

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 1 din 6

Problema 1

(10 puncte)

		Parțial	Punctaj																																																																																																																																												
a	$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{-(D-x_2)} \Rightarrow x_2^2 - D \cdot x_2 + D \cdot f = 0$ pentru care $\Delta = D \cdot (D - 4 \cdot f) \Rightarrow$ pentru <ul style="list-style-type: none"> • $D > 4 \cdot f$ se formează două imagini; • pentru $D = 4 \cdot f$ se formează doar o imagine • iar pentru $D < 4 \cdot f$ nu se formează nici o imagine Două imagini sunt formate de sistemul de lentile alipite iar celelalte două sunt formate de razele care trec prin partea lentilei L_1 care nu este acoperită de L_2 .	2p	2p																																																																																																																																												
b	<table border="1"> <thead> <tr> <th>nr.crt</th> <th>D (cm)</th> <th>x_1(cm)</th> <th>$D-x_1$(cm)</th> <th>f_1 (cm)</th> <th>f_{1m} (cm)</th> <th>Δf_1 (cm)</th> <th>Δf_{1m} (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>90</td><td>30</td><td>60</td><td>20,00</td><td rowspan="10">20,03</td><td>0,03</td><td rowspan="10">0,37</td></tr> <tr><td>2</td><td>90</td><td>62</td><td>28</td><td>19,29</td><td>0,74</td></tr> <tr><td>3</td><td>95</td><td>29</td><td>66</td><td>20,15</td><td>0,12</td></tr> <tr><td>4</td><td>95</td><td>67</td><td>28</td><td>19,75</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td><td>29</td><td>71</td><td>20,59</td><td>0,56</td></tr> <tr><td>6</td><td>100</td><td>74</td><td>26</td><td>19,24</td><td>0,79</td></tr> <tr><td>7</td><td>105</td><td>28</td><td>77</td><td>20,53</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>8</td><td>105</td><td>78</td><td>27</td><td>20,06</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>9</td><td>110</td><td>27</td><td>83</td><td>20,37</td><td>0,34</td></tr> <tr><td>10</td><td>110</td><td>83</td><td>27</td><td>20,37</td><td>0,34</td></tr> </tbody> </table> $f_1 = 20,0 \text{ cm} \pm 0,4 \text{ cm}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>nr.crt</th> <th>D (cm)</th> <th>x_1(cm)</th> <th>$D-x_1$(cm)</th> <th>f_s (cm)</th> <th>f_{sm} (cm)</th> <th>Δf_s (cm)</th> <th>Δf_{sm} (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>90</td><td>9</td><td>81</td><td>8,10</td><td rowspan="10">8,47</td><td>0,37</td><td rowspan="10">0,28</td></tr> <tr><td>2</td><td>90</td><td>80</td><td>10</td><td>8,89</td><td>0,42</td></tr> <tr><td>3</td><td>95</td><td>9,5</td><td>85,5</td><td>8,55</td><td>0,08</td></tr> <tr><td>4</td><td>95</td><td>86</td><td>9</td><td>8,15</td><td>0,32</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td><td>10</td><td>90</td><td>9,00</td><td>0,53</td></tr> <tr><td>6</td><td>100</td><td>91</td><td>9</td><td>8,19</td><td>0,28</td></tr> <tr><td>7</td><td>105</td><td>9,5</td><td>95,5</td><td>8,64</td><td>0,17</td></tr> <tr><td>8</td><td>105</td><td>96</td><td>9</td><td>8,23</td><td>0,24</td></tr> <tr><td>9</td><td>110</td><td>9</td><td>101</td><td>8,26</td><td>0,21</td></tr> <tr><td>10</td><td>110</td><td>100,5</td><td>9,5</td><td>8,68</td><td>0,21</td></tr> </tbody> </table>	nr.crt	D (cm)	x_1 (cm)	$D-x_1$ (cm)	f_1 (cm)	f_{1m} (cm)	Δf_1 (cm)	Δf_{1m} (cm)	1	90	30	60	20,00	20,03	0,03	0,37	2	90	62	28	19,29	0,74	3	95	29	66	20,15	0,12	4	95	67	28	19,75	0,28	5	100	29	71	20,59	0,56	6	100	74	26	19,24	0,79	7	105	28	77	20,53	0,50	8	105	78	27	20,06	0,03	9	110	27	83	20,37	0,34	10	110	83	27	20,37	0,34	nr.crt	D (cm)	x_1 (cm)	$D-x_1$ (cm)	f_s (cm)	f_{sm} (cm)	Δf_s (cm)	Δf_{sm} (cm)	1	90	9	81	8,10	8,47	0,37	0,28	2	90	80	10	8,89	0,42	3	95	9,5	85,5	8,55	0,08	4	95	86	9	8,15	0,32	5	100	10	90	9,00	0,53	6	100	91	9	8,19	0,28	7	105	9,5	95,5	8,64	0,17	8	105	96	9	8,23	0,24	9	110	9	101	8,26	0,21	10	110	100,5	9,5	8,68	0,21	1p	3p
nr.crt	D (cm)	x_1 (cm)	$D-x_1$ (cm)	f_1 (cm)	f_{1m} (cm)	Δf_1 (cm)	Δf_{1m} (cm)																																																																																																																																								
1	90	30	60	20,00	20,03	0,03	0,37																																																																																																																																								
2	90	62	28	19,29		0,74																																																																																																																																									
3	95	29	66	20,15		0,12																																																																																																																																									
4	95	67	28	19,75		0,28																																																																																																																																									
5	100	29	71	20,59		0,56																																																																																																																																									
6	100	74	26	19,24		0,79																																																																																																																																									
7	105	28	77	20,53		0,50																																																																																																																																									
8	105	78	27	20,06		0,03																																																																																																																																									
9	110	27	83	20,37		0,34																																																																																																																																									
10	110	83	27	20,37		0,34																																																																																																																																									
nr.crt	D (cm)	x_1 (cm)	$D-x_1$ (cm)	f_s (cm)	f_{sm} (cm)	Δf_s (cm)	Δf_{sm} (cm)																																																																																																																																								
1	90	9	81	8,10	8,47	0,37	0,28																																																																																																																																								
2	90	80	10	8,89		0,42																																																																																																																																									
3	95	9,5	85,5	8,55		0,08																																																																																																																																									
4	95	86	9	8,15		0,32																																																																																																																																									
5	100	10	90	9,00		0,53																																																																																																																																									
6	100	91	9	8,19		0,28																																																																																																																																									
7	105	9,5	95,5	8,64		0,17																																																																																																																																									
8	105	96	9	8,23		0,24																																																																																																																																									
9	110	9	101	8,26		0,21																																																																																																																																									
10	110	100,5	9,5	8,68		0,21																																																																																																																																									
	$f_{sistem} = 8,47 \text{ cm} \pm 0,28 \text{ cm}$ $\frac{1}{f_{sistem}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 \cong 14,7 \text{ cm}$ $\frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{\Delta f_1}{f_1} + \frac{\Delta f_{sistem}}{f_{sistem}} \Rightarrow \Delta f_2 \cong 0,76 \text{ cm}$	1p																																																																																																																																													
c	<ul style="list-style-type: none"> • pentru $0 < D < 4f_{sistem}$ adică $0 < D < 34 \text{ cm}$ nu se formează imagini; • pentru $D = 4f_{sistem}$ adică $D \cong 34 \text{ cm}$ se formează o imagine; • pentru $4f_{sistem} < D < 4f_1$ adică $34 \text{ cm} < D < 80 \text{ cm}$ se formează două imagini; • pentru $D = 4f_1$ adică $D \cong 80 \text{ cm}$ se formează 3 imagini; • pentru $D > 4f_1$ adică $D > 80 \text{ cm}$ se formează 4 imagini 	1p	1p																																																																																																																																												
d	$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$	1p	2p																																																																																																																																												

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
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 2 din 6

D (cm)	x_1 (cm)	x_2 (cm)	B		
100	10	90	9		
	29	71	2,45		
	74	26	0,35		
	91	9	0.1		
<p>Deci cea mai mare imagine este cea corespunzătoare poziției $x_1 = 10 \text{ cm}$</p> $\frac{1}{a} - \frac{1}{-x_1} = \frac{1}{f_1}; \frac{1}{x_2} - \frac{1}{-a+d} = \frac{1}{f_2}; x_2 \cong 20 \text{ cm}$ $x_1 + d + x_2 \cong 70 \text{ cm}$ <p><i>deci ecranul trebuie apropiat de lentile cu aproximativ 30 cm</i></p>				1p	
e	pentru sistem afocal $d^* = f_1 + f_2 \cong 34,7 \text{ cm}$			1p	1p
Oficiu					1p

- 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.

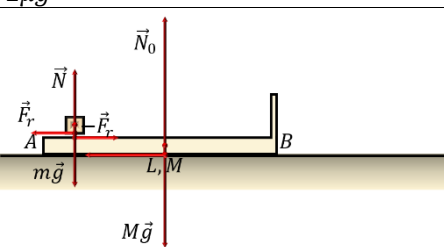
**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 3 din 6

Problema 2

(10 puncte)

		Parțial	Punctaj
a	Când corpul de masă m ajunge în B , în urma ciocnirii plastice, ansamblul corp - scândură se va deplasa împreună spre dreapta cu viteza $v_{01} = \frac{mv_0}{M+m}$	0,5p	1p
	Într-o mișcare uniform încetinită cu accelerația $a_1 = \mu g$, astfel că sistemul de corpuri se va opri după parcurgerea distanței $d_1 = \frac{v_{01}^2}{2a_1} = \left(\frac{m}{m+M}\right)^2 \frac{v_0^2}{2\mu g}$	0,5p	
b	Până la ciocnire, scândura nu se mișcă pentru că $\mu mg < \mu(m+M)g$	0,5p	2p
		0,5p	
	Înainte de ciocnire plastică, corpul cu masa m are viteza: $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2\mu g L}$	0,5p	
	După ciocnire corpurile au viteza $v_{02} = \frac{m}{m+M} v_1$	0,5p	
	Scândura va străbate până la oprire sa distanța $d_2 = \frac{v_{02}^2}{2a_1} = \frac{(v_0^2 - 2\mu g L)}{2\mu g} = d_1 - L \left(\frac{m}{m+M}\right)^2 < d_1$	0,5p	
c	Întrucât nu există forțe care să acționeze din exterior asupra sistemului de corpuri, CM al sistemului rămâne în repaus.	0,5p	1p
	$(M+m) \cdot \Delta x_{CM} = m \cdot \Delta x_1 + M \cdot \Delta x_2; 0 = m(L - d_0) + M(-d_0); d_0 = \frac{m}{m+M} L$	0,5p	
d	În acest caz scândura nu se mișcă. Dacă motorașul acționează cu o forță constantă f asupra scândurii, atunci jucăria se va deplasa cu accelerația $a_1 = f/m$ și va ajunge la capătul scândurii cu viteza $v = \sqrt{2a_1 L}$.	0,25p	2p
	Ansamblul jucărie - scândură va porni împreună (o ciocnire plastică) cu viteza $v_{03} = \frac{mv}{M+m} = \frac{m}{M+m} \sqrt{2a_1 L}$	0,5p	
	Ansamblul celor două corpuri, mișcându-se încetinit cu accelerația $a = \mu g$, se va opri după ce va parcurge distanța $d = \frac{v_{03}^2}{2a} = L \left(\frac{m}{m+M}\right)^2 \frac{f}{\mu mg}$	0,5p	
	Se observă că $d = \max$ dacă $f = f_{\max} = \mu(m+M)g$, cea mai mare valoare posibilă a lui f pentru care scândura nu alunecă în timpul funcționării motorașului jucăriei. Valoarea sa maximă este: $d_{\max} = \frac{m}{m+M} L = d_0$	0,5p	
	unde d_0 este distanța pe care s-ar deplasa scândura dacă nu ar exista frecare, doar că sensul de mișcare este inversat. Totodată, observăm că d_{\max} nu depinde de valoarea coeficientului de frecare, dar dacă $\mu = 0$, problema are altă rezolvare.	0,25p	

- 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.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 4 din 6

e	<p>În acest caz, în timpul deplasării jucăriei, scândura se deplasează în sens contrar un timp Δt_1. Din momentul ciocnirii jucăriei, întregul sistem se va deplasa spre dreapta și se va opri după un timp Δt_2. Din exterior, asupra sistemului acționează numai forța de frecare, al cărui sens se schimbă la oprirea jucăriei pe scândură. Pentru întreaga deplasare a sistemului, de la pornire până la oprirea scândurii, putem scrie:</p>		0,5p	2p
	$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{ext} \cdot \Delta t; 0 = F_r \cdot \Delta t_1 - F_r \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_1 = \Delta t_2$		0,5p	
	<p>Pentru cele două intervale de timp, accelerațiile scândurii vor fi:</p> $a_1 = \frac{f - F_r}{M}, \text{ respectiv } a_2 = \frac{F_r}{M + m}.$		0,5p	
	<p>Astfel,</p> $\frac{d_1}{d_2} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{f - F_r}{F_r} \frac{m + M}{M} > 1 \Rightarrow f > F_r \frac{2M + m}{m + M} = \mu(m + 2M)g$		0,5p	
f	<p>Considerând șenilata punctiformă (neglijând energii de rotație), putem scrie:</p> $dE_c = P \cdot dt \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Pt \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2P}{m}t}$		1p	1p
	Oficiu			1

- 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.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 5 din 6

Problema 3 (10 puncte)

a		Parțial	Punctaj
	Încălzirea capsulei fiind cvasistatică, putem considera că, la orice moment, temperatura este aceeași în orice punct al capsulei.	0,5p	2,5p
	Prin creșterea temperaturii, gazul din eprubetă se distinde; în tub, nivelul lichidului coboară cu y (vezi Figura 1) iar deoarece $S \ll S_{capsulă}$ nivelul lichidului, în exteriorul tubului, rămâne nemodificat: $V = V_0 + Sy$.	0,5p	
	La acest moment, presiunea gazului din tub este $p = p_0 + \rho gy$. Astfel, $p = p_0 + \rho g \frac{V - V_0}{S} = (p_0 - \rho gL) + \frac{\rho g}{S} V = aV + b; a = \frac{\rho g}{S}, b = p_0 - \rho gL.$	1,5p	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="308 689 735 981"> <p style="text-align: center;">Figura 1</p> </div> <div data-bbox="762 689 1225 981"> <p style="text-align: center;">Figura 2</p> </div> </div>		
b	Graficul cerut este reprezentat în Figura 2. Poziția dreptei suport depinde de valoarea lui b după cum se vede în figură.	0,5p	0,5p
c	$p = nkT$ $pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{p^2}{\nu R} \Rightarrow \frac{T}{p} \sim p$	1p	2p
	$\bar{\lambda} \sim \frac{1}{n} = \frac{kT}{p} \sim p$	0,5p	
	Temperatura se dublează: $\Rightarrow \frac{\bar{\lambda}_2}{\bar{\lambda}_1} = \frac{p_2}{p_1} = \sqrt{2}$	0,5p	
d	Conform graficului, punctul A marchează sosirea capsulei pe solul planetei.	0,25p	1,5p
	Considerăm o regiune îngustă din atmosfera din imediata vecinătate a suprafeței planetei, cu înălțimea $ \Delta h \ll h_0$ (ea corespunde în grafic punctelor din vecinătatea punctului A). În această fâșie presiunea atmosferică se modifică după relația $\Delta p = -\rho g \cdot \Delta h$, unde ρ este densitatea gazului (CO_2). Pentru valori Δh foarte mici putem considera densitatea constantă.	0,5p	
	$p = \frac{\rho}{\mu} RT$ $\Delta h = -v_0 \cdot \Delta t$ $\frac{\Delta p}{p} = \frac{g \mu v_0 \Delta t}{RT}$ <p>Astfel, trebuie să evaluăm de pe grafic panta $\frac{\Delta p}{\Delta t}$</p> <div style="text-align: right;"> <p style="text-align: center;">Figura 3</p> </div>	0,5p	
	$v_0 = \frac{RT}{g \mu} \frac{\Delta p}{p \Delta t} = 14,86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,25	

- 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.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
15 februarie 2020
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 6 din 6

e	Capsula s-a aflat la înălțimea $h_B = 15$ km cu $\Delta t = \frac{h}{v_0} \approx 1000$ s înainte de ajungerea în punctul A , adică la momentul $t_B = t_A - \Delta t \approx 2500$ s; la acest moment presiunea atmosferică are valoarea $p_B \approx 11$ u.	0,5p	1p
	Estimăm $\frac{\Delta p}{p \Delta t}$ la această înălțime (vezi Figura 3) și calculăm temperatura: $T(h) = \frac{g \mu v_0 p \Delta t}{R \Delta p} \Big _B = 485 \text{ K}$	0,5p	
f	Tangentele duse la grafic (cu mâna) prin punctele A și B pot fi diferite, ca urmare pot apărea erori în determinarea pantei $\Delta p / \Delta t$ (în Figura 3 au fost punctate mai multe tangente prin punctul A). Asemănător pentru punctul B . Putem aprecia o eroare de 5% în determinarea pantei $\Delta p / \Delta t$.	0,5p	1,5p
	Presupunând că celelalte mărimi sunt cunoscute cu o precizie mai bună (să zicem o eroare de sub 1%), eroarea relativă la determinarea lui v_0 va fi de ordinul a 5%. Astfel, putem considera $v_0 = (15 \pm 1)$ m/s.	0,5p	
	Eroarea în determinarea tangentei în punctul B este tot 5%. Întrucât erorile în determinarea acestei tangente și determinarea lui v_0 sunt independente, eroarea relativă totală poate fi exprimată prin $\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} \approx 7\%$. Astfel $T_h = (485 \pm 40)$ K. Se acceptă și $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \approx 10\%$ Observație: Se punctează orice mod corect de lucru.	0,5p	
Oficiu			1

Barem propus de:
Prof. Gabriela ALEXANDRU, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
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.