BAREM CONCURS „CONSTANTIN SĂLCEANU” 2024

A. Mecanică (45 puncte)

Subiectul I.

Nr.	Soluție	Punctaj
I.1.	b.	**3p**
I.2.	c. Se acceptă și d, care exprimă modulul forței elastice.	**3p**
I.3.	d.	**3p**
I.4.	b.	**3p**
I.5.	c.	**3p**
Total Subiectul I		**15p**

Subiectul II.

Nr.	Soluție		Punctaj
II.a.	*Folosind conservarea energiei mecanice:* La nivelul solului, energia mecanică a particulei este $E_{sol}=\frac{m}{2}\left(v_x^2+v_y^2\right)$. La înălțimea maximă h_{max}, $v_y=0$ și energia potențială devine $E_p=mgh_{max}$. Energia totală în acest punct este $E_{hmax}=\frac{m}{2}v_x^2+mgh_{max}$. Egalând $E_{sol}=E_{hmax}$ rezultă $h_{max}=\frac{v_y^2}{2g}$. *Folosind legea lui Galilei:* Pe axa y, mișcarea corpului este uniform accelerată. Aplicăm legea lui Galilei: $v^2=v_0^2+2a\Delta x$, cu $v=0$ (la înălțimea maximă, viteza corpului se anulează), $v_0=v_y=9\ m/s$, $a=-g=-10\ m/s^2$ și deplasarea $\Delta x=h_{max}$. Rezultă: $h_{max}=\frac{v_y^2}{2g}$.	2p	**3p**
	Numeric: $h_{max}=4{,}05$ m	1p	
II.b.	Legile de mișcare pe axele x (mișcare uniformă) și y (mișcare uniform variată) sunt $x(t)=v_x t$, $y(t)=v_y t-\frac{gt^2}{2}$.	1p	**4p**
	Impunând $y_1(t)=0$, rezultă $t_{x;max}=\frac{2v_y}{g}$. *Alternativ:* se poate utiliza legea vitezei, $v(t)=v_0+at$, unde $v_0=v_y=9\ m/s$ iar $a=-g=-10\ m/s^2$. Impunând $v(t_{h;max})=0$, rezultă timpul de urcare, până la atingerea înălțimii maxime: $t_{h;max}=v_y/g$. Atunci timpul de coborâre, până când particula atinge solul, va fi egal tot cu $t_{h;max}$, iar timpul total de la aruncare până la atingerea solului este $t_{x;max}=2t_{h;max}=\frac{2v_y}{g}$.	1p	
	Înlocuind $t=t_{x;max}$ în legea de mișcare pe axa x, rezultă distanța maximă parcursă: $x_{max}=\frac{2v_xv_y}{g}$.	2p	
	Numeric: $x_{max}=21{,}6$ m; $t_{x;max}=1{,}8$ s.	1 p	

II.c.	Considerând că al doilea corp este aruncat după intervalul de timp τ, legile de mișcare pe axele x și y sunt: $x'(t)=D+v_x'(t-\tau)$, $\quad y'(t)=h'-\frac{g}{2}(t-\tau)^2$.	2p	**4p**
	Impunând $x(t) = x'(t)$ rezultă t în funcție de τ: $t=\frac{D-v_x'\tau}{v_x-v_x'}$.	1p	
	Impunând $y(t)=y'(t)$ și înlocuind t folosind relația de mai sus, rezultă ecuația $\frac{5}{3}\tau^2-\frac{16}{3}\tau+\frac{9}{4}=0$. Soluțiile acestei ecuații sunt $\tau = 0{,}5$ s și $\tau = 2{,}7$ s. Deoarece $2{,}7$ s > $t_{x;max}$, se alege doar prima soluție: $\tau = 0{,}5$ s.	1p	
II.d.	Coordonata temporală în momentul impactului este $t_i=\frac{D-v_x'\tau}{v_x-v_x'}=1$ s.	1p	**4p**
	Vitezele celor două corpuri în acest moment sunt: $v_x(t_i)=12$ m/s, $v_y(t_i)= -1$ m/s, $v_x'(t_i) = -6$ m/s; $v_y'(t_i) = -5$ m/s.	2p	
	Impunând $2m\ V_x = m[v_x(t_i)+v_x'(t_i)]$ și $2m\ V_y = m[v_y(t_i)+v_y'(t_i)]$, rezultă $V_x = 3$ m/s; $V_y = -3$ m/s.	1p	
	Punctul de întâlnire are coordonatele $X_i = x(t = t_i) = 12$ m, $Y_i = y(t = t_i) = 4$ m.	Bonus	
	Legea de mișcare pe axa y a ansamblului format din cele două proiectile este $Y(t) = Y_i + V_y(t-t_i) - g\,(t-t_i)^2/2$. Impunând $Y = 0$, rezultă $T_{max}=t_i+\frac{\sqrt{89}-3}{10}s=1{,}64\,s$.	Bonus	
	Distanța pe x dintre punctul de aterizare și punctul de aruncare va fi $X_{max} = X_i + V_x\,(T_{max}-t_i) = 13{,}93$ m.	Bonus	
Total Subiectul II			**15p**

Subiectul III.

Nr.	Soluție		Punctaj
III.a.	Accelerația sistemului rezultă egalând forța totală care acționează asupra celor două corpuri cu masa totală înmulțită cu accelerația: $m_2 g - m_1 g(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)=(m_1+m_2)a$.	2p	**4p**
	Accelerația va avea valoarea $a=\frac{g}{m_1+m_2}(m_2-m_1\sin\alpha-\mu m_1\cos\alpha)=\frac{1}{7}(25-3\sqrt{3})=2{,}83$ m/s^2.	1p	
	Tensiunea în fir poate fi aflată scriind legea a doua a dinamicii pentru cel de-al doilea corp, $m_2 g - T = m_2 a$, de unde rezultă: $T=m_2(g-a)=0{,}12\times\frac{15+\sqrt{3}}{7}N=0{,}29\,N$.	1p	
III.b.	Lucrul mecanic efectuat de forța de frecare este dat de relația $L_f=-F_f\,d$. Ținând cont că $d=h=10$ cm, rezultă	1p	**3p**

	$L_f = -h\mu m_1 g\cos\alpha = -3\sqrt{3}\,mJ.$		
	Viteza *v* a ansamblului se poate afla folosind legea lui Galilei: $v^2 = 2ah.$	1p	
	Viteza va avea valoarea: $v = \sqrt{\frac{25-3\sqrt{3}}{35}}\,m/s = 0,75\,m/s.$	1p	
III.c.	Conform teoremei variației energiei mecanice, $E_i + L_f = E_f$. Luând la momentul inițial $E_i = 0$ și considerând momentul final când resortul este maxim comprimat și sistemul e în repaus, avem $E_f - L_f = g(m_1\sin\alpha + \mu m_1\cos\alpha - m_2)(d+\Delta) + \frac{1}{2}k\Delta^2 = E_i = 0.$	2p	**4p**
	În primul termen, se poate identifica expresia pentru $a(m_1+m_2)$. De aici rezultă ecuația de ordinul 2: $\frac{1}{\delta}\Delta^2 - \Delta - d = 0,$ unde $\delta = 2a(m_1+m_2)/k = 4$ cm.	1p	
	Observând că $d = 3\delta/4$, ecuația de gradul 2 se poate rezolva: $\Delta = \frac{\delta}{2}\left(1+\sqrt{1+\frac{4d}{\delta}}\right) = 1,5\,\delta = 6$ cm.	1p	
III.d.	Impunând ca m_1 să fie pe punctul de a se deplasa în sus, forța de frecare va acționa înspre stânga planului înclinat. Din echilibrul forțelor, rezultă: $m_2 g = g(m_1\sin\alpha + \mu m_1\cos\alpha) + k\Delta_0^{-}.$	1p	**4p**
	Folosind notațiile de la subpunctele anterioare, rezultă $\Delta_0^{-} = \frac{\delta}{2} = 2$ cm.	1p	
	Impunând acum ca m_1 să fie pe punctul de a se deplasa în jos, forța de frecare va acționa înspre dreapta planului înclinat iar echilibrul forțelor se scrie: $m_2 g = g(m_1\sin\alpha - \mu m_1\cos\alpha) + k\Delta.$	1p	
	Rezultă: $\Delta_0^{+} = \frac{g}{k}(m_2 - m_1\sin\alpha + \mu m_1\cos\alpha) = 3$ cm.	1p	
Total Subiectul III			**15p**

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ (45 puncte)

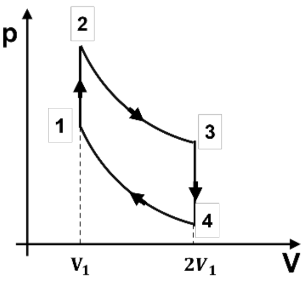
Subiectul I.

Nr.	**Soluție**	**Punctaj**
I.1.	c.	**3p**
I.2.	b.	**3p**
I.3.	c.	**3p**
I.4.	a.	**3p**
I.5.	d.	**3p**
Total Subiectul I		**15p**

Subiectul II.

Nr.	**Soluție**		**Punctaj**
II.a.	$\frac{p_0}{2}\cdot a\cdot S=\nu RT_1;\ a=\frac{\nu RT_1}{\frac{p_0}{2}\cdot S}=\frac{2\nu RT_1}{p_0\cdot S}=\frac{2\cdot\frac{1}{2}\cdot 8,31\cdot 280}{10^5\cdot 8,31\cdot 10^{-2}}$	2p	**3p**
	Rezultat final: $a=28\text{cm}$	1p	
II.b.	$\nu=\frac{N}{N_A}$	1p	**4p**
	$\frac{N}{V}=\frac{p_0\cdot N_A}{2RT_1}=\frac{10^5\cdot 6,022\cdot 10^{23}}{2\cdot 8,31\cdot 280}$ sau $\frac{N}{V}=\frac{\nu\cdot N_A}{a\cdot S}=\frac{0,5\cdot 6,022\cdot 10^{23}}{28\cdot 10^{-2}\cdot 8,31\cdot 10^{-2}}$	2p	
	Rezultat final: $\frac{N}{V}\cong 1,3\cdot 10^{25}m^{-3}$	1p	
II.c.	$V_1=V_2$	1p	**4p**
	$\frac{p}{T_1}=\frac{p_2}{T_2};\ \frac{p_0}{2T_1}=\frac{p_0}{T_2};\ T_2=2T_1$	2p	
	$T_2=560\ K$	1p	
II.d.	$p_2=p_3=p_0$	1p	**4p**
	$\frac{V_2}{T_2}=\frac{2V_2}{T_3};\ T_3=2T_2$	2p	
	Rezultat final: $T_3=1120K$	1p	
Total Subiectul II			**15p**

Subiectul III.

Nr.	**Soluție**		**Punctaj**
III.a.		4p	**4p**
III.b.	Exprimarea relatiei: $T_3=4T_1$	1p	**3p**
	$U=\frac{3}{2}\nu RT_3=\frac{3}{2}\nu R4T_1$	1p	
	Exprimarea rezultatului final: $U=\frac{3}{2}\cdot 1mol\cdot 8.31\frac{J}{mol\cdot K}\cdot 4\cdot 300K\cong 14.96kJ$	1p	

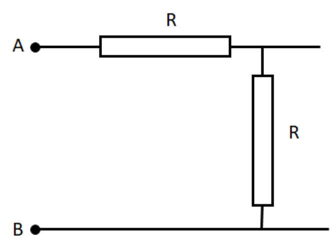
III.c.	$Q_p = Q_{12} + Q_{23}$	1p	**4p**
	$Q_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1) = \nu C_V(4T_1 - T_1) = \nu \frac{3}{2} R \cdot 3T_1$ $= 1mol \cdot \frac{3}{2} \cdot 8.31 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 3 \cdot 300K = 11218.5J$	1p	
	$Q_{23} = \nu RT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} = 4\,\nu R\,T_1 \ln 2 \quad (T_2 = 4\,T_1)$ $= 4 \cdot 1mol \cdot 8.31 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 300K \cdot 0.69 = 6910.59\,J$	1p	
	Rezultatul final: $Q_p \cong 18{,}129\ kJ$	1p	
III.d.	$L = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$ $L_{12} = L_{34} = 0$	1p	**4p**
	$L_{23} = \nu RT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} = \nu RT_2 \ln\frac{2V_1}{V_1} = 1mol \cdot 8.31 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 4 \cdot 300K \cdot \ln 2$ Sau $L_{23} = Q_{23} = 4\,\nu R\,T_1 \ln 2$ (transformare izotermă) $L_{23} = 6910{,}59\,J$	1p	
	$L_{41} = \nu RT_1 \ln\frac{V_1}{V_4} = \nu RT_1 \ln\frac{V_1}{2V_1} = 1mol \cdot 8.31 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 300K \cdot \ln\frac{1}{2}$ $L_{41} = -1727{,}65J$	1p	
	Rezultatul final: $L = L_{23} + L_{41} = 6910{,}59 - 1727{,}65 = 5182{,}94J \cong 5.18kJ$	1p	
Total Subiectul III			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU (45 puncte)

Subiectul I

Nr. item	**Soluție**	**Punctaj**
1	**b**	**3p**
2	**a**	**3p**
3	**d**	**3p**
4	**a**	**3p**
5	**b**	**3p**
Total pentru subiectul I		**15 p**

Subiectul al II-lea

a)	Se constată că șirul de rezistoare este format dintr-o infinitate de elemente de forma  1p Notăm cu Ro rezistența echivalentă a întregului circuit. Deoarece circuitul este infinit, adăugarea unui element ca cel de mai sus nu schimbă rezistența echivalentă. Rezultă $R_0 = R + \frac{RR_0}{R+R_0}$ 2p Din rezolvarea acestei ecuații rezultă $R_0 = \frac{R}{2}\left(1+\sqrt{5}\right)$ 1p $R_0 = 1{,}618\ \Omega$ 1p	**5p**
b)	$I = \frac{E}{R_{AB}+r}$ 1p $P = R_{AB} I^2$ 1p Rezultat final: P = 0,618 W 1p	**3p**
c)	$\eta = \frac{R_{AB}}{R_{AB}+r_2}$ 2p Rezultat final: $\eta = 0{,}618$ 1p	**3p**
d)	$R_{CD} = \frac{89}{55} = 1{,}618\ \Omega$ 3p $R_{CD} \simeq R_{AB}$ 1p	**4p**
Total pentru subiectul al II-lea		**15 p**

Subiectul al III-lea

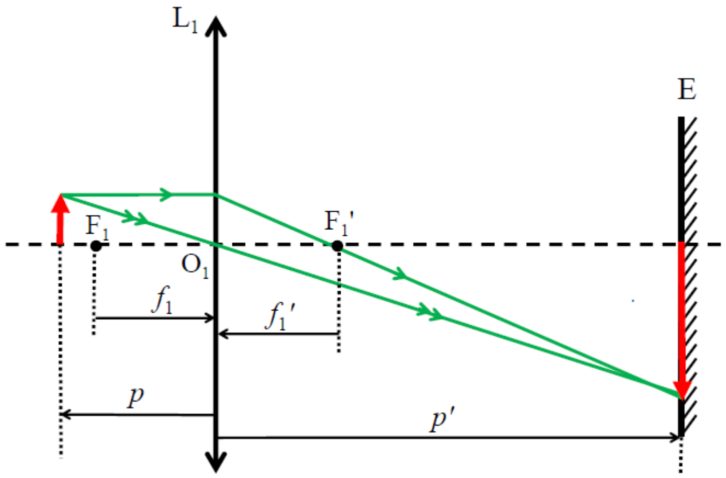
a)	$E_1 = I_1 r_1 + U_1$ Rezultat final: $U_1 = 4{,}3$ V	2p 1p	**3p**
b)	$E_1 + E_2 = I_1 (R_1 + r_1) + I_2 (R_2 + r_2)$ $U_2 = I_2 R_2$ Rezultat final: $U_2 = 7{,}35$ V	2p 1p 1p	**4p**
c)	$E_1 = I_1 (R_1 + r_1) + I_3 R_3$ $I_3 = I_1 - I_2$ Rezultat final: $R_3 = 30\ \Omega$	1p 2p 1p	**4p**
d)	$E_1 + E_2 = I_A (R_1 + r_1 + R_2 + r_2 + R_A)$ Rezultat final: $R_A = 5\ \Omega$	3p 1p	**4p**
Total pentru subiectul al III-lea			**15 p**

D. BAREM DE CORECTARE - OPTICĂ
SUBIECTUL I .... **15 puncte**

1. **b** .... 3 puncte
2. **a** .... 3 puncte
3. **d** .... 3 puncte
4. **a** .... 3 puncte
5. **c** .... 3 puncte

SUBIECTUL II .... **15 puncte**

a) Conform figurii,



între poziția p a obiectului și poziția p' a imaginii date de lentila L_1, avem relația:

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f_1}$$ .... **1 punct**

$$p' = \frac{pf_1}{p + f_1} = 60 \text{ cm}$$ .... **2 puncte**

b) Mărirea liniară transversală dată de L_1 este:

$$\beta_1 = \frac{y'}{y} = \frac{p'}{p}$$ .... **1 punct**

Înălțimea imaginii este:

$$y' = y\frac{p'}{p} = -30 \text{ cm}$$ .... **1 punct**

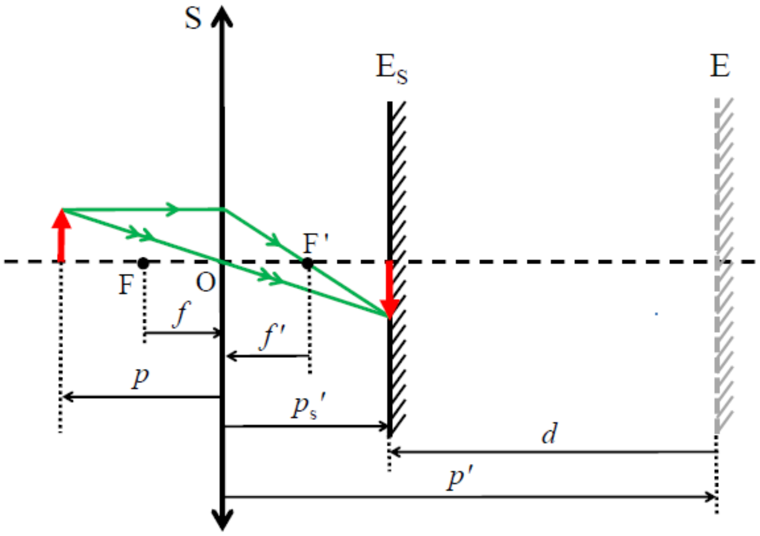
Imaginea dată de lentila L_1 este *reală*, *răsturnată* și *mai mare decât obiectul*. .... **1 punct**

c) Sistemul S, format din cele două lentile (L_1 și L_2), are distanța focală dată de relația:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_1}$$ .... **1 punct**

$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2} = 10 \text{ cm}$$ .... **0,5 puncte**

Conform figurii,



între poziția p a obiectului și poziția p_s' a imaginii date de sistemul S , avem relația:

$$\frac{1}{p_s'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$$ ……………………………………………………… **1 punct**

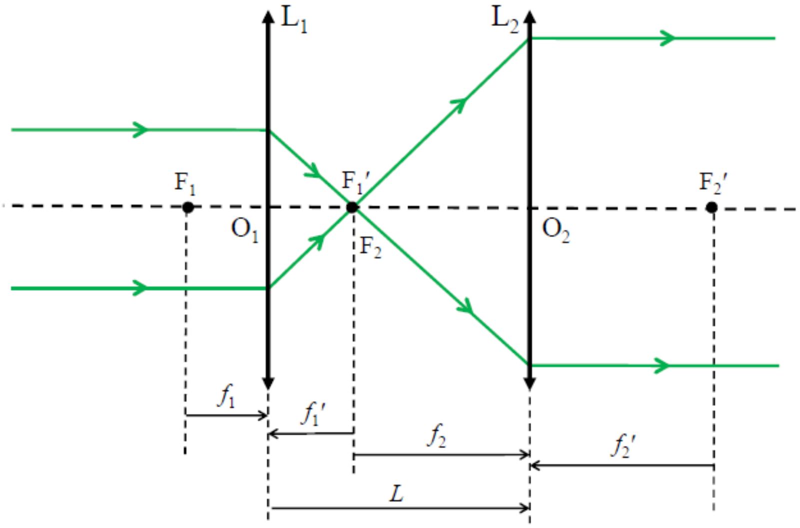
$$p_s' = \frac{pf}{p+f} = 20 \text{ cm}$$ ……………………………………………… **0,5 puncte**

Distanța pe care trebuie deplasată lentila este:

$$-d = p' - p_s'$$ ……………………………………………………… **0,5 puncte**

$$d = -40 \text{ cm}$$ ……………………………………………………… **0,5 puncte**

d) Sistemul fiind afocal, focarul obiect F_2 al lentilei L_2 trebuie să coincidă cu focarul imagine F_1' al lentilei L_1 . Astfel, conform figurii,



3 puncte

obținem distanța L dintre cele două lentile:

$$L = -f_1' + f_2 = f_1 + f_2$$ ……………………………………………… **1 punct**

$$L = 45 \text{ cm}$$ ……………………………………………………… **1 punct**

SUBIECTUL III …………………………………………………………………… **15 puncte**

a) Efectul fotoelectric se produce dacă frecvența ν a radiației incidente este mai mare sau cel puțin egală cu frecvența de prag ν_{prag} corespunzătoare fotocatodului, adică dacă lungimea de undă λ a radiației incidente este mai mică sau cel mult egală cu lungimea de undă de prag λ_{prag} .

$\nu \geq \nu_{prag}$ sau $\lambda \leq \lambda_{prag}$

Condiția de prag a efectului fotoelectric se exprimă sub forma:

$$h\nu_{\text{prag}} = L_{\text{extr}} \quad \text{sau} \quad h\frac{c}{\lambda_{\text{prag}}} = L_{\text{extr}}$$

de unde obținem lungimea de undă de prag corespunzătoare fotocatodului:

$$\lambda_{\text{prag}} = \frac{hc}{L_{\text{extr}}}$$ .... **2 puncte**

$\lambda_{\text{prag}} = 386{,}7\ \text{nm}$ .... **1 punct**

Radiația cu $\lambda_1 = 550\ \text{nm} > \lambda_{\text{prag}}$ nu va produce efect fotoelectric .... **1,5 puncte**

Radiația cu $\lambda_2 = 320\ \text{nm} < \lambda_{\text{prag}}$ va produce efect fotoelectric .... **1,5 puncte**

b) Energia cinetică maximă $E_{\text{C max}}$ a fotoelectronilor emiși se obține din legea conservării energiei:

$$h\nu = L_{\text{extr}} + E_{\text{C max}} \quad \text{sau} \quad h\frac{c}{\lambda} = L_{\text{extr}} + E_{\text{C max}}$$

$$E_{\text{C max}} = h\frac{c}{\lambda} - L_{\text{extr}}$$ .... **2 puncte**

$E_{\text{C max}} = 1{,}07 \cdot 10^{-19}\ \text{J} = 0{,}67\ \text{eV}$ .... **1 punct**

c) Tensiunea de stopare U_S a fotoelectronilor este:

$$U_S = -\frac{E_{\text{c max}}}{e}$$ .... **2 puncte**

$U_S = -0{,}67\ \text{V}$ .... **1 punct**

d) Viteza maximă v_{max} a fotoelectronilor emiși se obține din energia cinetică maximă a acestora:

$$E_{\text{C max}} = \frac{m_e (v_{\text{max}})^2}{2} \quad \Rightarrow \quad v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{C max}}}{m_e}}$$ .... **2 puncte**

$v_{\text{max}} = 4{,}85 \cdot 10^5\ \text{m/s}$ .... **1 punct**