

Subiectul I – Apă și gheață...

Într-un calorimetru care conține un amestec de apă cu gheață, se află fixat în poziție verticală un cilindru cu secțiunea S , cu pereți termoconductori, închis ermetic cu un piston, care se poate mișca fără frecare (**Figura 1**).

În interiorul cilindrului se află o cantitate ν de gaz ideal cu exponentul adiabatic $\gamma = 1,4$. Parametrii gazului în starea inițială sunt p_1 , V_1 și T_1 . Gazul din cilindru este supus următoarelor transformări:

1 \rightarrow 2 Transformare reprezentată grafic în **Figura 2**, unde presiunea este exprimată în atmosfere și volumul în litri;

2 \rightarrow 3 Pistonul este menținut în poziția 2 până când ajunge la temperatura inițială T_1 ;

3 \rightarrow 1 Pistonul se deplasează foarte lent până când volumul gazului devine V_1 .

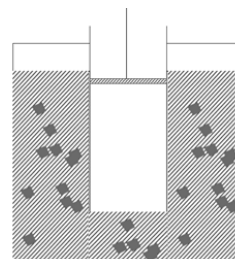


Figura 1

Pentru calcule puteți utiliza valorile logaritmului natural din tabelul de mai jos:

x	2,00	2,08	3,55	3,69	4,00	5,00	5,23	6,82
$\ln(x)$	0,693	0,733	1,267	1,307	1,386	1,609	1,653	1,920

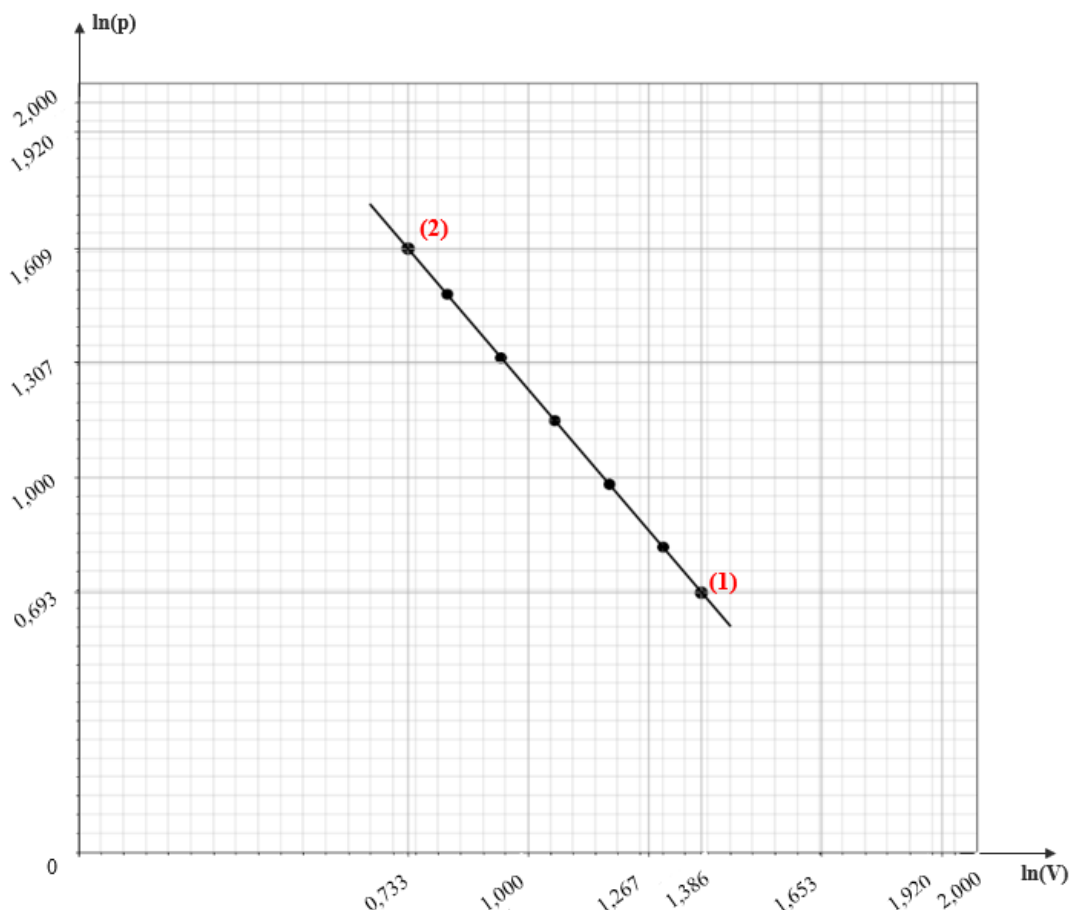


Figura 2

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

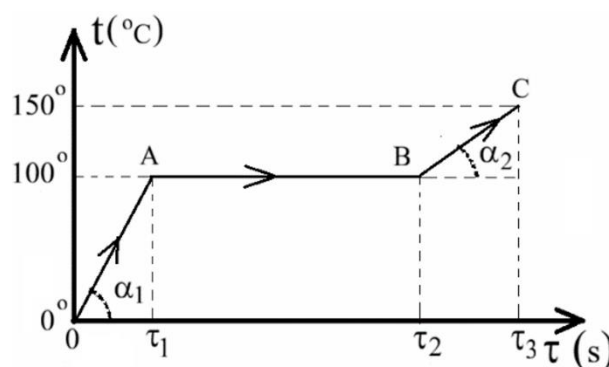
pagina 2 din 3

- Identificați tipul transformării $1 \rightarrow 2$ la care a fost supus gazul din cilindru. Justificați răspunsul.
- Reprezentați grafic procesul termodinamic ciclic în coordonate (p, V) .
- Calculați variația masei de apă (în stare lichidă) din calorimetru după ce pistonul a realizat 45 cicluri termodinamice complete.
- Stabiliți care este condiția ca transformarea ciclică descrisă anterior să fie una corespunzătoare funcționării unui motor termic; în această situație calculați randamentul motorului.

Se consideră: constanta gazelor ideale $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$; căldura latentă de topire a gheții $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$; $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

Subiectul II – Variații... inedite...

A. Într-un recipient închis cu ajutorul unui piston se află o cantitate de apă, aceasta fiind încălzită de la o sursă cu puterea P , constantă, iar în graficul alăturat este reprezentată temperatura, exprimată în grade Celsius, în funcție de timpul de încălzire, $t = f(\tau)$. Căldura corespunzătoare palierului AB este absorbită/transferată într-un interval de timp de 12 minute. Pistonul se poate deplasa liber, fără frecări.

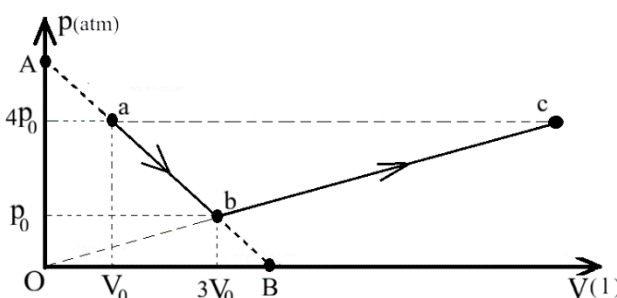


Se cunosc constantele: căldura specifică a apei $c = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, căldura specifică a vaporilor de apă la presiune constantă $c_p \approx 2200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, căldura latentă de vaporizare $\lambda_v = 2,25 \text{ MJ/kg}$.

- Determinați intervalele de timp corespunzătoare transferurilor de căldură pe porțiunile OA , respectiv BC .
- Stabiliți condițiile fizice corespunzătoare situației în care segmentele de dreaptă OA și BC ar fi paralele.

B. O cantitate de gaz ideal monoatomic efectuează două transformări liniare, în succesiunea $a \rightarrow b$, respectiv $b \rightarrow c$.

Se observă din reprezentarea grafică alăturată că intersecțiile reprezentării grafice, corespunzătoare transformării $a \rightarrow b$, cu axele de coordonate Op și OV , sunt punctele A de coordonate $(0, p_1)$, respectiv B de coordonate $(V_1, 0)$. Considerând parametrii p_0 și V_0 cunoscuți:



- demonstrați faptul că parametrii de stare corespunzători stării caracterizate prin temperatură maximă T_{max} , între stările a și b , sunt $0,5V_1$ și $0,5p_1$.
- stabiliți, în funcție de parametrii p_0 și V_0 , expresia valorii absolute maxime a variației energiei interne a gazului, în cursul transformării $a \rightarrow b$.
- deduceți, în funcție de parametrii p_0 și V_0 , expresia lucrului mecanic total $L_{a \rightarrow b \rightarrow c}$.

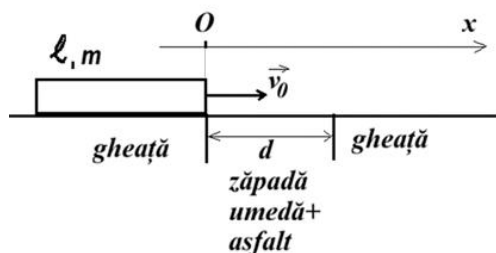
- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 3 din 3

Subiectul III – Zăpadă umedă și... lentilă...

- a) O sanie cu lungimea ℓ și masa m uniform distribuită se deplasează rectiliniu pe un drum orizontal cu gheață, unde coeficientul de frecare la alunecare este μ_1 . La un moment dat, în calea sa apare o zonă de lățime d de asfalt cu zăpadă umedă, unde coeficientul de frecare la alunecare este $\mu_2 > \mu_1$, ca în figură; accelerația gravitațională este g .



- a₁) Stabiliți, considerând cunoscute mărimile μ_1, μ_2, m, ℓ, d și g , dependența de coordonată a modului forței de frecare la alunecare, $F_f(x)$, și reprezentați grafic această dependență pentru $x \in [0, 2d + \ell]$, în raport cu axa de coordonate Ox din figură, în cazurile $d > \ell$ și $d < \ell$.
- a₂) Stabiliți, în funcție de μ_1, μ_2, ℓ, d și g , expresia literală a vitezei minime v_0 pe care trebuie să o aibă sania în momentul când întâlnește zona de asfalt, pentru ca o cantitate maximă de zăpadă umedă să se topească.
- a₃) Căldura latentă specifică de topire a apei este λ și se consideră că zăpada absoarbe doar o fracțiune f din căldura degajată. Transferul termic din încălzirea prealabilă a șinelor la deplasarea pe gheață se neglijează. Se consideră că masa saniei este distribuită uniform în lungul șinelor și că acestea apasă uniform pe suprafața orizontală. Stabiliți, în funcție de f, m, μ_2, λ, d și g , expresia masei maxime de zăpadă umedă ce se topește.
- b) Un obiect luminos punctiform aflat la distanța f față de axa optică principală a unei lentile convergente subțiri, cu distanța focală f , se deplasează spre lentilă cu viteza constantă \vec{v} , paralel cu axa optică principală. Stabiliți direcția vitezei imaginii obiectului în lentilă, când distanța de la obiect la lentilă este $4f$ (figurați vectorul vitezei, în cadrul unei reprezentări). Exprimați, în funcție de v , în acest moment, viteza imaginii și viteza relativă a imaginii față de cea a obiectului.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Liliana JUMĂREA, Colegiul Național „Nicolae Iorga”, Vălenii de Munte

Prof. Ovidiu TRIPȘA, Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă”, Brașov

Prof. Dr. Nicușor Cristian POP, Colegiul Național „Roman Vodă”, Roman

Coordonator: Prof. Dr. Daniel LAZĂR, Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.