Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

XI

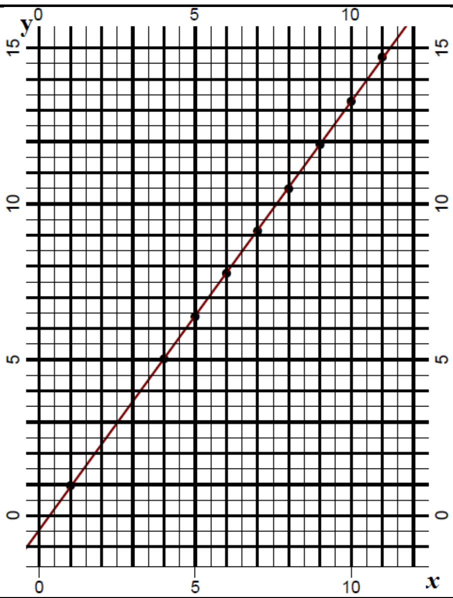
Problema 1 (10 puncte)

<table>
<tr><th></th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td>a) rezistența becului la temperatura camerei, $\overline{R_0}$=0,394Ω.</td><td>1p</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>b) $R_0 = \frac{4\rho_0 l}{\pi d^2} \Rightarrow l = \frac{\pi d^2 R_0}{4\rho_0}$=3,51 cm</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>c) valorile rezistenței becului;
<table>
<tr><th>T[K]</th><th>R[Ω]</th></tr>
<tr><td>300</td><td>0,394</td></tr>
<tr><td>1200</td><td>2,17</td></tr>
<tr><td>1500</td><td>2,81</td></tr>
<tr><td>1800</td><td>3,49</td></tr>
<tr><td>2100</td><td>4,18</td></tr>
<tr><td>2400</td><td>4,91</td></tr>
<tr><td>2700</td><td>5,65</td></tr>
<tr><td>3000</td><td>6,42</td></tr>
<tr><td>3300</td><td>7,21</td></tr>
</table></td><td>1p</td></tr>
<tr><td>d) valorile variabilei x
<table>
<tr><th>$x = T/T_0$</th></tr>
<tr><td>1</td></tr>
<tr><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td></tr>
<tr><td>6</td></tr>
<tr><td>7</td></tr>
<tr><td>8</td></tr>
<tr><td>9</td></tr>
<tr><td>10</td></tr>
<tr><td>11</td></tr>
</table></td><td>1p</td></tr>
<tr><td>e)
<table>
<tr><th>$x = T/T_0$</th><th>$y = \frac{R}{R0} - cx^2$</th></tr>
<tr><td>1</td><td>0,970</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5,03</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6,38</td></tr>
<tr><td>6</td><td>7,78</td></tr>
<tr><td>7</td><td>9,14</td></tr>
<tr><td>8</td><td>10,5</td></tr>
<tr><td>9</td><td>11,9</td></tr>
<tr><td>10</td><td>13,3</td></tr>
<tr><td>11</td><td>14,7</td></tr>
</table></td><td>1p</td></tr>
</table>

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, proporţional cu conţinutul 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.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

XI

f) 	1p	
g) parametrii a si b din formula (1) $R = R_0(a + bx + cx^2)$, Coordonatele (alese de noi) celor mai depărtate puncte de pe dreaptă situate la intersecția acesteia cu gridul sunt A(0; -0,5) și B(11,25; 15); panta b=(15+0,5)/(11,25-0)=1,38; $a = y_A - bx_A$ =-0,5-1,38*0,0=$-0,5$. $a = -0,5$ și $b = 1,38$.	2p	
h) Deoarece $U_n = 12$ V și $P_n = 21$ W; $P_n = U_n^2/R_n \Longrightarrow R_n = 6,86\ \Omega$. $R = R_0(a + bx + cx^2)$ ⟹Avem de rezolvat ecuația $R_n/R_0 = -0,5 + 1,38x + 0,030078x^2$ singura soluție care este fizic acceptabilă a acestei ecuaţii este $x = 10,552 \Longrightarrow T = 10,552 \cdot 300 = 3165,6\ \mathrm{K}$. Deoarece în enunţ se cere prezentarea tuturor rezultatelor folosind 3 cifre semnificative. Răspunsul corect este $T = 3,17 \cdot 10^3\ \mathrm{K}$	1p	
Oficiu	1p	**10**

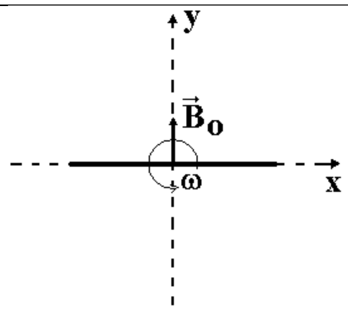
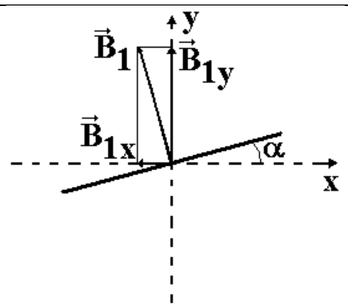
Barem propus de:
Prof. Ion TOMA, CN „Mihai Viteazul”, București
Lector univ. dr. Cornel NICULAE Fac. Fizica; Universitatea București

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, proporţional cu conţinutul 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.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

XI

Problema 2 **(10 puncte)**

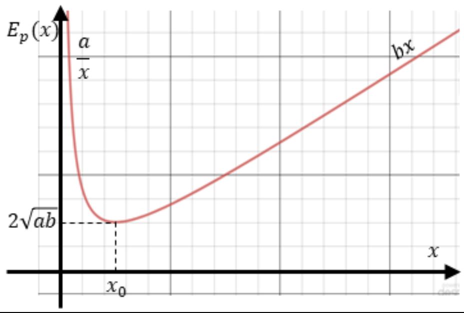
	Parțial	**Punctaj**
a) Fluxul câmpului magnetic prin inel: $\Phi(t)=\vec{B}_o\cdot\vec{S}=B_o\cdot S\cdot\cos\alpha=B_o\cdot S\cdot\cos(\omega\cdot t)=B_o\cdot S\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ Aria inelului: $S=\pi\cdot r^2$ Deci: $\Phi(t)=B_o\cdot\pi\cdot r^2\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$	**1p**	
b) Tensiunea electromotoare indusă în inel: $\varepsilon=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{dt}}=2\cdot\pi\cdot\nu\cdot B_o\cdot\pi\cdot r^2\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)=2\cdot\pi^2\cdot r^2\cdot\nu\cdot B_o\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ Intensitatea curentului electric prin inel: $I=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{2\cdot\pi^2\cdot r^2\cdot\nu\cdot B_o}{R}\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$	**1p**	
c) Sarcina în inel: $e=-\frac{d\phi}{dt}=Ri=r\frac{dq}{dt}\Rightarrow dq=-\frac{1}{R}d\phi\Rightarrow\Delta q=-\frac{1}{R}\Delta\phi=\frac{2\phi_0}{R}=\frac{2B_0\pi r^2}{R}$	**1p**	
d) Câmpul magnetic indus în centrul inelului: $B_1=\frac{\mu_o\cdot I}{2\cdot r}=\frac{\mu_o\cdot\pi^2\cdot r\cdot\nu\cdot B_o}{R}\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ Componentele lui B_1 sunt (conform figură): $B_{1x}=B_1\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)=\frac{\mu_o\cdot\pi^2\cdot r\cdot\nu\cdot B_o}{R}\cdot\sin^2(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ $B_{1y}=B_1\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)=\frac{\mu_o\cdot\pi^2\cdot r\cdot\nu\cdot B_o}{R}\cdot\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ 	**2p**	
e) Din graficul funcțiilor sin și cos se vede că media în timp de o perioadă pentru funcția $\sin(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)\cdot\cos(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)$ este zero (este o funcție periodică de perioadă $T/2$). Astfel, valoarea medie a componentei B_{1y} este: $\overline{B_{1y}}=0$ Pe baza datelor din enunț putem scrie: $\overline{B_{1x}}=B_o\cdot\text{tg}\theta$ Numeric: $\overline{B_{1x}}=20\cdot\text{tg}(2^o)\cong 0.698\mu\text{T}$	1p	
f) Pentru a afla expresia valorii medii a lui B_{1x} în funcție de R, studiem variația functiei $\sin^2\alpha$: $\sin^2(2\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)=\frac{1-\cos(4\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)}{2}=\frac{1}{2}-\frac{\cos(4\cdot\pi\cdot\nu\cdot t)}{2}$ Funcția cos(4πνt) este periodică cu perioada T/2 și are media zero de-a lungul unei perioade T. Așadar: $\overline{B_{1x}}=\frac{\mu_o\cdot\pi^2\cdot r\cdot\nu\cdot B_o}{2R}=B_o\cdot\text{tg}\theta$ Deci: $R=\frac{\mu_o\cdot\pi^2\cdot r\cdot\nu}{2\text{tg}\theta}$. Numeric: $R=0.53\text{m}\Omega$	2p	
g) $P=\mathcal{M}_c\omega\Rightarrow\mathcal{M}_c=\frac{RI^2}{\omega}=\frac{RI_m^2}{2\omega}=2\frac{B_0^2\pi r^3}{\mu_0}\text{tg}\theta$	1p	
Oficiu		**1**

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.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

XI

Problema 3 **(10 puncte)**

	Parțial	Punctaj
a) $mg\sin\alpha = \frac{kq^2}{x_0^2} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{kq^2}{mg\sin\alpha}}$	**1,0p**	
b) Derivata a doua a energiei potențiale $\frac{d^2E_p}{dx^2} = \frac{2Aq^2}{x^3} > 0$ (sau studiul forțelor în jurul poziției de echilibru). Concluzie: echilibru stabil.	**1,0p**	
c) $E_p(x) = \frac{kq^2}{x} + (mg\sin\alpha)x = \frac{a}{x} + bx$ $\frac{d}{dx}E_p(x) = -\frac{a}{x^2} + b = 0 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{a}{b}} = x_0$ $E_p(x_0) = 2\sqrt{ab}$ Obs. Energia potențială are un minim în poziția de echilibru, ca urmare echilibrul este stabil. 	**2,0p**	
d) Scriem conservarea energiei: $\frac{a}{x_M} + bx_M = \frac{a}{x_f} + bx_f \Rightarrow x_f = x_M \; sau \; x_f = \frac{x_0^2}{x_M}$ Prima soluție reprezintă poziția inițială iar cea de-a doua reprezintă distanța minimă.	**1,0p**	
e) considerăm că $\Delta t = cm^\alpha x_0^\beta F_0^\gamma$, unde c este o constantă. Dimensional $T = cM^\alpha L^\beta M^\gamma L^\gamma T^{-2\gamma}$, unde $M =$ masă, $L =$ lungime, $T =$ timp. Din care $\alpha + \gamma = 0 \quad \alpha = 1/2$ $\beta + \gamma = 0 \Rightarrow \beta = 1/2$ $1 = -2\gamma \quad \gamma = -1/2$ Astfel $\Delta t = c\sqrt{\frac{mx_0}{F_0}}$	**2.0p**	
f) Oscilațiile sunt armonice dacă rezultanta forțelor este de tip elastic. Considerăm o deplasare mică față de poziția de echilibru: $s = x - x_0, s \ll x_0$. $F(x) = \frac{kq^2}{x^2} = \frac{kq^2}{(x_0+s)^2} = F_0\left(1 + \frac{s}{x_0}\right)^{-2} \approx F_0 - 2\frac{F_0}{x_0}s \Rightarrow R(s) = -2\frac{F_0}{x_0}s = -k_e s.$ Pentru astfel de deplasări, putem considera că rezultanta forțelor este de tip elastic. Atunci: $\omega = \sqrt{\frac{k_e}{m}} = \sqrt{\frac{2kq^2}{mx_0^3}}$	**2,0p**	
Oficiu		**1**

Barem propus de:
Lect. univ. dr. Mihai VASILESCU, Facultatea de fizică, UBB Cluj-Napoca,
Conf. univ. dr. Daniel ANDREICA, Facultatea de fizică, UBB Cluj-Napoca.
Prof. dr. Constantin COREGA, Colegiul Național „Emil Racoviță”, Cluj-Napoca

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.