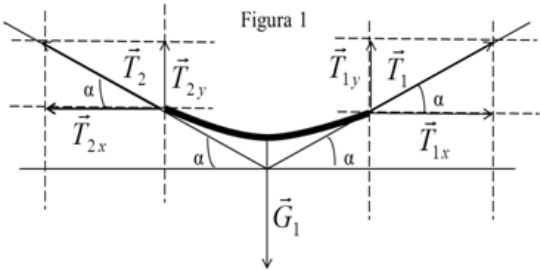
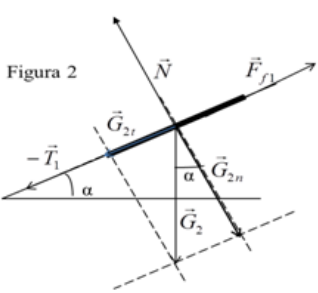


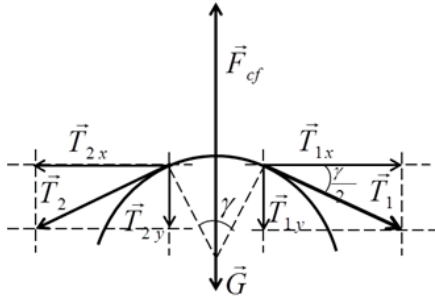


Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

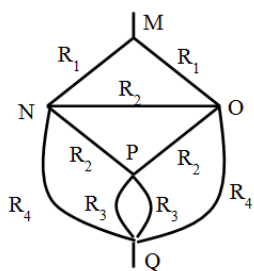
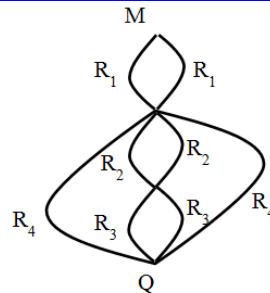
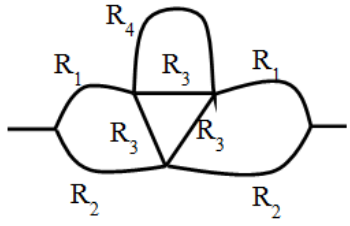
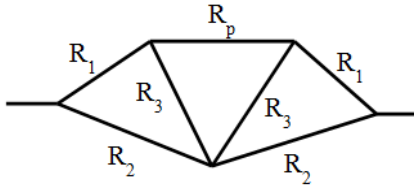
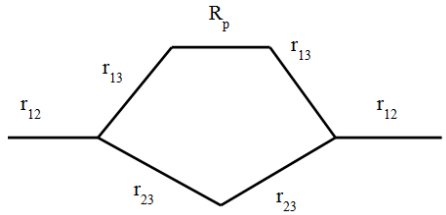
Problema I
Șnururi și inele
I.A. Șnururi

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	Pentru:	0,50p
	$\mu = \operatorname{tg} \beta$	0,50p
1.b.	Pentru:	0,50p
	$f_1 mg = (1 - f_1) mg (\sin \beta + \mu \cos \beta)$	0,25p
	$f_1 = \frac{2 \sin \beta}{1 + 2 \sin \beta}$	0,25p
1.c.	Pentru:	1,50p
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	0,50p
	condiția de echilibru pentru porțiunea din șnur, care nu atinge planul înclinat $2T \sin \alpha = f mg$	0,25p
	condiția de echilibru pentru una dintre porțiunile din șnur, așezate pe planul înclinat $T + \frac{1-f}{2} mg \sin \alpha = \frac{1-f}{2} \mu mg \cos \alpha$	0,25p
	$f = \operatorname{tg}^2 \alpha$	0,50p

- 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.

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Pentru:	1,50p
	<p>precizarea că viteza devine constantă deoarece în fiecare interval de timp Δt, este antrenată în mișcare o nouă porțiune Δl din șnur, a cărei masă depinde de viteză și care își modifică impulsul cu Δp. Procesul determină apariția unei forțe de rezistență</p> <p>$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$</p> <p>$\lambda g H = \lambda g h + \frac{\Delta p}{\Delta t}$</p> <p>$\lambda$ - masa unității de lungime a șnurului</p> <p>în intervalul de timp Δt este pusă în mișcare o porțiune de șnur Δl, cu masa $\lambda \Delta l = \lambda v \Delta t$</p> <p>viteza se modifică de la 0 la v, deci</p> <p>$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \lambda v^2$</p> <p>$v = \sqrt{\Delta h \cdot g}$</p>	<p>0,50p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p>
2.b.	Pentru:	1,00p
	 <p>Exemplu de răspuns:</p> <p>Șnurul se desprinde de scripete atunci când bucata care este la un moment dat chiar deasupra centrului de rotație încetează să mai apese pe acesta (forța de apăsare normală în acest punct este nulă). În acest moment forța centrifugă de inerție anulează efectul greutății bucății respective și componentele verticale ale tensiunilor. Deoarece scripetele este ideal și șnurul se deplasează uniform, tensiunea este egală cu greutatea bucății mai lungi (H).</p> <p>$R \gamma \lambda g + 2T \sin \frac{\gamma}{2} = \lambda \gamma v_1^2 + N$</p> <p>$N = 0$ $T = \lambda H g$</p> <p>$\sin \frac{\gamma}{2} \approx \frac{\gamma}{2}$</p> <p>$v_1 = \sqrt{(H + R)g}$</p>	<p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p>

I.B. ...și inele

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	Pentru: schema electrică echivalentă	1,50p
	 $R_1 = \frac{5R}{12}$ $R_2 = \frac{R}{6}$ $R_3 = \frac{R}{4}$ $R_4 = \frac{7R}{12}$	1,00p
	 <p>Observație: Punctele N și O au același potențial și pot fi legate printr-un conductor de rezistență nulă.</p> $R_e = \frac{95}{288}R$	0,50p
1.b.	Pentru: schema electrică echivalentă	1,50p
	 $R_1 = \frac{R}{3}$ $R_2 = \frac{R}{2}$ $R_3 = \frac{R}{6}$ $R_4 = \frac{5R}{6}$	0,50p
	 $R_p = \frac{5R}{36}$	0,25p
	 <p>din transfigurarea triunghi stea, pentru triunghiurile laterale, rezultă</p> $r_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R}{6}$ $r_{13} = \frac{R}{18}, \quad r_{23} = \frac{R}{12}$ <p>rezistența echivalentă $R_e = \frac{13R}{30}$</p>	0,75p

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Pentru:	1,00p
	<p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> <p>Dacă "injectăm" un curent cu intensitatea I în nodul A, acesta, datorită simetriei rețelei, se împarte în patru curenți egali cu intensitatea $\frac{I}{4}$.</p> <p>Dacă "extragem" un curent cu intensitatea I din nodul B, acesta se va obține din patru curenți egali cu intensitatea $\frac{I}{4}$.</p> <p>Deci, în ambele cazuri, arcul sub forma unui sfert de cerc dintre A și B va fi parcurs de un curent cu intensitatea $\frac{I}{4}$. Atunci când cele două procese au loc simultan, prin acest arc va trece un curent cu intensitatea $\frac{I}{2}$. Între cele două puncte vom avea o diferență de potențial $U_{AB} = \frac{I}{2} \cdot \frac{R}{4} = I \cdot R_e$ unde am notat cu R_e rezistența echivalentă a rețelei între cele două puncte.</p> <p>Rezultă pentru rezistența echivalentă: $R_e = \frac{R}{8}$</p>	1,00p
	<i>Oficiu</i>	1,00p
	<i>TOTAL Problema I</i>	10p

© Barem de evaluare și de notare propus de:
prof. Viorel SOLSCHI – Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

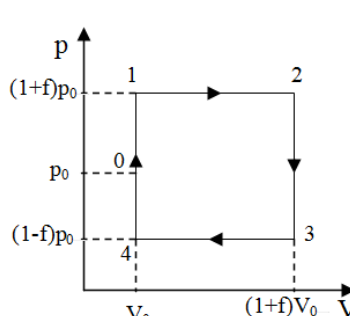


Proba Teoretică

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

Problema a II-a

Diferite fenomene termice

Nr. item	II.A. Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	Pentru:	2,00p
	<p><i>Exemplu de răspuns:</i></p> <p>Gazul suferă mai întâi un proces de încălzire izocoră până la presiunea $p_1 = p_0 + \frac{F_f}{S} = (1+f)p_0$, când începe deplasarea pistonului și apoi un proces de încălzire izobară până la volumul $V_2 = (1+f)V_0$.</p> <p>Urmează un proces de răcire izocoră până la presiunea $p_3 = p_0 - \frac{F_f}{S} = (1-f)p_0$ (forța de frecare își schimbă sensul) și apoi o răcire izobară până la volumul inițial $V_4 = V_0$.</p> <p>Pentru a reveni în starea inițială gazul suferă o încălzire izocoră până la presiunea p_0.</p> <p><i>Observație: Pentru explicarea fiecăruia din cele cinci procese se acordă câte 0,2puncte</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Observație: Pentru reprezentarea grafică a fiecăruia din cele cinci procese se acordă câte 0,2puncte</i></p>	1,00p
1.b.	Pentru:	0,50p
	$L = +aria = 2f^2 p_0 V_0$	0,50p

- 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.

1.c.	Pentru:	2,00p
	<p>gazul primește căldură pe transformările $4 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2$</p> $Q_{\text{primit}} = \nu C_V (T_1 - T_4) + \nu C_p (T_2 - T_1) \quad 0,40p$	
	$Q_{\text{primit}} = \frac{3}{2} [(1+f)p_0 V_0 - (1-f)p_0 V_0] + \frac{5}{2} [(1+f)^2 p_0 V_0 - (1+f)p_0 V_0] = \frac{f(11+5f)}{2} p_0 V_0 \quad 0,60p$	
	<p>gazul cedează căldură pe transformările $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$</p> $Q_{\text{cedat}} = \nu C_V (T_3 - T_2) + \nu C_p (T_4 - T_3) \quad 0,40p$	
	$Q_{\text{cedat}} = \frac{3}{2} [(1-f^2)p_0 V_0 - (1+f)^2 p_0 V_0] + \frac{5}{2} [(1-f)p_0 V_0 - (1-f^2)p_0 V_0] = -\frac{f(11+f)}{2} p_0 V_0 \quad 0,60p$	
Nr. item	II.B. Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Pentru:	2,50p
	<p>După deblocare, pistonul are o mișcare neuniformă. Pe măsură ce viteza lui crește, se mărește presiunea gazului din cilindru, iar accelerația acestuia scade. Viteza maximă a pistonului se obține când accelerația lui devine nulă:</p> $p_0 S - p_1 S = Ma = 0 \Rightarrow p_1 = p_0 \quad 0,50p$ <p>parametrii gazului în această stare fiind (p_1, V_1, T_1).</p> <p>Când presiunea gazului din cilindru depășește valoarea p_0, accelerația devine negativă, iar viteza pistonului începe să scadă</p>	
	<p>Variația energiei cinetice a pistonului provine din lucrul mecanic al forței de presiune exercitată de atmosfera exterioară asupra pistonului și din lucrul mecanic adiabatic efectuat de gaz asupra pistonului:</p> $\Delta E_{C_{\text{piston}}} = L_{\text{atmosfera}} + L_{\text{gaz}} \quad 0,30p$	
	$\frac{Mv^2}{2} = p_0 S \cdot \Delta x + [-\nu C_V (T_1 - T)] \quad 0,30p$	
	<p>Gazul suferă o transformare adiabatică:</p> $p^{1-\gamma} T^\gamma = p_1^{1-\gamma} T_1^\gamma \Rightarrow T_1 = T \left(\frac{p}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad 0,60p$ $p V^\gamma = p_1 V_1^\gamma \Rightarrow V_1 = V \left(\frac{p}{p_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = V \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$	
	<p>Deplasarea Δx a pistonului se obține din relația : $S \Delta x = V - V_1$</p> $\Delta x = \frac{V}{S} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right]$ <p>Utilizăm Δx și T_1 în variația energiei cinetice a pistonului:</p> $\frac{Mv^2}{2} = p_0 V \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] + \nu C_V T \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \right] \Rightarrow$ $\frac{Mv^2}{2} = p_0 V \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] + \nu \frac{R}{\gamma - 1} T \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \right] \quad 0,60p$	

	$v_{\max} = \sqrt{\frac{2V}{M} \left\{ p_0 \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] + \frac{p}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \right] \right\}}$	0,20p
2.b.	Pentru:	2,00p
	<p>Deoarece manometrul se află în contact termic cu mediul exterior, gazul din manometru se află la temperatura T_{ext}, diferită de temperatura T a gazului din cilindru.</p> <p>Datorită diferenței de temperatură, are loc un schimb de molecule între gazul din cilindru și cel din manometru, apar curenți moleculari din „zona caldă” spre „zona rece” și invers.</p> <p>Numărul de molecule care traversează orificiul în unitatea de timp dintr-o zonă în cealaltă este același, respectiv curenții moleculari din cele două sensuri sunt egali</p>	0,60p
	$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N'}{\Delta t} \Rightarrow \frac{nSv\Delta t}{\Delta t} = \frac{n'Sv'\Delta t}{\Delta t}$ $nv = n'v'$ <p>unde v este viteza medie a moleculelor, proporțională cu \sqrt{T}</p> $v = a\sqrt{T}$	0,60p
	<p>Utilizând ecuația termică de stare și expresia vitezei v se obține:</p> $\frac{p}{kT} a\sqrt{T} = \frac{p'}{kT_{\text{ext}}} a\sqrt{T_{\text{ext}}} \Rightarrow \frac{p}{\sqrt{T}} = \frac{p'}{\sqrt{T_{\text{ext}}}}$ <p>Se observă că presiunea indicată de manometru este egală cu cea din incintă doar dacă temperaturile incintei și manometrului sunt egale.</p> $p' = p\sqrt{\frac{T_{\text{ext}}}{T}}$ <p>Fenomenul este cunoscut sub denumirea de transpirație termică</p>	0,60p
	<p>Eroarea relativă de măsurare a presiunii gazului va fi dată de relația:</p> $\varepsilon = \frac{\Delta p}{p} = \frac{p'}{p} - 1 = \sqrt{\frac{T_{\text{ext}}}{T}} - 1$	0,20p
	Oficiu	1,00p
	TOTAL Problema a II-a	10p

© Barem de evaluare și de notare propus de:

prof. Florin BUTUȘINĂ - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei



Proba Teoretică

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

Problema a III-a

III.A. Ampermetrul termic

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	Pentru:	0,50p
	expresia rezistenței electrice a firului la o temperatură θ $R \cong \frac{4 \cdot \rho \cdot L_0}{\pi \cdot d^2} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - \theta_0)]$	0,50p
1.b.	Pentru:	1,00p
	o expresie pentru bilanțul puterilor Exemple de răspuns: $R \cdot I^2 = h \cdot S \cdot \Delta\theta$ $\frac{4 \cdot \rho \cdot L_0}{\pi \cdot d^2} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - \theta_0)] \cdot I^2 = h \cdot S \cdot (\theta - \theta_0)$	1,00p
1.c.	Pentru:	1,50p
	$\frac{4 \cdot \rho}{\pi \cdot d^2} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - \theta_0)] \cdot I^2 \cong h \cdot \pi \cdot d \cdot (\theta - \theta_0)$	0,50p
	expresia temperaturii firului, atunci când sistemul funcționează în regim permanent $\theta \cong \theta_0 + \frac{4 \cdot \rho \cdot I^2}{h \cdot \pi^2 \cdot d^3 - 4 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot I^2}$	0,50p
	$\theta \cong 107^\circ\text{C}$	0,50p
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Pentru:	1,50p
	expresia pentru variația lungimii firul AB în timpul funcționării ampermetrului termic $\Delta L \cong L_0 \cdot \varepsilon \cdot (\theta - \theta_0)$	0,30p
	expresia distanței CC' $CC' = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\Delta L \cdot (2 \cdot L_0 + \Delta L)}$	0,60p

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.

	$CC' = \frac{L_0}{2} \cdot \sqrt{\varepsilon \cdot \Delta\theta \cdot (2 + \varepsilon \cdot \Delta\theta)}$	0,30p	
	$CC' = 4,60 \cdot 10^{-3} m$	0,30p	
2.b.	Pentru:		1,50p
	$\varphi = \frac{EE'}{(\delta/2)}$	0,70p	
	$EE' = \frac{1}{2} \sqrt{CC' \cdot (2 \cdot \ell - CC')}$	0,40p	
	valoarea unghiului de deviație a acului indicator al ampermetrului $\begin{cases} \varphi \cong 2,63 \text{ rad} \\ \varphi \cong 151^\circ \end{cases}$	0,40p	
Nr. item	III.B. Sfere metalice într-un electrolit		Punctaj
	Pentru:		3,00p
	<p><i>Exemplu de răspuns:</i> precizarea că rezistența electrică \mathfrak{R}, măsurată între cele două sfere, depinde de natura electrolitului prin rezistivitatea electrică ρ a acestuia, de aria suprafeței $(4 \cdot \pi \cdot R^2)$ sferelor și de distanța D dintre centrele lor</p> $\mathfrak{R} = \xi \cdot \rho^\alpha \cdot R^{2\beta} \cdot D^\gamma$ <p>ξ - constantă adimensională</p>	0,60p	
	$[\mathfrak{R}] = M \cdot L^2 \cdot I^{-2} \cdot T^{-3}$ $[\rho] = M \cdot L^3 \cdot I^{-2} \cdot T^{-3}$ $[R] = L$ $[D] = L$	0,40p	
	condiția de omogenitate dimensională $M \cdot L^2 \cdot I^{-1} \cdot T^{-1} = M^\alpha \cdot L^{3\alpha+2\beta+\gamma} \cdot I^{-2\alpha} \cdot T^{-3\alpha}$	0,40p	
	$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \gamma = -1 - 2\beta \end{cases}$	0,40p	
	expresia rezistenței electrice $\mathfrak{R} = \xi \cdot \rho \cdot R^{2\beta} \cdot D^{-1-2\beta}$	0,40p	
	$\mathfrak{R}' = \xi \cdot \rho \cdot (2R)^{2\beta} \cdot (2D)^{-1-2\beta}$	0,40p	
	$\mathfrak{R}' = \frac{\mathfrak{R}}{2}$	0,40p	
	Oficiu		1,00p
	TOTAL Problema a III-a		10p

© Barem de evaluare și de notare propus de Dr. Delia DAVIDESCU