Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema I

Nr. item	*Partea A - Diferite ciocniri*		Punctaj
a.	Pentru:		**0,75p**
	Ciocnirea fiind perfect elastică se aplică legile de conservare ale impulsului mecanic și energiei cinetice: $Mv_0 = Mv_1 + mu_1$; $\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mu_1^2}{2}$	0,25p	
	Din cele două ecuații se obține: $v_1 = \frac{M-m}{M+m}v_0$ și $u_1 = \frac{2M}{M+m}v_0$.	0,50p	
b.	Pentru:		**1,25p**
	Din relațiile $l_2 = l_1 - v_1\Delta t_1$ și $2l_1 = (v_1 + u_1)\Delta t_1$	0,25p	
	se obține $l_2 = \frac{u_1 - v_1}{u_1 + v_1}l_1$	0,25p	
	Din legile de conservare ale impulsului mecanic și ale energiei cinetice: $Mv_1 - mu_1 = Mv_2 + mu_2$; $\frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mu_1^2}{2} = \frac{Mv_2^2}{2} + \frac{mu_2^2}{2}$	0,25p	
	se obține $v_1 + u_1 = u_2 - v_2$	0,25p	
	Înlocuind în expresia pentru l_2 obținem următoarea **relație de invarianță**: $(u_2 - v_2)l_2 = (u_1 - v_1)l_1$ (1).....................	0,25p	
c.	Pentru:		**2,00p**
	În momentul în care corpul cu masa M ajunge la distanța minimă de perete, viteza acestuia este nulă, energia cinetică este preluată integral de corpul cu masa m, deci $\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{mu^{*2}}{2}$	0,25p	
	Rezultă: $u^* = v_0\sqrt{\frac{M}{m}}$	0,25p	

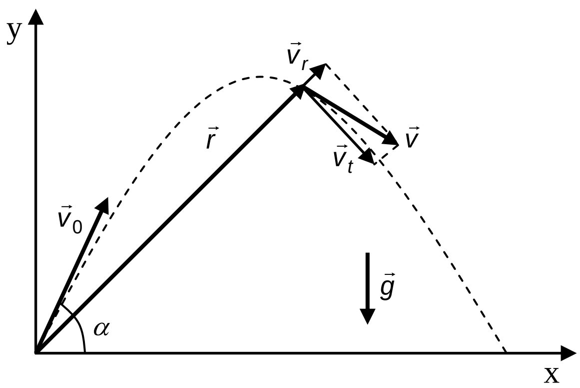
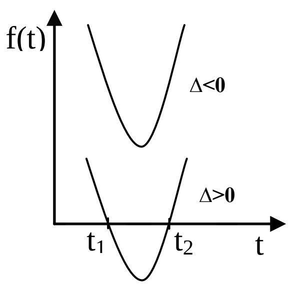
Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

	Din aproape în aproape putem constata că relația (1) este generală, de forma: $(u_1 - v_1)l_1 = (u_2 - v_2)l_2 = ... = (u_k - v_k)l_k$	0,25p	
	Primul termen este: $(u_1 - v_1)l_1 = (\frac{2M}{M+m}v_0 - \frac{M-m}{M+m}v_0)l_1 = v_0 l_1$. (2) Pentru cazul în care corpul de masă M s-a oprit $v_k = 0$, $u_k = u^*$ și $l_k = l^*$	0,50p	
	Așadar: $(u_k - v_k)l_k = u^* l^*$. (3)	0,25p	
	Egalând relațiile (2) și (3) se obține $l^* = l_1\sqrt{\frac{m}{M}}$	0,50p	
d.	Pentru:		**1,00p**
	Se folosește teorema de variație a impulsului: $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{P}$.	0,25p	
	În fiecare ciocnire $\Delta p = 2mu^*$.	0,25p	
	În intervalul Δt se produc $N = \frac{\Delta t}{(\frac{2l^*}{u^*})}$ ciocniri	0,25p	
	Rezultă că $\Delta P = N\Delta p = \frac{Mv_0^2}{l_1}\sqrt{\frac{M}{m}}\Delta t$ și $F = \frac{v_0^2 M}{l_1}\sqrt{\frac{M}{m}}$	0,25p	

Barem de evaluare și de notare

Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Nr. item	Partea B - Diferite aruncări	Punctaj
a.	Pentru:	**2,50p**
	Distanţa r de la locul lansării la poziţia instantanee a corpului creşte în timp dacă componenta radială a vitezei corpului în acel moment este orientată în acelaşi sens cu vectorul de poziţie $\vec{r}$, adică produsul scalar $\vec{r}\cdot\vec{v}>0$. Distanţa de la locul aruncării la poziţia instantanee a corpului scade în timp dacă componenta radială a vitezei corpului în acel moment este orientată în sens contrar vectorului de poziţie $\vec{r}$, adică produsul scalar $\vec{r}\cdot\vec{v}<0$. 	1,00p
	Utilizând legea vitezei şi legea mişcării: $\begin{cases}\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{g}t\\ \vec{r}=\vec{v}_0t+\dfrac{\vec{g}t^2}{2}\end{cases}$	0,5p
	se obţine: $\vec{r}\cdot\vec{v}=v_0^2t+(\vec{v}_0\cdot\vec{g})\dfrac{t^2}{2}+(\vec{v}_0\cdot\vec{g})t^2+g^2\dfrac{t^3}{2}=\dfrac{t}{2}\left[g^2t^2-3v_0g(\sin\alpha)t+2v_0^2\right]=\dfrac{t}{2}\cdot f(t)$ relaţie în care $t\geq 0$	0,50p
	$f(t)=g^2t^2-3v_0g(\sin\alpha)t+2v_0^2$ funcţia de gradul al doilea $f(t)$ trebuie să fie strict pozitivă, adică: $\Delta=9v_0^2g^2\sin^2\alpha-8v_0^2g^2<0$ Se obţine: $\sin\alpha<\dfrac{2\sqrt{2}}{3}\Rightarrow\alpha<70{,}5^0$ 	0,50p
b.	Pentru:	**1,50p**
	Pentru ca distanţa r să scadă este necesar să existe un interval de timp $\Delta t\neq 0$ în care funcţia de gradul al doilea $f(t)$ să treacă prin valori negative,	0,50p

	adică: $\Delta = 9v_0^2g^2\sin^2\alpha - 8v_0^2g^2 > 0$ Se obţine: $\sin\alpha > \frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow \alpha > 70{,}5^0$	
	Pentru o aruncare sub unghiul α astfel încât distanţa r să scadă, funcţia de gradul al doilea va fi negativă pe intervalul de timp $\Delta t = t_2 - t_1$, unde t_1 şi t_2 sunt rădăcinile ecuaţiei $f(t) = 0$ $\begin{cases} t_1 = \frac{3v_0 g\sin\alpha - \sqrt{9v_0^2g^2\sin^2\alpha - 8v_0^2g^2}}{2g^2} \\ t_2 = \frac{3v_0 g\sin\alpha + \sqrt{9v_0^2g^2\sin^2\alpha - 8v_0^2g^2}}{2g^2} \end{cases}$ 0,50p Se obţine $\Delta t = \frac{v_0}{g}\sqrt{9\sin^2\alpha - 8}$ 0,50p	
Oficiu		**1,00p**
TOTAL Problema I		**10p**

© Barem de evaluare şi de notare propus de: Prof. Butuşină Florin, Colegiul Naţional "Simion Bărnuţiu" Şimleu Silvaniei

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare şi de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema a II-a

Nr. item	*Partea A - Despre un randament maxim*		Punctaj
a.	Pentru:		**2,50p**
	Lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu este $L = \Delta p \cdot \Delta V$ (aria dreptunghiului)	0,25p	
	Căldura primită de gaz într-un ciclu este $Q_{AB} + Q_{BC} \equiv Q_{(+)}$, unde $Q_{AB} = (3R/2)(T_B - T_A) = (3V_1/2)(p_B - p_1) = (3V_1/2)\Delta p$ şi $Q_{BC} = (5R/2)(T_C - T_B) = (5p_B/2)\Delta V$ cu $p_B = p_1 + \Delta p$	0,75p	
	Randamentul ciclului se exprimă prin relaţia $\eta = L/Q_{(+)} = Aria/(Q_{AB} + Q_{BC})$	0,25p	
	calcul elementar ne permit să scriem $1/\eta = 5/2 + (3/2)(V_1/\Delta V) + (5/2)(p_1/\Delta p)$ (*)	0,75p	
	În loc să căutăm maximul lui η, cătăm minimul lui $1/\eta$. Expresia (*) este din ce în ce mai mică pe măsură ce punctul A se apropie de origine ($V_1 \to 0, p_1 \to 0$) sau pe măsură ce aria din interiorul dreptunghiului creşte nelimitat ($\Delta V \to \infty, \Delta p \to \infty$). Aşadar, $\eta_{max} = 2/5 = 40\%$	0,50p	
b.	Pentru:		**2,00p**
	Acum, considerăm punctul A (V_1, p_1) fixat şi o arie de dreptunghi de asemenea fixată (adică un lucru mecanic $L = \Omega = \Delta p \cdot \Delta V$ bine determinat). În formula (*) vom scrie $\Delta p = \Omega/\Delta V$ şi astfel $1/\eta = 5/2 + (3/2)(V_1/\Delta V) + (5/2)(p_1 \Delta V/\Omega)$	0,50p	
	Adunând şi scăzând, în membrul drept, cantitatea $\sqrt{15 p_1 V_1/\Omega}$ putem forma un pătrat perfect, astfel că $1/\eta = 5/2 + \{(3V_1/2\Delta V)^{1/2} - (5p_1\Delta V/2\Omega)^{1/2}\}^2 + \sqrt{15 p_1 V_1/\Omega}$	0,75p	
	Această expresie este minimă când acolada se anulează, adică pentru $\Delta V = \sqrt{3\Omega V_1/5p_1}$. Corespunzător $\Delta p = \sqrt{5\Omega p_1/3V_1}$ şi $(1/\eta)_{min} = 1/\eta_{max} = 5/2 + \sqrt{15 p_1 V_1/\Omega}$. Aceasta înseamnă că $\eta_{max} = \left(5/2 + \sqrt{15 p_1 V_1/\Omega}\right)^{-1}$	0,75p	
c.	Pentru:		**0,50p**
	Atunci când $\Omega = n(p_1 V_1)$, n fiind un număr pozitiv, găsim $\eta_{max} = \left(5/2 + \sqrt{15/n}\right)^{-1}$, iar $\Delta V = V_1\sqrt{3n/5}$ şi $\Delta p = p_1\sqrt{5n/3}$	0,25p	

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

	Când $n=1$ obținem $\eta_{max}=1/(5/2+\sqrt{15})$, adică $\eta_{max}=0{,}1569$ (aproximativ $15{,}7\%$). Când $n\to\infty$, găsim $\eta_{max}\to 0{,}40$	0,25p	

Nr. item	*Partea B – Un proces liniar*		Punctaj
	Pentru:		**2,00p**
	Ecuația dreptei ACB este $p=KV$, $K=const$ (panta)	0,25p	
	Segmentele au lungimile $AC=\sqrt{(p_C-p_A)^2+(V_C-V_A)^2}=(V_C-V_A)\sqrt{1+K^2}$, respectiv $CB=\sqrt{(p_B-p_C)^2+(V_B-V_C)^2}=(V_B-V_C)\sqrt{1+K^2}$	0,50p	
	Conform enunțului $n=CB/CA=(V_B-V_C)/(V_C-V_A)$, (*)	0,25p	
	Cunoscând $T_1=p_AV_A/R=(K/R)V_A^2$, putem scrie $V_A=\sqrt{RT_1/K}$. Similar, $V_B=\sqrt{RT_3/K}$ și $V_C=\sqrt{RT_2/K}$	0,75p	
	Revenind în relația (*) găsim în cele din urmă $T_2=\dfrac{n^2T_1+T_3+2n\sqrt{T_1T_3}}{(n+1)^2}$	0,25p	

Nr. item	*Partea C – Două întrebări*		Punctaj
	Pentru:		**2,00p**
	Energia internă a gazului ideal monoatomic are forma $U=(3/2)\nu RT=(3/2)pV$. De aici rezultă dependența $p=(2\alpha/3)V$, (*)	0,50p	
	Așadar, în planul $p-V$, procesul $1\to 2$ este reprezentat printr-o dreaptă ce trece prin origine. Lucrul mecanic efectuat de gaz poate fi calculat ca o arie de trapez $L_{12}=(1/2)(V_2-V_1)(p_2+p_1)$	0,50p	
	Cu ajutorul relației (*) găsim $L_{12}=(\alpha/3)(V_2^2-V_1^2)=(1/3)(U_2-U_1)=(1/3)\Delta U_{12}$	0,50p	
	Conform principiului I al termodinamicii, $Q_{12}=\Delta U_{12}+L_{12}=(4/3)\Delta U_{12}$	0,50p	
Oficiu			**1,00p**
TOTAL Problema a II-a			**10p**

© Barem de evaluare și de notare propus de: Prof. Univ. Dr. Florea Uliu

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare şi de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema a III-a

Nr. item	*Partea A - Fierberea apei*		Punctaj
a.	Pentru:		**2,00p**
	În timpul fierberii apei temperatura şi presiunea vaporilor rămân constante. La momentul de timp t: $pV = \frac{m}{\mu}RT$ La momentul de timp $(t+\Delta t)$: $p(V+\Delta V) = \frac{(m+\Delta m)}{\mu}RT$ $p\Delta V = \frac{\Delta m}{\mu}RT$	0,50p	
	$pS = p_0S + Mg$	0,50p	
	$\Delta V = S\Delta x = Sv\Delta t$	0,50p	
	$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{(p_0S+Mg)\mu v}{RT}$	0,50p	
b.	Pentru:		**2,50p**
	$Q_{arzator} = Q_{vaporizare} + Q_{pierdut}$	0,40p	
	$(D\cdot\Delta t)q = \Delta m\cdot\lambda + Q_{pierdut}$	0,40p	
	$Dq = \frac{\Delta m}{\Delta t}\cdot\lambda + \frac{Q_{pierdut}}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t}\cdot\lambda + P_{pierdere}$	0,30p	
	$\begin{cases} Dq = \frac{(p_0S+Mg)\mu v}{RT}\cdot\lambda + P_{pierdere} \\ (D+fD)q = \frac{(p_0S+Mg)\mu nv}{RT}\cdot\lambda + P_{pierdere} \end{cases}$	0,40p	
	$fDq = \frac{(p_0S+Mg)\mu v(n-1)}{RT}\lambda$	0,30p	
	$T = \frac{(p_0S+Mg)\mu v(n-1)\lambda}{fDqR}$	0,40p	
	Rezultat numeric: $T = 386{,}79\,K$, respectiv $t = 113{,}64^0C$	0,30p	

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică - clasa a X-a

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Nr. item	*Partea B - Focul de tabără*		Punctaj
a.1.	Pentru:		**1,50p**
	ecuația transformării adiabatice $T^{\gamma}=ct\cdot p^{\gamma-1}$	0,50p	
	$\gamma\cdot T^{\gamma-1}\cdot\Delta T=ct\cdot(\gamma-1)p^{\gamma-2}\cdot\Delta p$	0,50p	
	$\frac{\Delta T}{T}=\frac{(\gamma-1)}{\gamma}\cdot\frac{\Delta p}{p}$	0,50p	
a.2.	Pentru:		**0,50**
	$p(h)=p_0-\rho\cdot g\cdot h$	0,50p	
b.	Pentru:		**2,50p**
	relația între temperaturile aerului și fumului, la altitudinea la care parcela plutește $T_{1\,fum}=T_{aer}$	0,50p	
	$\frac{\Delta T}{T_{fum}}=\frac{(\gamma-1)}{\gamma}\cdot\frac{\Delta p}{p_0}$	0,50p	
	$\frac{\Delta T}{T_{fum}}=\frac{(\gamma-1)}{\gamma}\cdot\frac{\rho\cdot g\cdot h}{p_0}$	0,50p	
	$h\cong\frac{(T_{fum}-T_{aer})\cdot\gamma\cdot R}{(\gamma-1)\cdot\mu\cdot g}\cdot\frac{T_{aer}}{T_{fum}}$	0,50p	
	$h\cong 971\,m$	0,50p	
Oficiu			**1,00p**
TOTAL Problema a III-a			**10p**

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU
Prof. Butuşină Florin