



Olimpiada Națională de Fizică

Timișoara 2016

Proba teoretică



Problema 1. Resorturi și... bile jucăușe

La proba practică Oana, Claudia și Valentin realizează experimente cu resorturi și bile folosind dispozitivul prezentat în figura alăturată. Acesta este format dintr-un resort elastic ce are atârnat la capătul liber un vas din PET în care au fost introduse un număr $n = 25$ de bile identice de masă m , vezi Figura 1. Vasul din PET este prevăzut la partea inferioară cu un dispozitiv D ce permite scoaterea bilelor una câte una după care cad într-un vas în care se află un lichid vâcos. Masa vasului din PET împreună cu cea a dispozitivului D este $M = 57$ g și reprezintă a șasea parte din masa totală a vasului încărcat cu cele n bile. Se dă $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

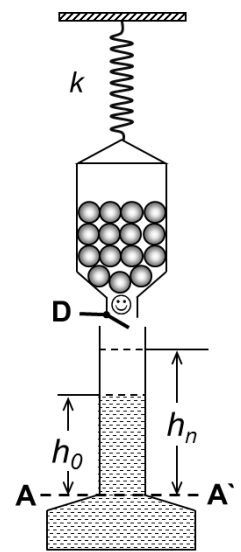


Figura 1

a. După ce atârână vasul în care se găsesc cele n bile de capătul liber al resortului copiii constată că alungirea acestuia este $\Delta l = 15$ cm. Valentin propune reluarea experimentului cu alte două resorturi obținute prin tăierea unui resort, identic cu primul, în două bucăți de lungimi diferite. Copiii constată că alungirile noilor resorturi obținute prin tăiere sunt $\Delta l_1 = 5$ cm și, respectiv, $\Delta l_2 = 10$ cm. Determinați:

a1. constantele elastice k , k_1 și k_2 ale celor trei resorturi;

a2. alungirea $\Delta l'$ a resorturilor cu constantele elastice k_1 și k_2 grupate paralel de care se atârână vasul din PET în care se găsesc cele n bile.

b. Apoi, bilele sunt lăsate să cadă în vasul cilindric în care lichidul vâcos are înălțimea inițială $h_0 = 10$ cm. Mișcarea bilelor are loc cu viteză constantă începând cu momentul pătrunderii în lichid. Când toate bilele sunt în lichid înălțimea coloanei de lichid h_n este cu $p = 25\%$ mai mare decât înălțimea h_0 , iar volumul lichidului corespunzător înălțimii finale h_n (deasupra reperului AA') este $V_n = 125$ cm³. Durata mișcării prin lichid a ultimei bile până la reperul AA' este $t_n = 12,5$ s.

Determinați densitatea unei bile, precizând materialul din care este confecționată, folosind informațiile din următorul tabel:

Materialul	Plumb	Fier (fontă)	Aluminiu	Cupru	Staniu (cositor)
Densitatea	$11,4 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$7,6 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$8,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$7,3 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

c. Considerând că la momentul inițial vasul din PET conține cele n bile, deduceți, în condițiile punctului (b):

c1. relația dintre alungirea resortului de constantă k și numărul j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) de bile ajunse în lichid;

c2. durata mișcării bilei j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) prin lichid până la reperul AA' .

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



Problema 2. La săniuș ...☺

În vacanța de iarnă Oana, Claudia, Valentin și profesorul lor de fizică Sebastian sunt în stațiunea Semic. Copiii alunecă, pe rând, cu săniile pe derdeluș din punctul **O** în punctul **A**, pe distanța $L = 75$ m și își continuă mișcarea pe porțiunea orizontală, pe distanța $D = 225$ m, oprindu-se în punctul **B**, fără ca aceștia să frâneze (vezi **Figura 2**). Se consideră că fiecare copil pleacă cu sania din repaus din punctul **O** iar trecerea prin punctul **A**, de pe derdeluș pe porțiunea orizontală se face lin, fără modificarea mărimii vitezei. Sebastian analizează mișcările copiilor. Graficul variației vitezei unui copil care alunecă cu sania pe derdeluș în funcție de timp este reprezentat în **Figura 3**.

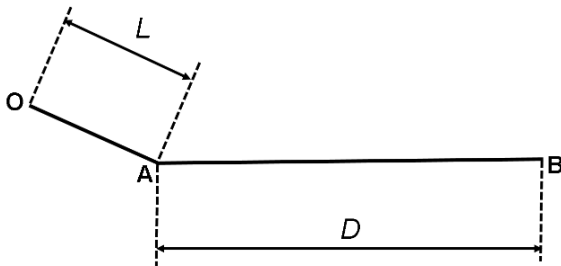


Figura 2

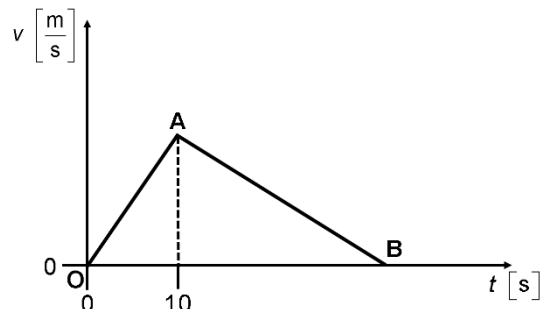


Figura 3

- a. Sebastian se află la baza derdelușului. Calculați:
 - a1. viteza medie a Cludiei pe porțiunea **OA**;
 - a2. viteza Cludiei în punctul **A**;
 - a3. intervalul de timp, de la pornirea din punctul **O**, până când sania se oprește în punctul **B**;
 - a4. viteza medie a Cludiei pe porțiunea **OB**.
- b. Sebastian se află pe derdeluș la mijlocul distanței dintre bază și vârf. Calculați:
 - b1. intervalul de timp după care Oana trece prin dreptul lui Sebastian;
 - b2. viteza Oanei când trece pe lângă Sebastian;
 - b3. intervalul de timp scurs din momentul începerii coborârii Oanei până când atinge din nou viteza de la punctul (b2).
- c. Determinați ce distanță este Valentin față de punctul **A** la momentul $t = \frac{t_A}{n}$. Aplicație pentru $2 < n < 3$.

Dacă vă este necesar folosiți relația: $\frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0,7$.

Problema 3 Hei, tramvai...

Aflate la Timișoara, la ONF, Claudia și Oana sunt cazate în două hoteluri diferite situate la capetele unui bulevard. Pe mijlocul acestuia, în ambele sensuri, circulă tramvaie care pleacă simultan din capete la intervale egale de timp. Dorind să se întâlnească, cele două fete pleacă pe jos, în același moment, una spre cealaltă, mergând cu viteze constante v_1 și respectiv v_2 . Claudia constată că, din momentul plecării, la fiecare $\Delta t_1 = 8$ min este depășită de câte un tramvai și că la fiecare $\Delta t_2 = 288$ s întâlnește câte un tramvai care vine din sens opus. După ce a parcurs distanța $d = 1,35$ km Claudia trece pe lângă Oana fără să o vadă. Ajungând fiecare la hotelul celeilalte, se întorc și se reîntâlnesc după $\Delta t_3 = 50$ min de la prima întâlnire. Determinați:

- a. la ce interval de timp Δt_0 circulă tramvaiele;
- b. viteza Cludiei;
- c. distanța d_0 dintre două tramvaie succesive care circulă în același sens;
- d. numărul de tramvaie pe care le întâlnește Claudia de la plecare până la reîntâlnirea cu Oana.

Subiecte propuse de:

prof. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul „Ștefan Procopiu” - Vaslui

prof. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I” - Craiova

prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național „Sfântul Sava” – București

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuția 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 Națională de Fizică

Timișoara 2016

Proba teoretică

Barem

VI

	Subiectul 1. Resorturi și... bile jucăușe	Punctaj parțial	Punctaj total
a.			2,50
a1.	$m_t = 6 \cdot M = 342 \text{ g}$ masa totală a vasului din PET încărcat cu cele n alice $k = \frac{m_t g}{\Delta \ell} = 22,8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $k_1 = \frac{m_t g}{\Delta \ell_1} = 68,4 \frac{\text{N}}{\text{m}},$ $k_2 = \frac{m_t g}{\Delta \ell_2} = 34,2 \frac{\text{N}}{\text{m}}$	0,50 0,50 0,50 0,50	2,00
a2.	$\Delta \ell' = \frac{m_t g}{k_1 + k_2} = \frac{10}{3} \text{ cm}$	0,50	0,50
b.			3
	$h_n = h_0(1 + p) = 12,5 \text{ cm}$ $V_0 = \frac{h_0}{h_n} V_n = \frac{10 \text{ cm}}{12,5 \text{ cm}} 125 \text{ cm}^3 = 100 \text{ cm}^3$ $\Delta V = V_n - V_0 = 25 \text{ cm}^3$ $V = \frac{\Delta V}{n} = 1 \text{ cm}^3$ $m = \frac{m_t - M}{n} = \frac{5 \cdot M}{n} = \frac{5 \cdot 57 \text{ g}}{25} = 11,4 \text{ g}$ $\rho = \frac{m}{V} = 11,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 11,4 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ Deci, materialul utilizat este plumbul	0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,25 0,25	
c.			3,50
c1.	$m_j = M + (n - j)m$ - masa vasului după ce j bile au ajuns în lichid $\Delta \ell_j = \frac{m_j}{k} g$ Folosind expresia lui k de la punctul (a1), se obține: $\Delta \ell_j = \frac{M + (n - j)m}{M + nm} \Delta \ell$ $\Delta \ell_j = \left(15 - \frac{j}{2}\right) \text{ cm}$	0,50 0,50 0,25 0,25	1,50

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



c2.	$v_m = \frac{h_n}{t_n} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$	0,50	2,00
	$\Delta h_1 = \frac{h_n - h_0}{n} = 0,1 \text{cm}$ - creșterea înălțimii coloanei de lichid la introducerea unei singure bile	0,50	
	$h_j = h_0 + j\Delta h_1 = h_0 + j \frac{h_n - h_0}{n}$	0,50	
	$t_j = \frac{h_j}{v_m} = \frac{h_0}{h_n} t_n + j \frac{h_n - h_0}{n} t_n$	0,25	
	$t_j = (10 + 0,1j) \text{s}$	0,25	
	Oficiu:		1
	Total:		10

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Subiectul 2. La săniuș ...☺		Punctaj parțial	Punctaj total
a.			3
a1.	Viteza medie a Claudiei la baza pârtiei este: $v_m = \frac{L}{t_A - t_O}$	0,50	0,75
	Rezultă: $v_m = 7,5 \frac{m}{s}$	0,25	
a2.	Viteza Claudiei la baza derdelușului este: $v_A = 2v_m$	0,50	0,75
	Rezultă: $v_A = 15 \frac{m}{s}$	0,25	
a3.	Sania se oprește fără intervenția Claudiei pe distanța: $D = \frac{v}{2} \cdot (t_B - t_A)$	0,50	1,00
	Deci: $t_B = \frac{2D}{v} + t_A$	0,25	
	Durata în care se oprește sania, fără intervenția Claudiei este: $t_B - t_O = 40 \text{ s}$	0,25	
a4.	Viteza medie a Claudiei de la pornire până la oprire este: $v'_m = \frac{L + D}{t_B - t_O}$	0,25	0,50
	Rezultă: $v'_m = 7,5 \frac{m}{s}$	0,25	
b.			3
b1.	Deoarece: $\frac{v'}{t' - t_O} = \frac{v_A}{t_A - t_O}$ unde v' viteza Oanei când trece pe lângă Sebastian la momentul de timp t' .	0,50	1,50
	Distanța străbătută de Oana până când se întâlnește cu Sebastian este: $\frac{L}{2} = \frac{v'}{2} \cdot (t' - t_O)$	0,25	
	Distanța străbătută de Oana din punctul O în punctul A este: $L = \frac{v_A}{2} \cdot (t_A - t_O)$	0,25	
	În urma efectuării calculelor obținem: $t' - t_O = \frac{\sqrt{2}}{2} (t_A - t_O)$	0,25	
	Rezultă: $t' - t_O \cong 7 \text{ s}$	0,25	
b2.	Viteza Oanei când trece pe lângă Sebastian este: $v' = \frac{\sqrt{2}}{2} v_A$	0,50	0,75

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



	Rezultă: $v' \cong 10,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,25	
b3.	Deoarece: $\frac{v'}{t_B - t''} = \frac{v_A}{t_B - t_A}$ unde t'' este momentul de timp când Oanei atinge din nou viteza v' .	0,50	0,75
	Rezultă: $t'' - t_0 \cong 19 \text{ s}$	0,25	
c.			3
	Valentin parcurge în intervalul de timp $t - t_0$ distanța: $L_1 = \frac{v''}{2} \cdot (t - t_0)$ unde $t = \frac{t_A}{n}$ este momentul de timp când Valentin are viteza v'' .	0,50	
	Distanța la care se află Valentin față de punctul A la momentul de timp t este: $L_2 = \frac{v}{2} \cdot (t_A - t_0) - \frac{v''}{2} \cdot (t - t_0)$	0,50	
	Dar: $\frac{v}{t_A - t_0} = \frac{v''}{t - t_0}$	0,50	
	Deci: $L_2 = L \cdot \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$	1,00	
	Rezultă: $56,25 \text{ m} < L_2 < 66,67 \text{ m}$	0,50	
	Oficiu		1
	Total		10

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Subiect 3. Hei, tramvai...		Punctaj parțial	Punctaj total
a.	$d_0 = (v - v_1)\Delta t_1$	0,50	2
	$d_0 = (v + v_1)\Delta t_2$	0,50	
	$\Delta t_0 = \frac{d_0}{v}$	0,25	
	$\Delta t_0 = 2 \frac{\Delta t_1 \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$	0,50	
	$\Delta t_0 = 6 \text{ min}$	0,25	
b.	$d = v_1 \cdot \Delta t$	0,50	3
	$D - d = v_2 \cdot \Delta t$	0,50	
	$2D = (v_1 + v_2) \cdot \Delta t_3$	1,0	
	$v_1 = \frac{2d}{\Delta t_3}$	0,75	
	$v_1 = 0,9 \text{ m/s}$	0,25	
c.	$d_0 = v \cdot \Delta t_0$	0,25	2
	$(v - v_1)\Delta t_1 = (v + v_1)\Delta t_2$	0,25	
	$d_0 = 4d \frac{\Delta t_1 \cdot \Delta t_2}{\Delta t_3(\Delta t_1 - \Delta t_2)}$	1,25	
	$d_0 = 1296 \text{ m}$	0,25	
d.	$\Delta t_{\text{Claudia}} = \Delta t + \Delta t_3$	0,50	2
	$N_{\text{tramvaie}} = N_{\text{ac.sens}} + N_{\text{sens contrar}}$	0,25	
	$N_{\text{ac.sens}} = \left[\frac{\Delta t_{\text{Claudia}}}{\Delta t_1} \right] = 9$	0,50	
	$N_{\text{sens contrar}} = \left[\frac{\Delta t_{\text{Claudia}}}{\Delta t_2} \right] = 15$	0,50	
	$N_{\text{tramvaie}} = 24$	0,25	
Oficiu			1
Total			10

Barem propus de:
 prof. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul "Ștefan Procopiu" - Vaslui
 prof. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național "Carol I" - Craiova
 prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național "Sfântul Sava" – București

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.