



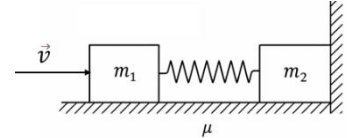
Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
Proba teoretică
Clasa a X-a

pagina 1 din 3

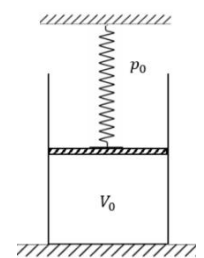
SUBIECTUL I: Resorturi... și variații inedite...

(30p)

A. Corpurile de masă $m_1 = m_2 = m$, legate printr-un resort nedeformat de constantă elastică k , se află pe o suprafață orizontală. Corpul de masă m_2 este sprijinit de un perete vertical, ca în figura alăturată, iar coeficientul de frecare la alunecare între cele două corpuri și suprafața orizontală este μ (coeficientul de frecare static este egal cu coeficientul de frecare dinamic). Considerați că accelerația gravitațională este g . Stabiliți, în funcție de m, k, μ și g , expresia literală a vitezei minime orizontale, de modul v , îndreptată către perete, ce trebuie imprimată corpului de masă m_1 , astfel încât corpul de masă m_2 să se desprindă de perete.



B. Un vas cilindric vertical, așezat pe o masă orizontală, conține un gaz ideal biatomic ($\gamma = \frac{7}{5}$), închis cu ajutorul unui piston ușor care se poate mișca fără frecări. Pistonul este suspendat de un resort vertical, netensionat inițial, fixat la celălalt capăt de un suport aflat în exteriorul vasului cilindric. În urma încălzirii gazului (pistonul nu iese din cilindru), are loc o creștere continuă a volumului și a temperaturii, astfel încât la final se produce o dublare a volumului și o triplare a temperaturii gazului. Stabiliți expresia căldurii molare C_{12} a gazului, în acest proces, în funcție de constanta gazelor ideale, R .



SUBIECTUL II: Interacțiuni moleculare... și rezistivitate electrică...

(30p)

A. Pentru a descrie comportamentul gazelor la concentrații mari, unde nu mai pot fi neglijate volumul propriu al moleculelor și interacțiunile moleculare, se utilizează modelul de gaz real. Un astfel de model este cel propus de Van der Waals, descris de ecuația de stare:

$$\left(p + \frac{v^2 a}{V^2}\right)(V - vb) = vRT, \text{ unde } a \text{ și } b \text{ sunt constante dependente de natura gazului.}$$

a) O cantitate $\nu = 5 \text{ kmol}$ de oxigen, considerat gaz real, ocupă un volum inițial V_1 la temperatura absolută T_1 .

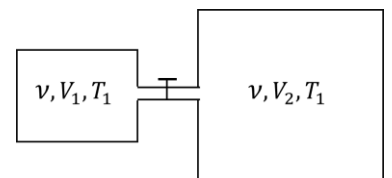
Pentru oxigen, valorile constantelor sunt: $a = 1,36 \cdot 10^5 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^4}{\text{kmol}^2}$; $b = 3,16 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}$.

a₁) Stabiliți dependența $\frac{vb}{V_1}$, de raportul temperaturilor $\frac{T_1}{T_2}$, pentru o transformare în care presiunea crește de patru ori, iar volumul scade de două ori, dacă $\frac{T_1}{T_2} \in [1, \infty)$.

a₂) Determinați volumul V_1 în cazul în care transformarea este izotermă, respectiv în condițiile în care $\frac{T_1}{T_2} \rightarrow \infty$.

a₃) Reprezentați grafic dependența $\frac{vb}{V_1}$, de raportul temperaturilor $\frac{T_1}{T_2}$, în condițiile de la punctul **a₁)**.

b) În două vase de volume V_1 și $V_2 = 4V_1$, care pot comunica printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu robinet, se găsește oxigen, considerat gaz real, la aceeași temperatură. Când robinetul este închis, în fiecare vas se află aceeași cantitate de gaz $\nu = 8,31 \text{ mol}$. Prin deschiderea robinetului, are loc o destindere adiabatică în care temperatura variază cu $1,36 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C}$.



Stabiliți, prin calcul, dacă după deschiderea robinetului, gazul se încălzește sau se răcește și calculați valoarea volumului V_2 .

Energia internă pentru gazul real se poate calcula folosind relația: $U(V, T) = \nu \left(C_V T - \frac{\nu a}{V} \right)$. În acest caz, pentru oxigen, considerați $C_V = \frac{5}{2} R$, unde $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

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 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 calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 0 la 30 puncte. Punctajul final este suma acestora, la care se adaugă 10 puncte din oficiu.

Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
Proba teoretică
Clasa a X-a

pagina 2 din 3

B. *Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)* este o sondă spațială lansată de NASA în anul 2009, destinată studierii detaliate a suprafeței Lunii. Sonda orbitează la altitudine joasă și este echipată cu instrumente de mare precizie.

Un aspect important al funcționării instrumentelor de la bordul *LRO* este faptul că acestea operează la temperaturi foarte scăzute, $T_2 = 3\text{ K}$, similare mediului spațial înconjurător. Din acest motiv, toate cablurile sunt confecționate din aur de puritate ridicată și proiectate astfel încât să respecte limite stricte de rezistență electrică și stabilitate la variații de temperatură. Un anumit instrument de la bordul sondei impune ca niciun fir să nu aibă o rezistență mai mare de $15\text{ m}\Omega$. Toate instrumentele de pe sondă au fost fabricate într-un laborator NASA, la temperatura de $t_1 = 30\text{ }^\circ\text{C}$. Dacă raza tuturor firelor din instrument este de $0,1\text{ mm}$ (măsurată în laborator), determinați lungimea maximă admisă (măsurată în laborator) a oricărui fir și analizați dacă neglijarea dilatării termice a firelor instrumentului introduce o eroare relativă semnificativă în calculul valorii rezistenței la temperatura $T_2 = 3\text{ K}$.

Proprietăți fizice ale aurului:

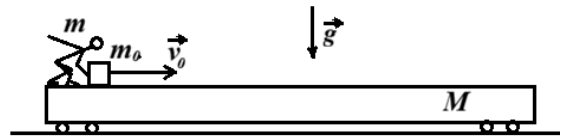
- rezistivitatea electrică la temperatura $t_1 = 30\text{ }^\circ\text{C}$ este $\rho = 2,214 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$;
- coeficientul de temperatură al rezistivității, $\beta = 0,0032\text{ K}^{-1}$;
- coeficientul de dilatare liniară, $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.

Considerați că, pe întreg intervalul de temperatură analizat, rămân valabile aceleași legi de variație cu temperatura, atât pentru rezistivitate, cât și pentru dimensiunile firelor.

SUBIECTUL III: Mișcare relativă... și rezistoare buclucașe...

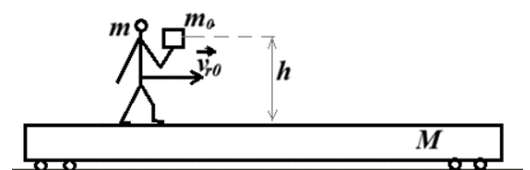
(30p)

A. a) Un om cu masa m se află pe o platformă orizontală de masă M , la capătul acesteia, în repaus față de Pământ și ține în mâini un corp paralelipedic de mici dimensiuni și masă m_0 . Platforma, aflată și ea în repaus față de Pământ, se poate deplasa fără frecare pe o suprafață orizontală. Omul lansează corpul paralelipedic în lungul platformei, cu viteza \vec{v}_0 , față de Pământ, ca în figură; omul rămâne în repaus față de platformă, după lansare; distanța parcursă de corp până la oprire, față de platformă, este ℓ , coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și platformă este μ , iar accelerația gravitațională este g .



Stabiliți expresia literală a mărimii vitezei, v_0 (în funcție de m, m_0, M, μ, ℓ, g), a distanței parcurse de platformă, față de Pământ (în funcție de m, m_0, M, ℓ) și a duratei mișcării acesteia (în funcție de m, m_0, M, μ, ℓ, g).

b) În alt caz, omul ia corpul de masă m_0 într-o mână și începe să se deplaseze pe direcție orizontală, de-a lungul platformei, de la un capăt spre celălalt, ca în figură. Înainte de începerea deplasării toate corpurile sunt în repaus. La un moment dat, când modulul vectorului viteză relativă a omului față de platformă este v_{r0} , omul se oprește brusc pe platformă și scapă din mână corpul de masă m_0 (în momentul scăpării corpului, omul nu mai acționează asupra acestuia; omul rămâne în repaus pe platformă). Stabiliți, în funcție de m, M, v_{r0}, g și înălțimea h la care se află corpul în momentul când a fost scăpat din mână, expresia distanței, față de om, la care corpul atinge platforma, respectiv expresia literală a tangentei unghiului pe care îl face direcția de mișcare a corpului cu platforma, la impactul cu aceasta.



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 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 calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 0 la 30 puncte. Punctajul final este suma acestora, la care se adaugă 10 puncte din oficiu.



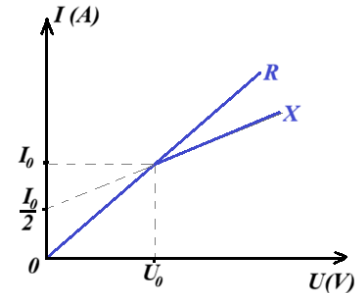
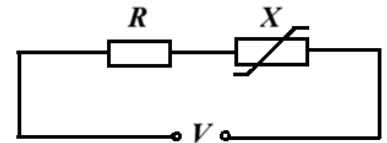
Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
Proba teoretică
Clasa a X-a

pagina 3 din 3

B. a) Circuitul electric din figura alăturată, la bornele căruia tensiunea electrică continuă este V , conține un element neliniar pasiv, notat X și un rezistor, notat R , în serie cu el.

Caracteristicile curent-tensiune ale celor două elemente de circuit sunt evidențiate în reprezentarea indicată, în care valorile U_0 și I_0 sunt considerate cunoscute. Pe porțiunea $U \in [0, U_0]$ aceste caracteristici coincid; diferențele apar pentru $U > U_0$. Determinați fracțiunea din puterea totală degajată prin efect Joule pe elementul X , în cazurile $V \leq 2U_0$ și $V = 4U_0$.

Reprezentați grafic caracteristicile curent-tensiune pentru două elemente neliniare, identice cu X , legate în serie și apoi, pentru aceleași două elemente neliniare legate în paralel, precizând funcțiile care duc la aceste reprezentări grafice.



b) Circuitul din imagine reprezintă un gărduț obținut din sârmă de fier, prin sudarea a N cercuri identice și a două sârme orizontale, tangente la cercurile respective. Între oricare două puncte de contact electric alăturate, indiferent de distanța dintre ele, considerăm că rezistența sârmei este R . AB este axa de simetrie longitudinală a gărduțului, iar punctele A și B sunt puncte de contact electric.



Determinați, în funcție de N și R , rezistența electrică echivalentă între punctele A și B .

Subiecte propuse de:

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

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 1, 2, respectiv 3 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 calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 0 la 30 puncte. Punctajul final este suma acestora, la care se adaugă 10 puncte din oficiu.