Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”
ediția a XII-a, etapa locală, Iași, 16 aprilie 2024
Barem – anul II

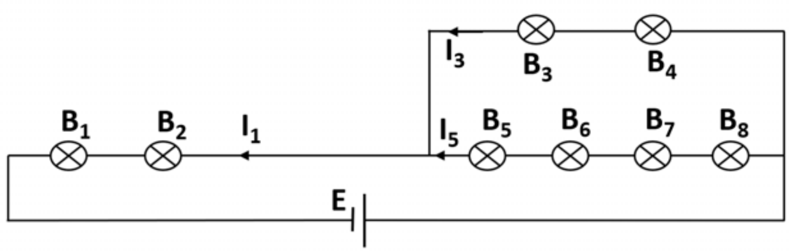
	Parțial	**Punctaj**
Subiectul I		**10**
1) Presiunea gazului între cele două pistoane este p_0	0,2	
Volumul cuprins între cele două pistoane este $V = S_A x_A + S_B x_B = 9Sx_A + Sx_B = S(9x_A + x_B)$ cu $x_A + x_B = l$.	0,8	
Dacă $x_A = x_B$ atunci volumul este $V_0 = 10Sx_B = 5Sl$		
Numărul total de moli este $\nu = \frac{m}{\mu} = \nu_1 + \nu_2 = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}, \quad cu\ \ m = m_1 + m_2$	1,5	
$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$ deci $\frac{m_1}{m_1+m_2} = \frac{1}{3}$		
$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu_1}\frac{m_1}{m_1+m_2} + \frac{1}{\mu_2}\frac{m_2}{m_1+m_2} = \frac{1}{3\mu_1} + \frac{2}{3\mu_2}, \mu = \frac{3\mu_1\mu_2}{\mu_2+2\mu_1} = 35g/mol, \nu = 0{,}1mol$		
Temperatura gazului în aceste condiții este $T_0 = \frac{p_0V_0}{\nu R} = \frac{5Slp_0}{\nu R}$	0,5	
2) Presiunea gazului între pistoane, la echilibru, rămâne permanent p_0, ceea ce înseamnă că prin scăderea temperaturii gazul suferă o transformare izobară. Înjumătățirea temperaturii inseamnă injumătațirea volumului, lucru care se poate face doar prin deplasarea pistoanelor spre dreapta.	0,5	
$V = S(9x_A + x_B) = \frac{V_0}{2} = \frac{5Sl}{2}, \quad 9(l - x_B) + x_B = 9l - 8x_B = \frac{5l}{2}, \quad x_B = \frac{13}{16}l$	1.0	
Față de poziția inițială ($x_{B0} = l/2$) pistonul B se deplasează spre dreapta pe distanța $\frac{5l}{16} = 18{,}75cm$	0,5	
3) Dacă din poziția inițială de echilibru deplasăm pistoanele spre stânga sau spre dreapta atunci condiția de echilibru nu mai este îndeplinită și asupra sistemului de pistoane acționează o forță rezultantă care readuce sistemul în starea de echilibru. În absența frecării dintre pistoane și pereții cilindrului sistemul va efectua oscilații în jurul poziției de echilibru. Transformarea pe care o suferă gazul atunci când pistoanele efectuează mișcarea oscilatorie este adiabatică.	0,5	**2**
Să presupunem că plecăm din poziția inițială de echilibru, în care temperatura este T_0, volumul este V_0 și presiunea este p_0. Scoatem sistemul din starea de echilibru deplasând pistoanele către stânga pe distanța Δx. Volumul crește la valoarea $$V = V_0 + \Delta V = V = S_A\left(\frac{l}{2} + \Delta x\right) + S_B\left(\frac{l}{2} - \Delta x\right) = 5Sl + 8S\Delta x = V_0 + 8S\Delta x$$	0,5	
Presiunea scade la valoarea $p < p_0$. Asupra pistonului A va acționa o forță $F_A = 9S(p_0 - p)$ orientată în sensul pozitiv al axei iar asupra pistonului B va acționa forța $F_B = S(p_0 - p)$ orientată în sensul negativ al axei. Forța rezultantă asupra sistemului de pistoane este $$F = F_A - F_B = 9S(p_0 - p) - S(p_0 - p) = 8S(p_0 - p)$$	0,5	
Presiunea p a gazului se găsește din ecuația transformării adiabatice $$pV^\gamma = p_0V_0^\gamma, p = p_0\left(\frac{V_0}{V}\right)^\gamma = p_0\left(\frac{V_0}{V_0+8S\Delta x}\right)^\gamma = p_0\left(1 + \frac{8\Delta x}{5l}\right)^{-\gamma}$$		

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

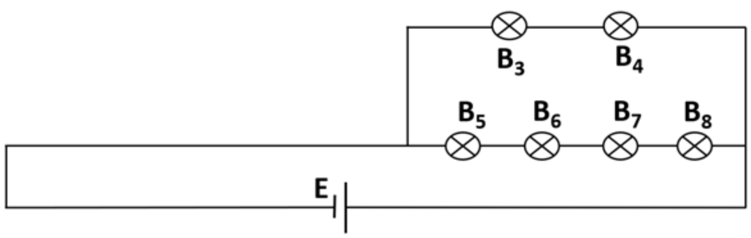
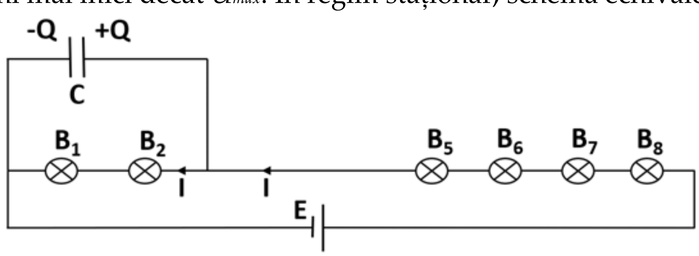
Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”
ediția a XII-a, etapa locală, Iași, 16 aprilie 2024
Barem – anul II

În cazul micilor oscilații ($\Delta x \ll x_A, x_B, \Delta V \ll V_0$) putem scrie $p = p_0\left(1 - \frac{8\gamma\Delta x}{5l}\right)$	0,5	
Forța rezultantă devine $F = \frac{64S\gamma p_0}{5l}\Delta x$ fiind o forță de tip elastic cu constanta $$k = \frac{64S\gamma p_0}{5l}.$$		
Indicele adiabatic al amestecului de gaze se gasește din relația $\nu C_V = \nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2} = \frac{m_1}{\mu_1}\frac{5R}{2} + \frac{m_2}{\mu_2}\frac{3R}{2}$, $C_V = \frac{\mu}{m}\left(\frac{5m_1}{\mu_1} + \frac{3m_2}{\mu_2}\right)\frac{R}{2}$ Numărul efectiv de grade de libertate al amestecului este $i = \frac{\mu}{m}\left(\frac{5m_1}{\mu_1} + \frac{3m_2}{\mu_2}\right) = \frac{23}{6}$, $\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{35}{23} = 1{,}52$	1,5	
Perioada micilor oscilații este $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m+M}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{64S\gamma p_0}{5l(m+M)}} = \frac{4}{\pi}\sqrt{\frac{S\gamma p_0}{5l(m+M)}}$, $$f \cong 29Hz$$	0,5	
Oficiu		**1p**

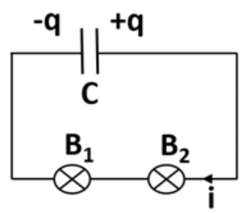
Barem propus de:
Conf. Univ. Dr.Cristian BABAN

	Parțial	**Punctaj**
Subiectul al II-lea		**10**
a) Pentru K_1 închis și K_2 deschis, circuitul echivalent este: 	0.2p	3
Rezistențele grupărilor serie sunt: $$R_{12} = 2R$$ $$R_{34} = 2R$$ $$R_{5-8} = 4R$$	0.6p	
Rezistența grupării paralel este: $$R_p = \frac{R_{34}R_{5-8}}{R_{34} + R_{5-8}} = \frac{2R \cdot 4R}{2R + 4R} = \frac{4R}{3}$$	0.6p	
Rezistența echivalentă a întregului circuit este: $$R_{ech} = R_{12} + R_p = 2R + \frac{4R}{3} = \frac{10R}{3}$$	0.2p	
Curent electric prin becurile B_1 și B_2 se determină aplicând legea lui Ohm pentru întregul circuit: $$I_1 = I_2 = \frac{E}{R_{ech}} = \frac{E}{\frac{10R}{3}} = \frac{3E}{10R}$$	0.6p	

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

Curenții prin becurile B_3 și B_4 (I_3), respectiv becurile B_5, B_6, B_7 și B_8 (I_5) se determină utilizând legile lui Kirchhoff: $I_3 + I_5 = I_1$ $I_3 \cdot 2R - I_5 \cdot 4R = 0$	0.6p	
Rezultatele sistemului de ecuații: $I_3 = I_4 = \frac{2E}{10R}$ $I_5 = I_6 = I_7 = I_8 = \frac{E}{10R}$	0.2p	
b) Tensiunea maximă la bornele unui bec se calculează utilizând rezultatele de la subpunctul a): $U_{max} = I_1 R = \frac{3E}{10R} R = 0.3E$	0.5p	3
Imediat după închiderea întrerupătorului K_2 sarcina condensatorului este nulă, deci și tensiunea la bornele sale (egală cu tensiunea la bornele becurilor B_1 și B_2) este nulă. Cu alte cuvinte, imediat după închiderea lui K_2, condensatorul este echivalent cu un fir conductor, becurile B_1 și B_2 pot fi considerate scurtcircuitate, iar noua schemă echivalentă este:  	0.5p	
Noile tensiuni instantanee la bornele becurilor vor fi: $u_3 = u_4 = 0.5E$ $u_5 = u_6 = u_7 = u_8 = 0.25E$	0.5p	
Pentru că u_3 si u_4 sunt mai mari decât U_{max}, becurile B_3 și B_4 se vor arde și nu vor mai participa la conducție. În schimb, celelalte becuri vor fi supuse permanent unor tensiuni mai mici decât U_{max}. În regim staționar, schema echivalentă este:  	0.5p	
Intensitatea curentului staționar: $I = \frac{E}{6R}$	0.3p	
Tensiunea la bornele condensatorului:		

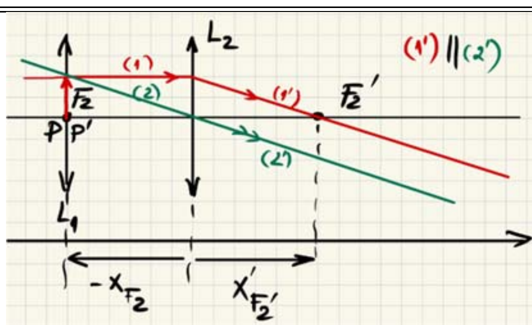
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul din barem va primi punctajul maxim .
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în rezolvare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge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

$U = I \cdot 2R = \frac{E}{6R} 2R = \frac{E}{3}$ Sarcina condensatorului: $Q = CU = \frac{CE}{3}.$	0.3p 0.4p	
c) Se analizează următorul circuit in regim tranzitoriu:  La un moment oarecare de timp, sarcina condensatorului este q, intensitatea curentului prin becuri este i, iar relația dintre acestea este: $\frac{q}{C} = -2iR = -2R\frac{dq}{dt}$ Soluția acestei ecuații diferențiale este: $\ln(q) = -\frac{t}{2CR} + A$ Constanta A se determină din condițiile inițiale (q=Q): $A = \ln(Q)$ Dependența sarcinii condensatorului de timp este: $q(t) = Q \cdot e^{-\frac{t}{2CR}}$ Dependența tensiunii la bornele condensatorului de timp este: $u_C(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{Q}{C} e^{-\frac{t}{2CR}}$ Se egalează u_c cu $2U_{max}/10$ pentru a găsi intervalul de timp în care becurile luminează: $t = -2CR \cdot ln\left(\frac{0.06CE}{Q}\right)$ Rezultatul final se obține înlocuind Q cu sarcina găsită la subpunctul b): $t = -2CR \cdot ln(0.18)$	0.3p 0.4p 0.4p 0.4p 0.3p 0.4p 0.4p 0.4p	**3**
Oficiu		**1p**

Barem propus de:
Lect. Univ. Dr. Leontin PĂDURARIU

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

Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”
ediția a XII-a, etapa locală, Iași, 16 aprilie 2024
Barem – anul II

	Parțial	Punctaj
Subiectul al III-lea		**10**
a) condiția pentru ca sistemul să fie acromat în privința distanțelor focale: $$d = \frac{f_1' + f_2'}{2} \Rightarrow f_2' = 2d - f_1' = 3\ cm$$ $$C_2 = \frac{1}{f_2'} = \frac{100}{3} m^{-1} = 33{,}33\ dioptrii$$		1
b) $\frac{1}{f'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ pentru L1: $\lvert R_1\rvert = \lvert R_2\rvert = 3cm$ pentru L2: $\lvert R_1\rvert = \infty;\ \lvert R_2\rvert = 1{,}5cm$		2
c) $$R_s = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{3}cm^{-1} & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & -3cm \\ 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{3}cm^{-1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -3cm \\ \frac{1}{3}cm^{-1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -3cm \\ \frac{1}{3}cm^{-1} & 0 \end{pmatrix}$$ $x'_{P'} = \frac{R_{11}-1}{R_{21}} = -3cm;\ x_P = -\frac{R_{22}-1}{R_{21}} = 3cm$ $x'_{F'} = \frac{R_{11}}{R_{21}} = 0cm;\ x_F = -\frac{R_{22}}{R_{21}} = 0cm;$ $f = x_F - x_P = -3cm;\ f' = x'_{F'} - x'_{P'} = 3cm$ $x_N = x_P;\ x'_{N'} = x'_{P'}$		3
d) • planul principal al lentilei L1 (lentilă subțire) coincide cu planul lentilei și imaginea formată prin L1 este tot în același plan de aceeași mărime; • prin urmare lentila L2 va forma în final imaginea unui obiect situat la distanță x2=-3cm față de aceasta (în planul focal obiect) • imaginea finală este situată la infinit		2
e) 		1
Oficiu		**1p**

Barem propus de:
Lect. univ. dr. Cătălin AGHEORGHIESEI

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