

# Física IV — 7600008

Quarta Lista Complementar — para praticar para a prova do dia 05/11/2019

1. A transformação de Lorentz pode ser escrita na forma

$$\begin{bmatrix} x' \\ ct' \end{bmatrix} = \gamma \begin{bmatrix} 1 & -\beta \\ -\beta & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ ct \end{bmatrix},$$

onde  $\beta \equiv V/c$ ,  $\gamma \equiv 1/\sqrt{1-\beta^2}$ , e multiplicamos os tempos pela velocidade da luz para que a matriz de transformação seja constituída por números adimensionais. Defina a variável  $\eta$  pela igualdade  $\cosh \eta \equiv \gamma$ . Elimine  $\beta$  e  $\gamma$  da expressão matricial acima para escrever a transformação de Lorentz apenas em função de  $\eta$ . *Sugestão: lembre-se de que  $\cosh^2 \eta - \sinh^2 \eta = 1$ .*

2. Em três dimensões, a transformação de Lorentz tem a forma

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ ct' \end{bmatrix} = \gamma \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -\beta & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ ct \end{bmatrix}.$$

Suponha que uma partícula se mova com velocidade  $\vec{v}' = v' \hat{x}$  no sistema de coordenadas móvel  $S'$ . Encontre sua velocidade no sistema  $S$ , dado que os dois sistemas têm eixos paralelos. *Sugestão: lembre-se de que  $v'_x = dx'/dt'$ ,  $v_x = dx/dt$ ,  $v'_y = dy'/dt'$ ,  $v_y = dy/dt$ ,  $v'_z = dz'/dt'$  e  $v_z = dz/dt$ .*

3. Repita a questão anterior para  $\vec{v}' = v' \hat{y}$ .
4. Uma nave espacial tem velocidade  $\vec{V} = (c/2)\hat{x}$  em relação a um referencial fixo  $S$ . Um passageiro da nave acende uma lanterna laser que dispara um raio de luz na direção  $\hat{y}$  em relação à nave. Qual é o vetor velocidade da luz, em relação ao referencial  $S$ ?
5. Um ônibus avança com velocidade  $v = 30$  m/s ao longo de uma estrada reta. Um passageiro alinha uma lanterna com a direção da estrada e a acende. Que velocidade tem a luz em relação a um referencial fixo na estrada? Considere duas situações: (a) a luz sai no sentido em que o ônibus se desloca; (b) a luz sai no sentido oposto. Em cada caso, efetue cálculo exato.
6. Com exceção das indicações dos relógios, os dados a seguir se referem a um referencial fixo  $S$ . Um homem, que tem um relógio, move-se em linha reta, com velocidade constante  $v = 3c/5$ , de um ponto  $A$  até outro  $B$ . O ponto  $B$  está a uma distância  $d$  à frente de  $A$ . Na saída e na chegada, o indivíduo examina seu relógio e verifica que gastou  $\Delta t_h$  no trajeto. Uma mulher, também com um relógio, parte junto com o homem do ponto  $A$ , mas avança inicialmente no sentido oposto, com velocidade  $u = 4c/5$ . Algum tempo depois, ela para, vira, corre de volta com velocidade  $4c/5$  e chega no ponto  $B$  junto com o homem. Ao chegar, ela verifica em seu relógio que gastou  $\Delta t_m$  no trajeto. Calcule  $\Delta t_h$  e  $\Delta t_m$  e compare com o tempo decorrido no referencial  $S$ .
7. Que distâncias o homem e a mulher acham que andaram, no problema anterior?
8. Esboce diagramas  $x \times t$  e  $x' \times t'$  descrevendo os movimentos do homem e da mulher. *Sugestão: use um referencial móvel para descrever o movimento do homem e dois outros referenciais móveis para descrever o da mulher; entretanto, você pode mostrar todos os movimentos em dois diagramas,  $x \times t$  e  $x' \times t'$ .*
9. Faça uma estimativa de quanto os nossos relógios atrasam ao longo de um ano, devido à dilatação temporal provocada pelo movimento da Terra em torno do Sol. *Sugestão: para fazer uma estimativa, você pode aproximar a velocidade da Terra por 30 km/s. Expresse o atraso em segundos.*

10. Um referencial  $S'$  se move com velocidade  $V = (12/13)c$  em relação a outro referencial  $S$ . As origens dos referenciais coincidem no instante  $t = t' = 0$ . Nesse momento, um raio de luz é emitido na direção do movimento de  $S'$ , mas no sentido oposto. O raio atinge um objeto que está a uma distância  $L$  da origem, no referencial  $S$ . Mostre em diagramas  $x \times t$  e  $x' \times t'$  os gráficos que descrevem o movimento da luz. Determine as coordenadas  $(x, t)$  e  $(x', t')$  do evento definido pela chegada da luz ao objeto.