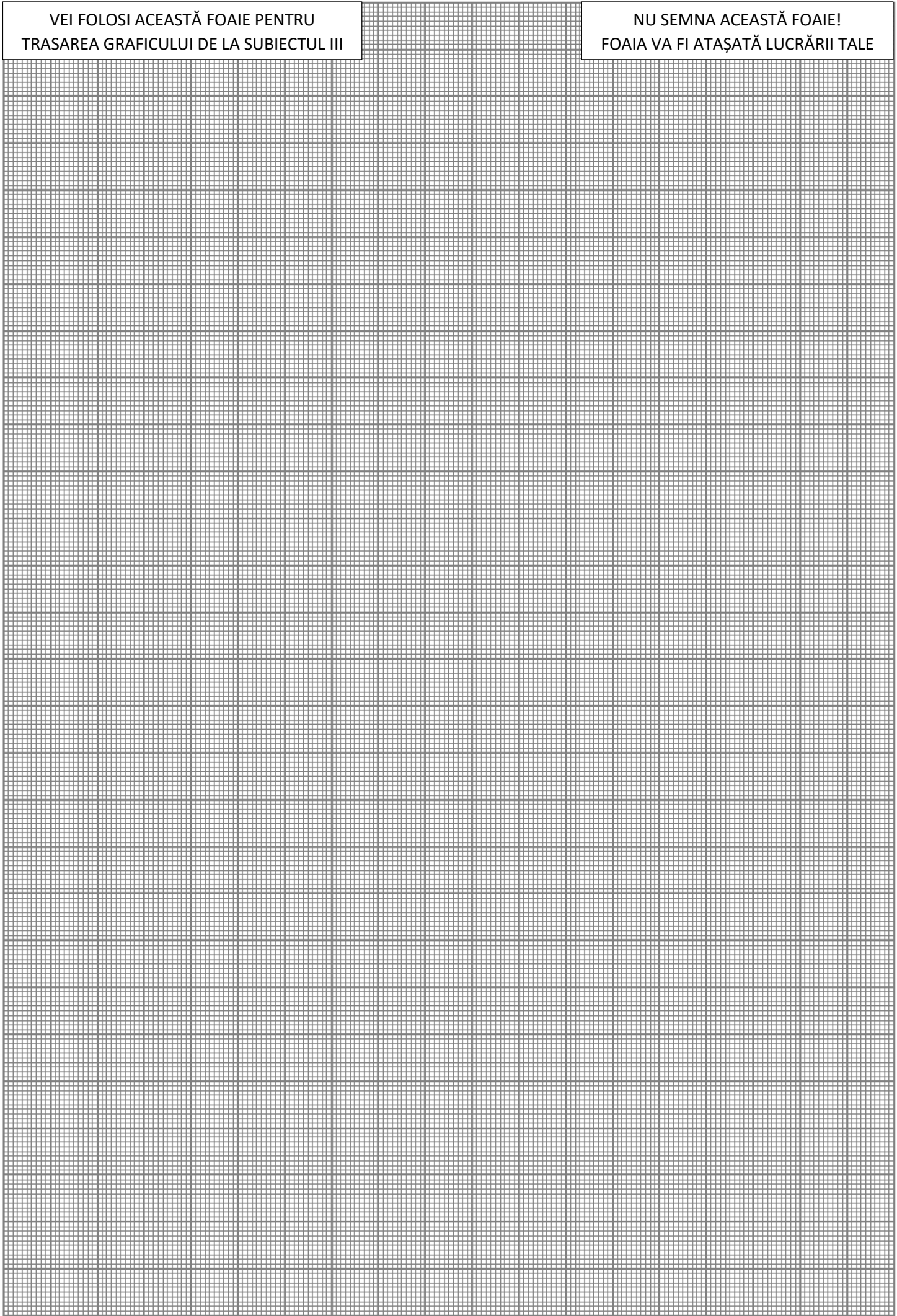
Prof. Aura VĂȘII, Colegiul Național Militar „Dimitrie Cantemir”, Breaza

Prof. Liviu BLANARIU, Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație, București

-
1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

VEI FOLOSI ACEASTĂ FOAIE PENTRU
TRASAREA GRAFICULUI DE LA SUBIECTUL III

NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!
FOAIA VA FI ATAŞATĂ LUCRĂRII TALE



Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

9 martie 2025

pagina 1 din 4

Subiectul I

Circuite curent alternativ

(10 puncte)

Un elev studiază diferite circuite de curent electric alternativ pe care le alimentează de la o sursă de tensiune electrică alternativă sinusoidală, a cărei valoare efectivă este constantă, $U = 30 \text{ V}$ și a cărei frecvență poate fi modificată într-un domeniu foarte larg. Rezistoarele și condensatoarele utilizate au un comportament care poate fi aproximat ca fiind ideal, iar conductoarele de legătură au o rezistență electrică neglijabilă. Elevul realizează circuitul electric serie prezentat în figura 1.1 și reglează frecvența tensiunii electrice u de la bornele circuitului la valoarea constantă $\nu = 200 \text{ Hz}$.

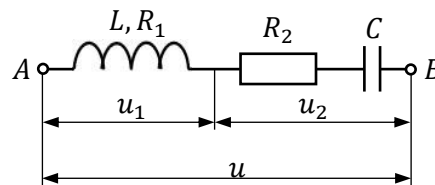


figura 1.1

În această situație circuitul are un comportament inductiv, tensiunea electrică de la bornele bobinei are valoarea efectivă

$U_1 = 20 \text{ V}$, tensiunea electrică de la bornele grupării serie $R_2 C$ are valoarea efectivă $U_2 = 15 \text{ V}$, intensitatea curentului electric are valoarea efectivă $I = 0,1 \text{ A}$, iar diferența de fază dintre tensiunea de la bornele circuitului și intensitatea curentului electric este $\varphi = 20^\circ$.

- a. Determinați valorile inductanței L și rezistenței electrice R_1 ale bobinei precum și valorile rezistenței electrice R_2 și capacității electrice C a condensatorului.

Utilizând bobina L, R_1 , condensatorul C și rezistorul R_2 elevul realizează circuitul electric prezentat în figura 1.2, modifică în mod continuu frecvența tensiunii electrice de la bornele A și B ale circuitului și studiază dependența $I = f(\nu)$, a intensității efective a curentului electric furnizat de sursă de frecvența tensiunii de alimentare.

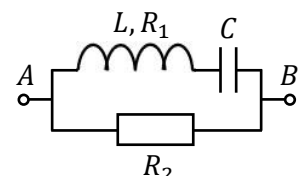


figura 1.2

- b. Determinați valoarea frecvenței de rezonanță a circuitului;
- c. Calculați valorile extreme ale **intensității efective** a curentului electric furnizat de sursă circuitului electric și reprezentați grafic, calitativ, dependența acestei intensități de frecvența tensiunii de alimentare, $I = f(\nu)$;
- d. Demonstrați că între frecvențele de tăiere ν_1 și ν_2 , care delimitează banda de trecere a circuitului și frecvența de rezonanță a circuitului există relația $\nu_1 \cdot \nu_2 = \nu_0^2$. (Banda de trecere a circuitului reprezintă intervalul de frecvențe pentru care intensitatea efectivă $I \geq \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$.)

Elevul realizează circuitul electric prezentat în figura 1.3, folosind aceleași elemente de circuit (bobina L, R_1 , condensatorul C și rezistorul R_2), dar și un rezistor R_3 înseriat cu condensatorul C_3 .

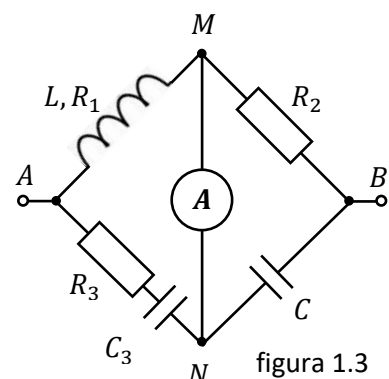


figura 1.3

- e. Determinați valorile rezistenței electrice R_3 și a capacității electrice C_3 pentru ca ampermetrul conectat între punctele M și N să nu fie parcurs de curent electric.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

9 martie 2025

pagina 2 din 4

Subiectul II

Imagini în dioptrul plan

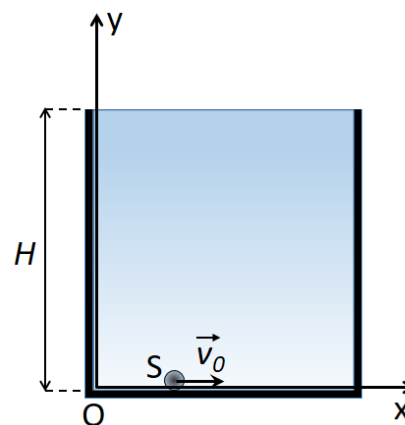
(10 puncte)

A. Un vas cilindric, având înălțimea H , este umplut cu un lichid transparent care are indicele de refracție n_0 . Pe fundul vasului este fixată o sursă punctiformă de lumină, S , care este privită de un observator de deasupra vasului, pe direcția normalei la suprafața lichidului și care trece prin sursa de lumină. Determină expresia matematică a distanței dintre sursa S și imaginea acesteia văzută de observator.

B. Un vas cilindric, cu înălțimea $2H$, conține două lichide nemiscibile, fiecare dintre ele având înălțimea H , și indicii de refracție n_1 și respectiv n_2 . Pe fundul vasului, în lichidul cu indicele de refracție n_1 , este fixată o sursă punctiformă de lumină, S , care este privită de un observator de deasupra vasului, pe direcția normalei la suprafața lichidului și care trece prin sursa de lumină. Determină expresia matematică a distanței dintre sursa S și imaginea acesteia văzută de observator.

C. Vasul cilindric, având înălțimea H , este umplut cu un lichid transparent cu indicele de refracție dependent de înălțimea y , măsurată de la baza vasului, conform relației $n = n_0 \left(1 + \varepsilon \frac{y}{H}\right)$, unde ε este o constantă pozitivă ($\varepsilon < 1$). Pe fundul vasului este fixată o sursă punctiformă de lumină, S , care este privită de un observator de deasupra vasului, pe direcția normalei la suprafața lichidului și care trece prin sursa de lumină. Determină expresia matematică a distanței dintre sursa S și imaginea acesteia văzută de observator.

D. În condițiile punctului C., o sferă omogenă de mici dimensiuni este lansată pe direcție orizontală din punctul $S(x_0, 0)$, cu viteza v_0 , ca în figura alăturată. Consideră cunoscute: densitatea lichidului ρ_0 (având aceeași valoare în orice punct din lichid), densitatea sferei ρ_s ($\rho_s < \rho_0$), și accelerația gravitațională, g . Forțele de rezistență la deplasarea sferei în lichid se neglijează. Sfera este privită de un observator situat la distanță mare față de suprafața lichidului. Consideră că vasul este suficient de larg astfel încât sfera ajunge la suprafața lichidului fără să atingă peretele lateral.



a. Scrie ecuația traiectoriei imaginii sferei văzută de observator

în timpul deplasării sferei în lichid. Particularizează rezultatul obținut pentru $\varepsilon = 0$.

b. Determină dependența de timp a vitezei imaginii sferei văzută de observator în timpul deplasării sferei în lichid. Particularizează rezultatul obținut pentru $\varepsilon = 0$.

Note:

i) În analiza fenomenelor optice prezentate utilizează aproximația paraxială.

ii) Indicele de refracție al aerului se consideră $n_{aer} = 1$.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 3 din 4

Subiectul III

Întâlnirile navelor cosmice relativiste

(10 puncte)

Trei nave cosmice (A, B și C) se deplasează rectiliniu și uniform pe direcții paralele foarte apropiate, având față de o stea fixă, Σ , vitezele $\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$ și $\vec{v}_C$, pentru care $v_A > v_B > v_C$, toate aceste valori fiind comparabile cu viteza luminii în vid, c , dar mai mici decât aceasta, și ale căror orientări sunt reprezentate în desenul din figura 1, astfel încât vitezele relative ale navelor cosmice A și respectiv C, în raport cu nava cosmică B, date de expresiile:

$$\vec{v}_{AB} = \frac{\vec{v}_A - \vec{v}_B}{1 - \frac{\vec{v}_A \cdot \vec{v}_B}{c^2}}; \quad \vec{v}_{CB} = \frac{\vec{v}_C - \vec{v}_B}{1 - \frac{\vec{v}_C \cdot \vec{v}_B}{c^2}},$$

sunt egale în modul și de sens contrar: $v_{AB} = v_{CB} = v$; $\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$.

Fiecare navă cosmică este dotată cu un ceasornic propriu.

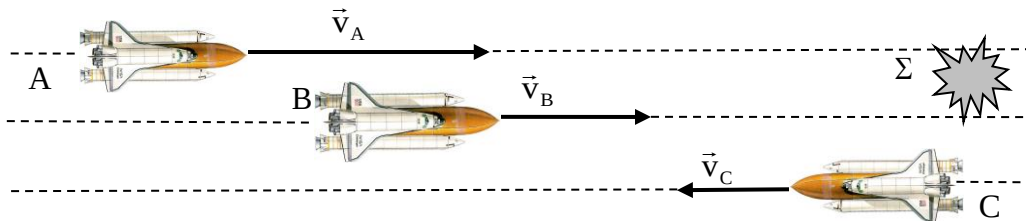


Fig. 1

Se realizează mai întâi întâlnirea navelor cosmice A și B, atunci când nava cosmică A depășește nava cosmică B, și când ceasornicele acestor nave cosmice se sincronizează, astfel încât ambele ceasornice să indice ora “zero”. La următoarea întâlnire, realizată după întâlnirea navelor cosmice A și B, și anume întâlnirea navelor cosmice A și C, ceasornicul navei cosmice C se sincronizează după ceasornicul navei cosmice A, astfel încât ambele ceasornice indică ora t' .

a) Să se determine indicațiile t_B și respectiv t_C , ale ceasornicelor de pe navele cosmice B și C, la întâlnirea acestora, precum și diferența acestor indicații, $\Delta t = t_B - t_C$. Se cunoaște viteza luminii în vid, c .

Să se particularizeze rezultatul obținut pentru varianta nerelativistă ($v \ll c$).

Se știe că, dacă Δt_0 este durata unui proces, desfășurat într-un punct fix, P_0 , din sistemul inerțial mobil, Σ_0 , înregistrată de ceasornicul observatorului O_0 , aflat în originea sistemului inerțial mobil, Σ_0 , care se află în mișcare rectilinie și uniformă, față de un sistem inerțial fix, Σ , cu viteza v_0 , atunci durata aceluiași proces, determinată de ceasornicul observatorului O , aflat în originea sistemului inerțial fix, Σ , este dată de expresia:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} > \Delta t_0.$$

b) Cunoscând valorile vitezelor navelor cosmice, A și C, $v_A > v_C$, față de steaua Σ , să se determine valorile posibile, v_B , ale vitezei navei cosmice B, față de steaua Σ , astfel încât vitezele relative ale navelor cosmice A și respectiv C, în raport cu nava cosmică B, ale căror expresii au fost deja precizate, să fie egale în modul și de sens contrar ($\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$).

Să se justifice rezultatul. Caz particular : $v_A \ll c$; $v_C \ll c$; $v_A - v_C \ll c$.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 4 din 4

c) Să se stabilească noile elemente ale vectorului $\vec{v}_B$, (orientare și modul), reprezentând viteza navei cosmice B în raport cu steaua Σ , dacă observatorul din nava cosmică A apreciază că nava cosmică B se deplasează, în raport cu el, cu viteza $\vec{v}_{BA} \perp \vec{v}_A$, așa cum indică desenul din figura 2.

Se cunosc v_A și v_{BA} . Să se particularizeze rezultatul pentru varianta nerelativistă, $v \ll c$.

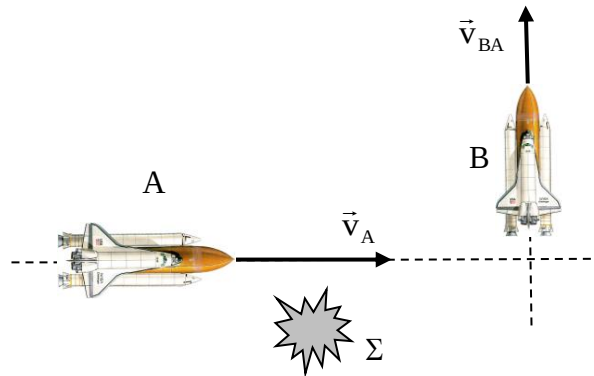


Fig. 2

Pentru un punct material P, aflat în mișcare, în planul comun al sistemelor de coordonate, inerțiale, coplanare, $\Sigma(XOY)$, sistem inerțial fix și respectiv $\Sigma'(X'O'Y')$, sistem inerțial aflat în mișcare rectilinie și uniformă, cu viteza $\vec{v}_0$, față de sistemul fix, reprezentate în desenul din figura 3, se cunosc relațiile dintre componentele vitezelor punctului material P, raportate la axele celor două sisteme de referință, precum și relația dintre indicațiile ceasornicelor observatorilor O și respectiv O', din originile celor două sisteme de referință, Σ și respectiv Σ' :

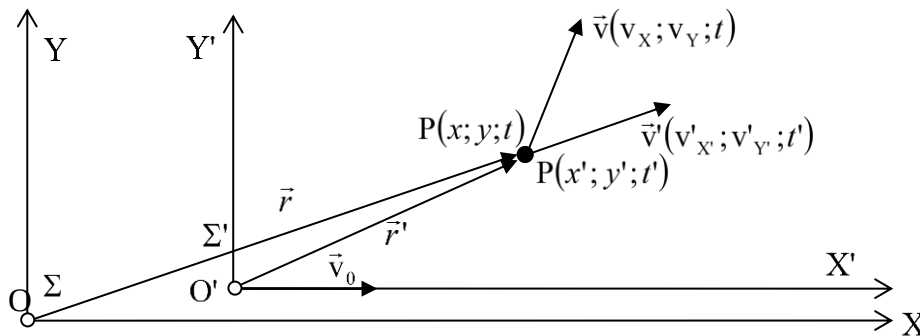


Fig. 3

$$v_x = \frac{v'_x + v_0}{1 + \frac{v_0}{c^2} \cdot v'_x}; \quad v_y = \frac{v'_y}{1 + \frac{v_0}{c^2} \cdot v'_x} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}; \quad t = \frac{t' + \frac{v_0}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}.$$

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu", Șimleu Silvaniei

Prof.dr. Costin Dobrotă, Colegiul Național "Dimitrie Cantemir", Onești

Prof.dr. Mihail Sandu, Universitatea din Craiova

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, 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 subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.