Olimpiada Națională de Fizică
Târgu Jiu, 24 – 29 aprilie 2017
Proba teoretică

XI

Subiectul I

A. Amestec de gaze

Un amestec de N gaze ideale, cu masele molare μ_i $(i = 1, \ldots, N)$, cunoscute, poate fi caracterizat fie cu ajutorul fracțiilor masice $w_i = \frac{m_i}{m}$ $(i = 1, \ldots, N)$, unde m este masa totală a amestecului, iar m_i $(i = 1, \ldots, N)$ este masa componentei i a acelui amestec, fie cu ajutorul fracțiilor molare $x_i = \frac{\nu_i}{\nu}$ $(i = 1, \ldots, N)$, unde ν este numărul total de moli ai amestecului, iar ν_i este numărul de moli de gaz al componentei i a acelui amestec.

a) Calculează masa molară μ a amestecului, cunoscând fracțiile masice w_i.

b) Calculează masa molară μ a amestecului, cunoscând fracțiile molare x_i.

B. Aer umed

Aerul umed poate fi modelat ca un amestec de gaze ideale (aer uscat și vapori de apă).

Umiditatea relativă h a aerului la o anumită temperatură se definește prin raportul dintre presiunea p_v a vaporilor și presiunea maximă p_s a vaporilor la acea temperatură (numită presiune a vaporilor saturanți): $h = \frac{p_v}{p_s}$.

c) Calculează fracția molară x a vaporilor de apă dacă presiunea aerului umed este H, umiditatea aerului este h, iar presiunea vaporilor saturanți la acea temperatură este p_s.

d) Cunoscând exponentul adiabatic al aerului uscat $\gamma_a = \frac{7}{5}$ și al vaporilor de apă $\gamma_v = \frac{8}{6}$, dedu expresia matematică a exponentului adiabatic al aerului umed, caracterizat de fracția molară x a vaporilor de apă.

e) Determină expresia matematică care descrie dependența vitezei sunetului $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}}$, de fracția molară x a vaporilor de apă. În acest fel se poate descrie, indirect, dependența vitezei sunetului de umiditate. Se consideră masa molară a aerului uscat $\mu_a = 29$ kg/kmol şi a vaporilor de apă $\mu_v = 18$ kg/kmol, iar R este constanta universala a gazelor ideale.

Subiectul al II-lea

Un puls triunghiular de lungime L se propagă cu viteza v, de la stânga la dreapta, într-o coardă elastică orizontală, nedispersivă și fără pierderi de energie. Fotografiat la momentul $t = 0$, pulsul arată ca în Fig. 1. Capătul din dreapta al corzii se află la coordonata $x = D > L$.

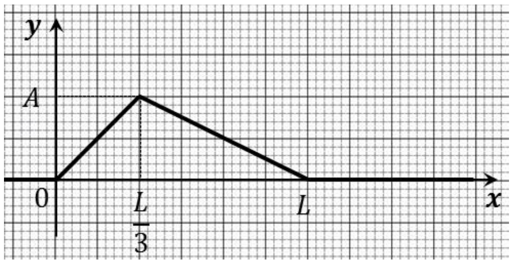


Fig. 1

a) Admițând că reflexia la capătul din dreapta se face fără pierdere de energie, desenează, **pe foaia de răspunsuri**, forma pulsului imediat după ce acesta s-a reflectat complet, în cazurile: capăt fixat, respectiv capăt liber.

b) Dacă $y = f(x)$ este ecuația care descrie forma pulsului la momentul $t = 0$ (ecuația perturbației transversale), utilizând sistemul de referință legat de puls, la un moment de timp t oarecare această ecuație devine $y(x,t) = f(x - vt)$. Dedu expresia ecuației perturbației care descrie propagarea pulsului după reflexie, în cazul în care capătul din dreapta al corzii este fixat.

c) Dedu expresia ecuației perturbației care descrie propagarea pulsului după reflexie, în cazul în care capătul din dreapta al corzii este liber.

d) Desenează, **pe foaia de răspunsuri**, forma pulsului în ambele cazuri (capătul din dreapta este fixat, respectiv liber), la momentul la care doar 2/3 din puls s-a reflectat.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele.
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.

e) Un dispozitiv mecanic aduce coarda în poziția din Fig. 1, toate punctele corzii fiind în repaus. La momentul $t = 0$ coarda este lăsată liberă. Desenează, **pe foaia de răspunsuri**, forma pulsului fotografiat la momentele $\tau_k = k\frac{L}{6v}$, unde $k = 1$, respectiv $k = 2$?

f) Se suspendă coarda vertical, lăsând capătul inferior liber. Calculează cum depinde de coordonată viteza de propagare spre capătul liber și accelerația unei mici perturbații produse la capătul superior al corzii. Se cunosc: lungimea l și masa m a corzii, precum și accelerația gravitațională g. Alege originea reperului unidimensional Ox la capătul superior al corzii. Se neglijează fenomenele care au loc la capătul liber al corzii.

Subiectul al III-lea

Un corp cu masa m, considerat punctiform, se poate mişca fără frecări pe o suprafață plană și orizontală, numai de-a lungul axei Ox. Corpul este legat de un perete vertical prin intermediul unui resort ideal, având constanta elastică k_1.

A. La momentul $t = 0$ resortul este nedeformat, corpul se află în repaus, în originea O a axei Ox, iar asupra sa începe să acționeze o forță constantă $\vec{F}$ (v. Fig. 1).

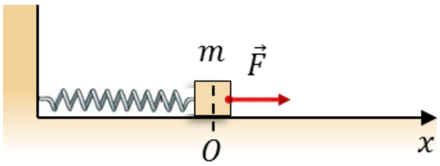


Fig. 1

a. Dedu expresia matematică pentru alungirea maximă a resortului (x_m).

b. Demonstrează că legea de mişcare a corpului este de forma $x(t) = A_1 sin(\omega_1 t + \varphi_1) + B_1$ și scrie expresiile matematice ale constantelor A_1, ω_1, φ_1 și B_1.

c. La momentul $t_1 = \frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{m}{k_1}}$ acțiunea forței $\vec{F}$ încetează brusc. Dedu noua lege de mişcare a corpului, $x(t)$.

B. În fața corpului, aflat inițial în repaus, se află un perete vertical fix, de care este legat capătul unui alt resort ideal, orizontal, cu constanta elastică $k_2 = 2k_1$. Capătul liber al resortului cu constanta elastică k_2 se află la distanța l de corp. La momentul $t = 0$ resortul cu constanta elastică k_1 este nedeformat, iar corpului i se imprimă viteza $v_0 = l\sqrt{\frac{2k_1}{m}}$, orientată înspre capătul liber al resortului din dreapta (Fig. 2).

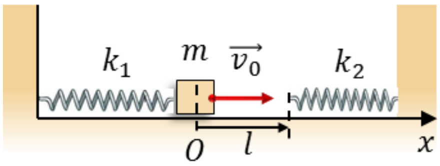


Fig. 2

d. Dedu expresia timpului după care corpul de masă m va reveni în poziția inițială (τ).

e. Găseşte expresia forței medii care acționează asupra corpului pe toată durata contactului său cu resortul al doilea ($\bar{F}$).

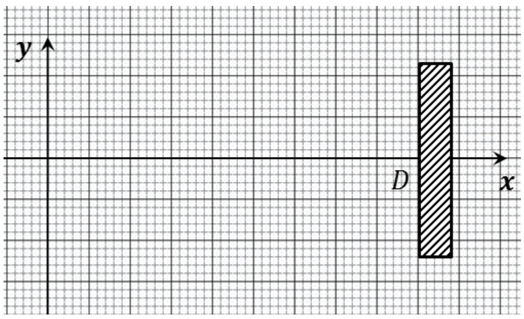
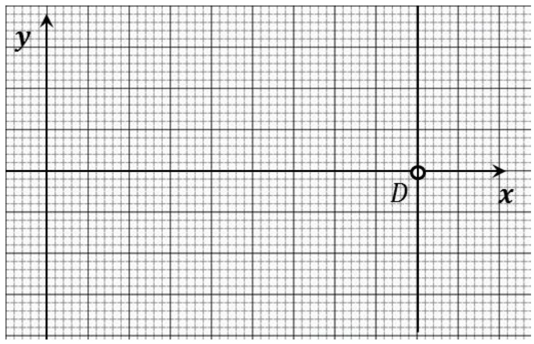
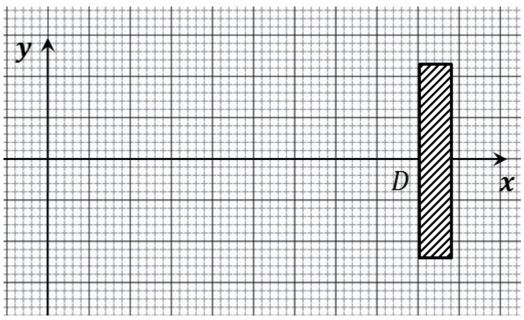
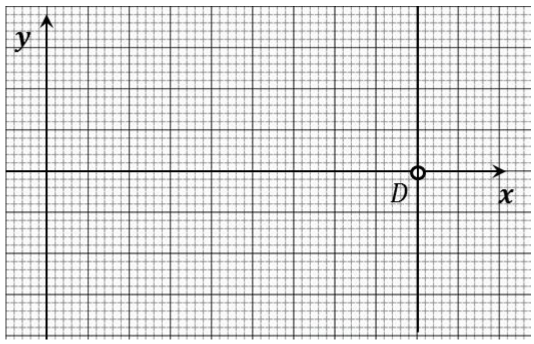
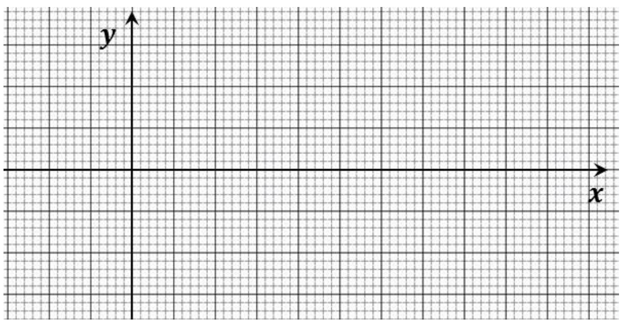
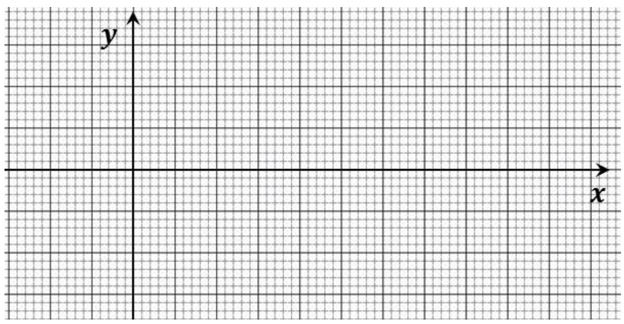
f. Calculează distanța parcursă de corp în timp de o perioadă (L).

Notă: *Deformările resorturilor, care sunt tot timpul paralele cu axa Ox, sunt perfect elastice în toate situațiile analizate mai sus. La finalul interacțiunii cu resortul din dreapta, corpul se desprinde de acesta.*

Subiecte propuse de:
prof. **Ion TOMA**, CN Mihai Viteazul, București
lect. univ. dr. **Cornel Mironel NICULAE**, Universitatea din București
prof. dr. **Constantin COREGA**, CN Emil Racoviță, Cluj-Napoca
conf. univ. dr. **Sebastian POPESCU**, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași

Foaie de răspunsuri pentru Subiectul al II-lea

Foaia de răspunsuri trebuie predată împreună cu rezolvarea subiectului. NU-ți scrie numele pe această foaie !

a)	Capăt fixat	Capăt liber
		
d)	Capăt fixat	Capăt liber
		
e)	$k = 1$	$k = 2$
		

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele.
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.