

Relatividade - ECT3640
Prof. Ronaldo Batista
2ª Lista de Exercícios

April 17, 2026

Transformações de Lorentz

1. Utilizando a T.L. deduza a fórmula de adição de velocidade para o caso de velocidade paralela e transversal ao movimento relativo entre referenciais.
2. Num referencial S uma partícula A tem velocidade $v_x^A = 0,6c$ e $v_y^A = 0,1c$ e uma partícula B velocidade $v_x^B = -v_x^A$ e $v_y^B = -v_y^A$. Determine o vetor velocidade e seu módulo para a partícula B no referencial em que A tem velocidade zero na direção \hat{x} .
3. Uma certa partícula instável com vida média $\tau = 10^{-7}s$ é acelerada a uma velocidade v . Após ser acelerada, a partícula percorre $100m$ até seu decaimento ser detectado no referencial de um laboratório. Determine v para que tal detecção seja possível.

4. Mostre que a quantidade

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2$$

é invariante sob uma T.L. de $(x, t) \rightarrow (x', t')$.

5. Num referencial S , uma pessoa aciona um detonador que explode duas bombas posicionadas em $x_1 = -\frac{L}{2}$ e $x_2 = \frac{L}{2}$. Os sinais de detonação chegam simultaneamente às duas bombas e elas explodem em $t_1 = t_2 = T$. Determine a defasagem de tempo que uma pessoa, com velocidade v na direção x em relação ao referencial S , vê as duas explosões nos casos:

- (a) $v = 1500\text{km/h}$,
- (b) $v = 0.9c$.

Efeito Doppler

1. Expresse o efeito Doppler longitudinal em termos do comprimento de onda. Faça uma expansão para β pequeno, identificando o termo clássico e a primeira correção relativística.
2. O universo está em expansão, localmente dada pela lei de Hubble-Lemaitre $v = H_0 d$, onde v é velocidade de afastamento de uma galáxia, d sua distância até nós e $H_0 \simeq 70\text{km/s/Mpc}$ a constante de Hubble. Utilizando as expressões do exercício anterior,

determine a variação relativa de um comprimento de onda de luz emitida de uma galáxia a 1Mpc, 10Mpc e 100Mpc. Avalie qual a importância da primeira correção relativística em cada caso.

3. Determine a variação relativa de um comprimento de onda devido ao efeito Doppler transversal nas seguintes situações:
 - (a) luz do Sol que chega em Mercúrio,
 - (b) luz do centro galáctico que chega no Sol.