

## Fizyka I (Mechanika)

### Zadania na ćwiczenia - seria 13

### Tydzień 15.01.24-19.01.24

#### Zadanie 1 (poprzeczny efekt Dopplera)

Relatywistyczny świetlik porusza się prostopadle do osi  $Y$  i równoległe do osi  $X$  układu  $U$  w odległości  $b$  od niej. Niech świetlik mrugnie w pewnym punkcie  $A$  swego toru w chwili  $t' = 0$  oraz w punkcie  $B$  po czasie  $T_0$  mierzonym w jego układzie własnym. Jakie odstępy czasowe  $\tau$  między mrugnięciami zarejestruje pojedynczy widz w początku układu  $U$ , jeśli prędkość świetlika w tym układzie wynosi  $v$ ? Rozważ przypadek graniczny, gdy odległość  $b$  jest bardzo duża i znacznie większa niż droga, jaką pokonuje świetlik między kolejnymi mrugnięciami.

#### Zadanie 2 (transformacja Lorentza)

Niech będzie dany pociąg o długości  $L_0 = 1,8 \cdot 10^6$  km i związany z nim układ odniesienia  $U'$ . Pociąg, jadąc z prędkością  $v = 0,8c$ , mija peron, z którym wiążemy układ odniesienia  $U$ . W ostatnim wagonie pasażer strzela z karabinu w kierunku lokomotywy z prędkością  $u = 0,6c$  w układzie pociągu. Po jakim czasie mierzonym w układzie pociągu, pocisk doleci do lokomotywy i jaką drogę pokona? Po jakim czasie mierzonym w układzie peronu, pocisk doleci do lokomotywy i jaką drogę pokona?

#### Zadanie 3 (transformacja prędkości)

Napisz postać transformacji prędkości.

#### Zadanie 4 (prędkość podłużna)

Statek kosmiczny wroga porusza się radialnie ku Ziemi z prędkością  $V = 0,4c$ . Wrogowie wystrzelują w kierunku Ziemi:

- a) wiązkę laserową – pokaż, że prędkość światła w układzie odniesienia Ziemi wynosi również  $c$ ;
- b) rakiety z prędkością  $u = 0,8c$  względem układu odniesienia związanego z tym statkiem – jaka jest prędkość  $u_z$  tej rakiety w układzie odniesienia Ziemi (innymi słowy: z jaką prędkością rakietą ta uderzy w Ziemię)?

#### Zadanie 5 (pospieszność)

Wielkość fizyczna  $\eta$ , zwana pospiesznością, służy do opisu własności cząstek, które powstają w wyniku zderzeń cząstek elementarnych. Zdefiniowana jest ona związkami

$$\eta = \frac{1}{2} \ln \frac{c + u_{\parallel}}{c - u_{\parallel}},$$

gdzie  $u_{\parallel}$  jest składową prędkości wyprodukowanej w zderzeniu cząstki, równoległą do kierunku lotu cząstki-pocisku. Znajdź prawo transformujące pospieszności przy przejściu do innego układu.

#### Zadanie 6 (prędkość względna)

W jednym z akceleratorów zderzane są przeciwbieżne wiązki elektronów, których prędkość określona jest czynnikiem  $\gamma_e = 54\,000$  oraz protonów, dla których czynnik ten wynosi  $\gamma_p = 820$ . O ile różnią się prędkości tych cząstek od prędkości światła? Z jaką prędkością porusza się elektron obserwowany z protonu?

#### Zadanie 7 (prędkość prostopadła)

Niech układ odniesienia  $U$  będzie związany z peronem, a układ  $U'$  z pociągiem jadącym z prędkością  $V = 100$  m/s. Na peronie ustawiono pionowo palmę, po której wspina się małpa ze stałą prędkością  $v_y = u = 1$  m/s. Jaką składową pionową prędkości małpy zaobserwuje osoba siedząca w wagonie?