

Subiectul I.

Barem de notare	Parțial
<p>a) viteza celei de a doua rachete față de Pământ este $u_{2x} = \frac{dx}{dt} = \frac{4}{5} \cdot c$</p> <p>Notăm sistemul de referință legat de Pământ cu SR. Considerăm un sistem de referință legat de prima rachetă (SR'), care se mișcă față de Pământ cu viteza $u_{1x} = \frac{3}{5} \cdot c$, unde $u_{1x} = v$. Viteza celei de a doua rachete față de prima va fi $u'_{2x} = \frac{u_{2x} - u_{1x}}{1 - \frac{u_{1x} \cdot u_{2x}}{c^2}} = \frac{5}{13} \cdot c$.</p> <p>Legea de mișcare în raport cu prima (SR') va fi: $x' = u'_{2x} \cdot t' = \frac{5}{13} \cdot ct'$.</p>	2
<p>b) Notăm cu m'_0 masa de repaus a celei de a doua rachete. Din condiția dată: $E_c = E'_c$. Rezultă:</p> $(m - m_0) \cdot c^2 = (m' - m'_0) \cdot c^2$ $m_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u_{1x}^2}{c^2}}} - 1 \right) = m'_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u_{2x}^2}{c^2}}} - 1 \right)$ <p>Înlocuind u_{1x} și u_{2x}, obținem $m'_0 = \frac{3}{8} \cdot m_0 = 1,125t$</p>	2
<p>c) Densitatea corpului în mișcare:</p> $\rho = \frac{dm}{dV} = \frac{\frac{dm_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}}{dV_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}_0}} = \frac{dm_0}{dV_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \rho_0 \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\rho_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\rho = \rho_0 + \rho_0 \cdot f = \rho_0(1 + f)$ $\frac{\rho}{\rho_0} = 1 + f$	2

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}},$ $v = c \cdot \sqrt{\frac{f}{1+f}} = c \cdot 0,41, v = 0,41 \cdot c$	
<p>d) $v = u_{1x}$</p> $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,64}} = \frac{\Delta t'}{0,8}$ $\Delta t' = \frac{1}{75} \text{ min}, \Delta t = \frac{\frac{1}{75}}{0,8} = \frac{1}{60} \text{ min}$ <p>Ritmul cardiac al astronautului este de 60 bătăi/min.</p>	1
<p>e) Cubul se contractă doar pe direcția de mișcare.</p> $l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, l = 5 \sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}} = 5 \sqrt{1 - 0,36} = 5 \sqrt{0,64} = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ cm}$ <p>Cubul se va transforma într-un paralelipiped cu laturile: 5 cm, 5 cm, 4 cm.</p> $V_0 = l^3 = 125 \text{ cm}^3, V = l_0^2 \cdot l = 100 \text{ cm}^3$ $\Delta V = V_0 - V = V_0 \cdot \frac{x}{100}, x = \frac{(V_0 - V) \cdot 100}{V_0}, x = 20\%$ <p>Volumul corpului se micșorează cu 20%.</p>	2
Oficiu	1
Total	10

Problema a fost propusă de prof. Viorel Solschi, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul II.

Subpunctul	Barem evaluare	Punctaj	Punctaj total
a.	<p style="text-align: center;">Valoarea foarte mare a deplasării spre roșu este un efect Doppler relativist (efectul cosmologic al dilatării Universului).</p> $\lambda_1 = \lambda_{01} \sqrt{\frac{1 + \frac{v_1}{c}}{1 - \frac{v_1}{c}}}$ $z_1 = \frac{\lambda_1 - \lambda_{01}}{\lambda_{01}} = \frac{\lambda_1}{\lambda_{01}} - 1 = \sqrt{\frac{1 + \frac{v_1}{c}}{1 - \frac{v_1}{c}}} - 1$ $\frac{v_1}{c} = \frac{(z_1 + 1)^2 - 1}{(z_1 + 1)^2 + 1}$ $v_1 = 0,893c$		
	<p style="text-align: center;">Analog,</p> $\lambda_2 = \lambda_{02} \sqrt{\frac{1 + \frac{v_2}{c}}{1 - \frac{v_2}{c}}}$ $z_2 = \frac{\lambda_2 - \lambda_{02}}{\lambda_{02}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_{02}} - 1 = \sqrt{\frac{1 + \frac{v_2}{c}}{1 - \frac{v_2}{c}}} - 1$ $\frac{v_2}{c} = \frac{(z_2 + 1)^2 - 1}{(z_2 + 1)^2 + 1}$ $v_2 = 0,963c$		
	Diferențind relațiile care formează transformările Lorentz generale, obținem:		

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{\vec{v} + (\gamma - 1) \frac{(\vec{v}' \cdot \vec{v}_0) \vec{v}_0}{v_0^2} + \gamma \vec{v}_0}{\gamma \left(1 + \frac{\vec{v}' \cdot \vec{v}_0}{c^2} \right)}$ <p style="text-align: center;">respectiv</p> $\vec{v}' = \frac{d\vec{r}'}{dt'} = \frac{\vec{v} + (\gamma - 1) \frac{(\vec{v} \cdot \vec{v}_0) \vec{v}_0}{v_0^2} - \gamma \vec{v}_0}{\gamma \left(1 - \frac{\vec{v} \cdot \vec{v}_0}{c^2} \right)}$		
	<p>În cazul nostru,</p> $\vec{v}_0 = \vec{v}_1$ $\vec{v} = \vec{v}_2$ <p>\vec{v}'_2 – viteza relativă cerută</p> $\vec{v}_2 = \vec{v}_{2\parallel} + \vec{v}_{2\perp}$ $\vec{v}'_2 = \vec{v}'_{2\parallel} + \vec{v}'_{2\perp}$		

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



CONCURSUL INTERLICEAL TOPFIZ
1988 - 2023
COLEGIUL NAȚIONAL „EMIL RACOVIȚĂ” CLUJ-NAPOCA
10 - 12 noiembrie 2023

XII

pagina 5 din 7

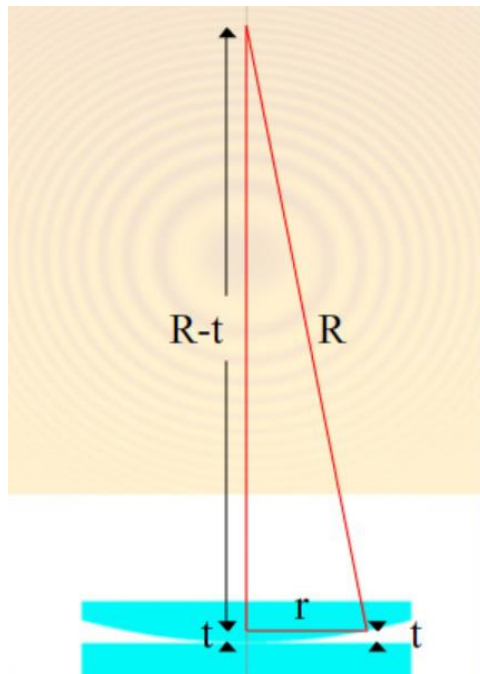
	$v_{2\parallel} = v_2 \cos\theta$		
	$v_{2\perp} = v_2 \sin\theta$		
	$\vec{v}'_{2\parallel} = \frac{\vec{v}_{2\parallel} - \vec{v}_1}{1 - \frac{\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2}{c^2}}$		
	$\vec{v}'_{2\perp} = \frac{\vec{v}_{2\perp}}{\gamma \left(1 - \frac{\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2}{c^2}\right)}$		
	$v'_{2\parallel}{}^2 = 0,2927c^2$		
	$v'_{2\perp}{}^2 = 0,289c^2$		
	$v'_2 = 0,76c$		

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul III.

Rezolvare

- a. Pentru lumina incidentă la distanța r de punctul de contact dintre lentilă și placa de sticlă, diferența de drum dintre lumina reflectată pe suprafața curbă a lentilei, respectiv pe fața lamei de sticlă este: $\delta = 2t + \frac{\lambda}{2}$ deoarece la reflexia pe suprafața lamei de sticlă se produce un salt de o semilungime de undă.



Pentru a se obține maxim de interferență trebuie ca diferența de drum să fie multiplu par de semilungimi de undă:

$$\delta = 2k \frac{\lambda}{2}$$

Obținem: $t_k = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}$.

Din figură se observă că:

$$r_k^2 = R^2 - (R - t_k)^2 = 2Rt_k - t_k^2$$

Deoarece $t_k \ll R$ termenul t_k^2 poate fi neglijat, deci: $r_k^2 \approx 2Rt_k = (2k - 1)R \frac{\lambda}{2}$ și

$$D_k = 2 \sqrt{(2k - 1)R \frac{\lambda}{2}}$$

- b. Inelele întunecate se obțin atunci când $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

deci $D_k = 2\sqrt{kR\lambda}$

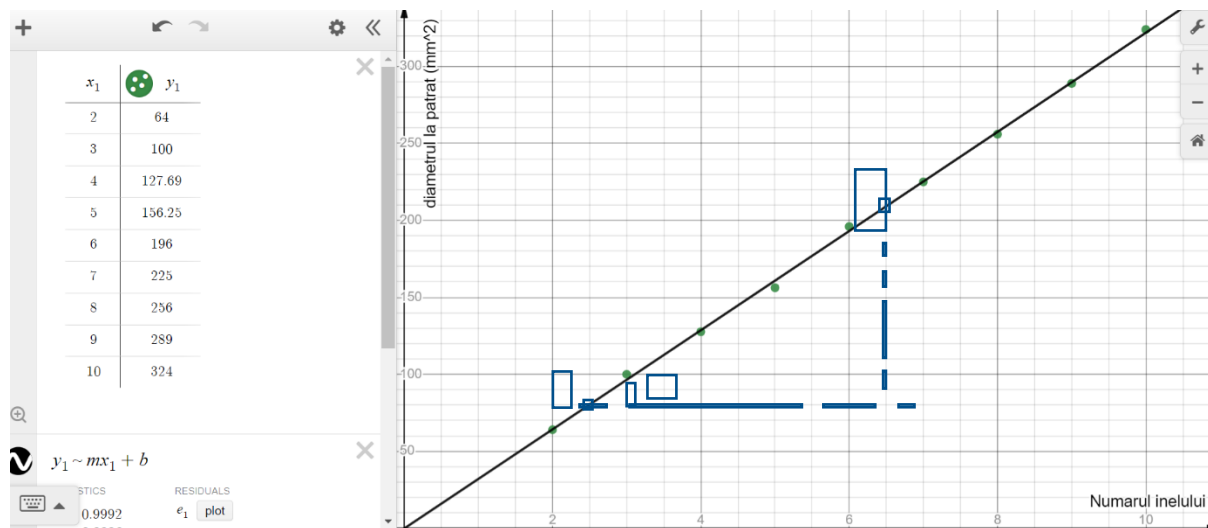
- c. Tabelul completat este următorul:

k	D_k (mm)	D_k^2 (mm ²)	R (m)	R_{mediu} (m)
1	6,0	36,00	15,57	13,93
2	8,0	64,00	13,84	
3	10,0	100,00	14,42	
4	11,3	127,69	13,81	
5	12,5	156,25	13,52	
6	14,0	196,00	14,13	
7	15,0	225,00	13,90	
8	16,0	256,00	13,84	
9	17,0	289,00	13,89	
10	18,0	324,00	14,01	

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Prima măsurătoare a fost eliminată deoarece valoarea obținută diferă mult de celelalte.
 Am obținut: $R = 13,93$ m.

d.



Punctele P_1 și P_2 au coordonatele $P_1(2,5; 80 \text{ mm}^2)$ și $P_2(6,5; 210 \text{ mm}^2)$.

Panta dreptei este $\tan \alpha = 32,5 \text{ (mm}^2\text{)}$.

Dar $\tan \alpha = 4R\lambda$.

$$R = \frac{\tan \alpha}{4\lambda} = 14,06 \text{ m.}$$

Problema a fost propusă de prof. Viorel Solschi, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.