

### Subiectul I. Rachete și oameni

O rachetă cu masa de repaus  $m_0 = 3t$  se deplasează de-a lungul axei Ox cu viteza  $u_{1x} = \frac{3}{5}c$  față de Pământ. O a doua rachetă se deplasează paralel cu prima, în același sens, după legea  $x = \frac{4}{5} \cdot ct$  față de Pământ. La  $t_0 = 0$  rachetele trec una pe lângă cealaltă. **Să se determine:**

- a) ecuația de mișcare a celei de a doua rachete față de prima;
- b) masa de repaus a celei de a doua rachete, astfel încât ambele să aibă aceeași energie cinetică față de Pământ;
- c) cu ce viteză ar trebui să se deplaseze prima rachetă, pentru ca densitatea ei să fie cu  $f = 20\%$  mai mare decât densitatea în repaus;
- d) care este ritmul cardiac al astronautului din nava care se deplasează față de Pământ cu viteza  $u_{1x} = \frac{3}{5} \cdot c$ , măsurat de un observator de pe Pământ, dacă, măsurat în navă, astronautul are un ritm cardiac de 75 bătăi/min;
- e) ce formă ar avea un cub, dacă s-ar deplasa cu viteza  $v = \frac{3}{5}c$  pe direcția uneia dintre laturile sale și care ar fi lungimea laturilor la această viteză. Consideră că latura cubului în repaus este de 5 cm. Cu ce procent variază volumul corpului, în condițiile date?

*Problema a fost propusă de prof. Marta Brișan, Colegiul Național „Silvania”, Zalău*

### Subiectul II. Quasari

Pentru quasarii PKS 1402+044, respectiv SDSS 1030+0524 variațiile relative ale lungimilor de undă (deplasarea spre roșu) sunt  $z_1 = \frac{\Delta\lambda_1}{\lambda_{01}} = 3,2$ , respectiv  $z_2 = \frac{\Delta\lambda_2}{\lambda_{02}} = 6,28$ , unde  $\lambda_{01}$  și  $\lambda_{02}$  sunt lungimile de undă la surse. Presupunem că vitezele  $\vec{v}_1$ , respectiv  $\vec{v}_2$  ale celor doi quasari în raport cu Pământul sunt în planul PQ<sub>1</sub>Q<sub>2</sub>, unde P=Pământul, Q<sub>1</sub>= PKS 1402+044, Q<sub>2</sub>= SDSS 1030+0524, iar  $\theta = \angle(\vec{v}_1, \vec{v}_2)$ ,  $m(\hat{\theta}) = 45^\circ$ .

- a. Determinați vitezele  $v_1$  și  $v_2$ .
- b. Determinați viteza relativă a lui Q<sub>2</sub> față de Q<sub>1</sub>.

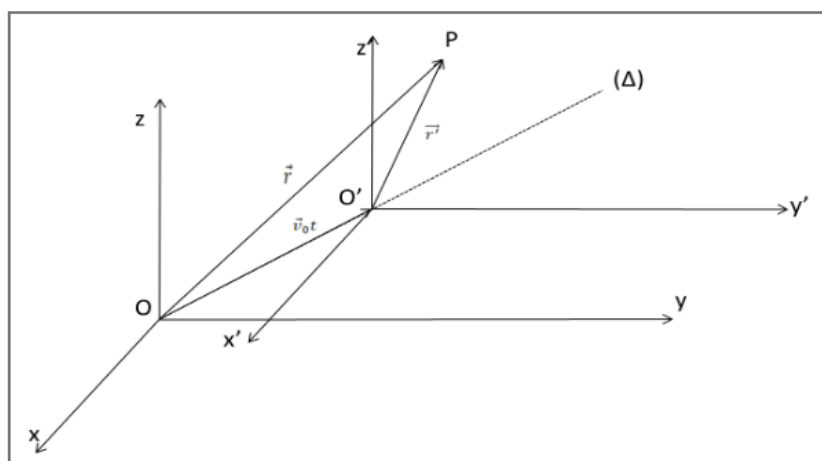
Notă. Pentru rezolvarea punctului b. trebuie utilizate transformările Lorentz generale:

$$\vec{r} = \vec{r}' + (\gamma - 1) \frac{(\vec{r}' \cdot \vec{v})\vec{v}}{v^2} + \gamma\vec{v}t'$$

$$t = \gamma \left( t' + \frac{\vec{r}' \cdot \vec{v}}{c^2} \right)$$

$$\vec{r}' = \vec{r} - (\gamma - 1) \frac{(\vec{r} \cdot \vec{v})\vec{v}}{v^2} - \gamma\vec{v}t$$

$$t' = \gamma \left( t - \frac{\vec{r} \cdot \vec{v}}{c^2} \right)$$



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.

unde  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ,  $v_0$ -viteza de translație a unui sistem de referință față de celălalt, ( $\Delta$ )-direcția de-a lungul căreia se face translația.

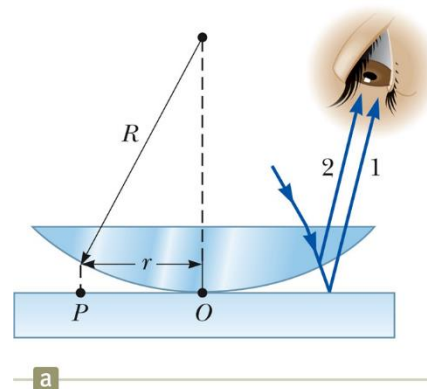
Se cunosc: viteza luminii în vid  $c=3 \cdot 10^8$  m/s.

*Problema a fost propusă de prof. Dumitru Georgescu, Colegiul Național „Emil Racoviță”, Cluj-Napoca*

### Subiectul III. Lumini și umbre

O lentilă plan-convexă, cu raza de curbură foarte mare, este așezată cu fața curbată pe o placă de sticlă (vezi figura).

Pe fața plană a lentilei cade perpendicular un fascicul paralel de lumină cu lungimea de undă  $\lambda$ . Se observă formarea unor inele luminoase separate de altele întunecate (inelele lui Newton).



- Exprimă raza de curbură a lentilei în funcție de diametrul inelului luminos de ordinul  $k$  (numărând de la interior spre exterior).
- Exprimă raza de curbură a lentilei în funcție de diametrul inelului întunecat de ordinul  $k$  (numărând de la interior spre exterior).
- Într-un experiment s-a utilizat lumină cu  $\lambda = 578$  nm și s-au obținut următoarele valori:

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_k$ (mm)	6,0	8,0	10,0	11,3	12,5	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0

În tabel  $k$  reprezintă numărul de ordine al inelului întunecat, iar  $D_k$  diametrul acestuia. Prelucrați datele din acest tabel și calculați raza de curbură a lentilei.

- Reprezintă grafic  $D_k^2$  în funcție de  $k$  și determină raza de curbură a lentilei din panta graficului.
- Care este numărul maxim de inele care pot fi observate dacă radiația nu este strict monocromatică astfel încât  $\lambda = (578 \pm 8)$  nm.

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

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