



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

XI

Barem de corectare

Subiectul I

		Punctaj parțial	Punctaj
A	Amestec de gaze		
a)	Din $v = \sum_{i=1}^N v_i,$ adică $\frac{m}{\mu} = \sum_{i=1}^N \frac{m_i}{\mu_i},$ rezultă $\frac{1}{\mu} = \sum_{i=1}^N \frac{\frac{m_i}{m}}{\mu_i} = \sum_{i=1}^N \frac{w_i}{\mu_i},$ sau $\mu = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{w_i}{\mu_i}}.$	0,5 p. 0,5 p. 1 p.	2 p.
b)	Din $m = \sum_{i=1}^N m_i,$ rezultă $\mu v = \sum_{i=1}^N \mu_i v_i,$ sau $\mu = \sum_{i=1}^N x_i \mu_i.$	0,5 p. 0,5 p. 1 p.	2 p.
B.	Aer umed		
c)	$p_a + p_v = H$, unde p_a este presiunea parțială a aerului uscat, iar p_v este presiunea vaporilor. Din ecuația termică de stare scrisă pentru un volum V de amestec rezultă $p_a V = \nu_a RT$ și $p_v V = \nu_v RT$, rezultă $\frac{p_a}{\nu_a} = \frac{p_v}{\nu_v} = \frac{p_a + p_v}{\nu_a + \nu_v} = \frac{H}{\nu}.$ Fracția molară a vaporilor este $x = x_v = \frac{\nu_v}{\nu} = \frac{p_v}{H} = \frac{h p_s}{H}.$	0,5 p. 0,5 p.	1,0 p.

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.



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

XI

d)	$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{v_a C_{p_a} + v_v C_{p_v}}{v}}{\frac{v_a C_{V_a} + v_v C_{V_v}}{v}} = \frac{(1-x)C_{p_a} + xC_{p_v}}{(1-x)C_{V_a} + xC_{V_v}},$ Dar $\gamma_a = \frac{C_{p_a}}{C_{V_a}} \text{ și } \gamma_v = \frac{C_{p_v}}{C_{V_v}}.$ Din relațiile Mayer $C_{p_a} - C_{V_a} = C_{p_v} - C_{V_v} = R$, Găsim astfel $C_{p_a} = R \frac{\gamma_a}{\gamma_a - 1}$ și $C_{V_a} = R \frac{1}{\gamma_a - 1}$. Analog pentru vapori, $C_{p_v} = R \frac{\gamma_v}{\gamma_v - 1}$ și $C_{V_v} = R \frac{1}{\gamma_v - 1}$. Prin urmare $\gamma = \frac{R(1-x) \frac{\gamma_a}{\gamma_a - 1} + Rx \frac{\gamma_v}{\gamma_v - 1}}{R(1-x) \frac{1}{\gamma_a - 1} + Rx \frac{1}{\gamma_v - 1}} = \frac{(1-x) \frac{\gamma_a}{\gamma_a - 1} + x \frac{\gamma_v}{\gamma_v - 1}}{(1-x) \frac{1}{\gamma_a - 1} + x \frac{1}{\gamma_v - 1}} = \frac{x+7}{x+5}.$	0,5 p. 0,5 p. 0,5 p. 0,5 p. 0,5 p.	 3,0 p.
e)	Viteza de fază a sunetului este $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}},$ unde $\mu = x\mu_v + (1-x)\mu_a.$ Prin urmare, $v = \sqrt{RT \frac{\frac{(1-x) \frac{\gamma_a}{\gamma_a - 1} + x \frac{\gamma_v}{\gamma_v - 1}}{(1-x) \frac{1}{\gamma_a - 1} + x \frac{1}{\gamma_v - 1}}}{x\mu_v + (1-x)\mu_a}} = \sqrt{RT \frac{x+7}{(x+5)(29-11x)}}$	 0,5 p. 0,5 p.	 1,0 p.
	Oficiu		1 p.
	Punctaj total		10 p.

Bareme 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*

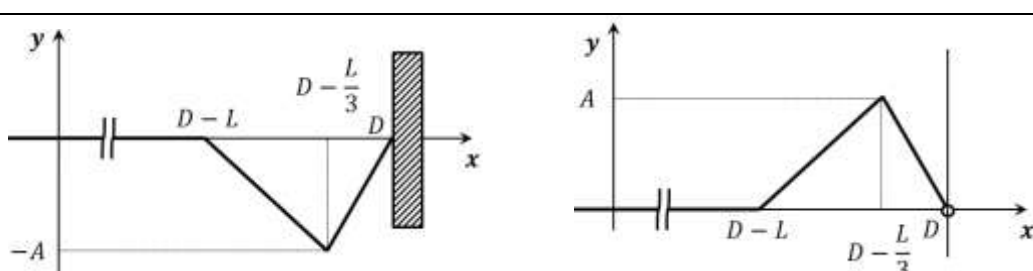
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
 2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.
- Pagina 2 din 8*



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

XI

Subiectul al II-lea

A		Punctaj parțial	Punctaj
a)	 a) capăt fixat b) capăt liber Figura 1.	1p	1p
b)	Unda se reîntoarce cu vârful ascuțit spre stânga și răsturnată. Unda f deplasată la dreapta cu $D - L$ o notăm cu $h(x) = f(x - D + L)$. Unda reflectată complet $g\left(D - \frac{L}{2} + s\right) = -h\left(D - \frac{L}{2} - s\right)$ Substituind $x = D - \frac{L}{2} + s$ în relația de mai sus rezultă $g(x) = -h(2D - L - x) = -f(D - x)$. Expresia undei este $y(x, t) = -f\left(D - x + v\left(t - \frac{D}{v}\right)\right)$ sau: $y(x, t) = -f(-x + vt)$.	0,25p 0,25	0,5p
c)	Unda se reîntoarce cu vârful ascuțit spre stânga și nerăsturnată. Unda f deplasată la dreapta cu $D - L$ o notăm cu $h(x) = f(x - D + L)$. $g\left(D - \frac{L}{2} + s\right) = h\left(D - \frac{L}{2} - s\right)$. Substituind $x = D - \frac{L}{2} + s$ în relația anterioară rezultă $g(x) = f(D - x)$. Expresia undei este $y(x, t) = f\left(D - x + v\left(t - \frac{D}{v}\right)\right)$ $y(x, t) = f(-x + vt)$.	0,25p 0,25p	0,5p

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- 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.



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

XI

B			
d)	a) capăt fixat b) capăt liber Figura 2.	3p.	3p.
e)	a) $\tau_{k1} = \frac{L}{6v}$ b) $\tau_2 = 2 \frac{L}{6v}$ Figura 3.	3p.	3p.
f)	în poziție verticală tensiunea în coarda elastică depinde de poziție conform: $T(x) = \frac{M}{L}(L - x)g.$ Expresia vitezei de fază devine: $v = \sqrt{\frac{T(x)}{M/L}} = \sqrt{(L - x)g}$		1p

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- 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.



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

XI

	$v = \sqrt{(L - x)g}$. Identificăm $v = \sqrt{Lg - gx} \equiv \sqrt{v_0^2 + 2ax}$ și rezultă $a = -g/2$	0,5p.	
		0,5p	
	Oficiu		1 p.
	Punctaj total		10 p.

Bareme 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*

-
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.



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

XI

Subiectul al III-lea

A		Punctaj parțial	Punctaj
a)	$L = Fx_m - \Delta E_p = \Delta E_c = 0 \Rightarrow \frac{k_1 x_m}{2} = F \Rightarrow x_m = \frac{2F}{k_1}$	0.5p.	0.5p
b)	$ma = F - k_1 x = -k_1 \left(x - \frac{F}{k_1} \right)$ $\frac{k_1}{m} = \omega_1^2; x - \frac{F}{k_1} = A_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$ la $t = 0$: $\left\{ \begin{array}{l} x = 0 \Rightarrow -\frac{F}{k_1} = A_1 \sin \varphi_1 \\ v = 0 \Rightarrow 0 = \omega_1 A_1 \cos \varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 = \pm \frac{\pi}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow A_1 = -\frac{F}{k_1}$ Deci: $x(t) = \frac{F}{k_1} - \frac{F}{k_1} \sin \left(\omega_1 t + \frac{\pi}{2} \right) = \frac{F}{k_1} (1 - \cos \omega_1 t)$, sau $x(t) = \frac{F}{k_1} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{k_1}{m}} t \right) \Rightarrow$ $x(t) = \frac{F}{k_1} - \frac{F}{k_1} \sin \left(\sqrt{\frac{k_1}{m}} t + \frac{\pi}{2} \right)$ sau $x(t) = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_1} \sin \left(\sqrt{\frac{k_1}{m}} t - \frac{\pi}{2} \right)$. Rezultă: $\omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}}; A_1 = \pm \frac{F}{k_1}; \varphi_1 = \mp \frac{\pi}{2}; B_1 = \frac{F}{k_1}$.	0,5p. 1p. 2p. 0,5p	
c)	La $t_1 = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m}{k_1}} \Rightarrow \omega_1 t_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}} \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m}{k_1}} = \frac{\pi}{3}$. Ecuația de mișcare este $ma = -k_1 x$. Legea de mișcare o căutam de forma: $x(t) = A_2 \sin \left(\sqrt{\frac{k_1}{m}} t + \varphi_2 \right)$ La $t = t_1$, $x(t_1) = \frac{F}{k_1} \left(1 - \cos \frac{\pi}{3} \right) = \frac{F}{2k_1}$; $v(t_1) = \frac{F}{k_1} \sqrt{\frac{k_1}{m}} \sin \sqrt{\frac{k_1}{m}} t_1 = \frac{F}{\sqrt{mk_1}} \sin \frac{\pi}{3} = \frac{F}{2} \sqrt{\frac{3}{mk_1}}$. Atunci $\left\{ \begin{array}{l} \frac{F}{2k_1} = A_2 \sin \left(\frac{\pi}{3} + \varphi_2 \right) \\ \frac{F}{2} \sqrt{\frac{3}{mk_1}} = A_2 \sqrt{\frac{k_1}{m}} \cos \left(\frac{\pi}{3} + \varphi_2 \right) \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A_2 \sin \left(\frac{\pi}{3} + \varphi_2 \right) = \frac{F}{2k_1} \\ A_2 \cos \left(\frac{\pi}{3} + \varphi_2 \right) = \frac{F\sqrt{3}}{2k_1} \end{array} \right\}$ $A_2 = \frac{F}{k_1}$ si $\sin \left(\frac{\pi}{3} + \varphi_2 \right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{3} + \varphi_2 = \frac{\pi}{6}$ sau $\frac{5\pi}{6}$. Obs: $t_1 = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m}{k_1}}; \omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m}} \Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1}} \Rightarrow \frac{t_1}{T_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{T_1}{6} \Rightarrow \frac{\pi}{3} + \varphi_2 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$ $\varphi_2 = -\frac{\pi}{6}$. Prin urmare: $x(t) = \frac{F}{k_1} \sin \left(\sqrt{\frac{k_1}{m}} t - \frac{\pi}{6} \right)$	0,5p. 0,5p. 0,5p.	1,5p

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.



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

XI

	$\Rightarrow \varphi_4 = \arcsin \frac{1}{\sqrt{\frac{mv_0^2}{k_1 l^2} \left(1 + \frac{k_2}{k_1}\right) - \frac{k_2}{k_1}}} - \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} \sqrt{\frac{m}{k_1}} \arcsin \left(\frac{l}{v_0} \sqrt{\frac{k_1}{m}} \right) \Rightarrow$ $\varphi_4 = \frac{\pi}{12} (2 - 3\sqrt{3})$ La $\Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow v = 0 \Leftrightarrow 0 = A_4 \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} \cos[\omega_2(\Delta t_1 + \Delta t_2) + \varphi_4] \Rightarrow$ $\omega_2(\Delta t_1 + \Delta t_2) + \varphi_4 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{\frac{\pi}{2} - \varphi_4}{\omega_2} = \frac{\pi}{2\omega_2} - \frac{\varphi_4}{\omega_2} \Rightarrow$ $\tau = 2(\Delta t_1 + \Delta t_2) = \frac{\pi}{\omega_2} - \frac{2\varphi_4}{\omega_2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} - 2 \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} \varphi_4$ $= \pi \sqrt{\frac{m}{3k_1}} - 2 \sqrt{\frac{m}{3k_1}} \frac{\pi}{12} (2 - 3\sqrt{3}) \Rightarrow$ $\tau = \pi \sqrt{\frac{m}{3k_1}} \left(\frac{3\sqrt{3} + 4}{6} \right)$	0,5p.	
		0,5p	
e)	$\bar{F} = \frac{\Delta p}{2\Delta t_2} = \frac{2mv_1}{2\Delta t_2} = \frac{mv_0 \sqrt{1 - \frac{k_1 l^2}{mv_0^2}}}{\pi \sqrt{\frac{m}{2k_1}} \left(\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{4} \right)} = \frac{mv_0}{\pi} \sqrt{\frac{k_1}{m}} \frac{12}{4 + 3(\sqrt{3} - \sqrt{2})}$ $\bar{F} = \frac{mv_0^2}{\pi l} \frac{6\sqrt{2}}{4 + 3(\sqrt{3} - \sqrt{2})} \Rightarrow$ $\bar{F} = \frac{kl}{\pi} \frac{12\sqrt{2}}{4 + 3(\sqrt{3} - \sqrt{2})}$	0,5p.	0,5p
f)	$L = 2(\Delta x_1 + \Delta x_2).$ $\Delta x_1 = \frac{k_2 l}{k_1 + k_2} + A_4 = \frac{k_2 l}{k_1 + k_2} + \frac{k_1 l}{k_1 + k_2} \sqrt{\frac{mv_0^2}{k_1 l^2} \left(1 + \frac{k_2}{k_1}\right) - \frac{k_2}{k_1}}$ $\Delta x_1 = \frac{2}{3} l + \frac{1}{3} l \sqrt{2 \cdot 3 - 2} = \frac{4l}{3}.$ $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{k_1 (\Delta x_2)^2}{2} \Rightarrow$ $\Delta x_2 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k_1}} = l\sqrt{2} \Rightarrow$ $L = 2 \left(\frac{4l}{3} + l\sqrt{2} \right)$ $L = 2l(4 + 3\sqrt{2})$	0,5p. 0,5p. 0,5p	1,5p
	Oficiu		1 p.
	Punctaj total		10 p.

Bareme 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

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
 - 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.
- Pagina 8 din 8*