



1º teste formativo

Duração do teste: 1h30min.

Na realização do teste não são permitidos formulários.

Constantes:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg (electrão)}$$

$$m_p = 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg (protão)}$$

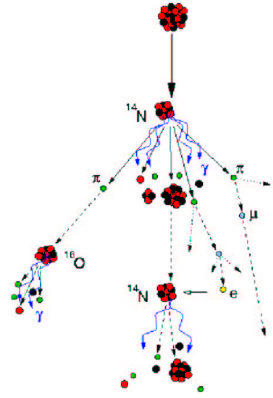
Transf. de Lorentz:

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

1. Um condutor relativista percorre no seu carro uma das rectas da estrada IP5-R, com uma velocidade $v=0,8c$. O condutor pretende ultrapassar um camião TIR de comprimento próprio $\ell_0 = 100 \text{ m}$, o qual se desloca no mesmo sentido do seu carro com uma velocidade $v=0,5c$. Para isso, o carro (de comprimento próprio $\ell_C \ll \ell_{TIR}$, pelo que pode ser considerado pontual) deve ultrapassar primeiro a parte traseira do TIR (acontecimento A) e posteriormente a sua parte dianteira (acontecimento B).

- Determine a velocidade relativa do carro em relação ao camião TIR.
- Calcule, no referencial do carro, o tempo que demora a ultrapassagem (ou seja, o intervalo de tempo entre os acontecimentos A e B).
- Utilize o invariante espaço-tempo para mostrar que o intervalo de tempo entre os acontecimentos A e B tem valores diferentes nos referenciais do carro e do camião TIR. Indique em que referencial esse intervalo de tempo é maior.
- Mais adiante, nessa estrada, encontra-se uma patrulha da BT-R em repouso e escondida atrás duma árvore. A patrulha pretende fazer parar o condutor pelo que activa um semáforo, enviando um sinal electromagnético ($\lambda_{BT} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ m}$) que o condutor deverá ver como um "sinal luminoso vermelho" ($\lambda_{verm} = 8 \times 10^{-7} \text{ m}$), caso se desloque à velocidade máxima permitida por lei. Será que o condutor se encontra em "excesso de velocidade"?

2. Os raios cósmicos que chegam à superfície da Terra são maioritariamente compostos de **muões** (μ), partículas cerca de 200 vezes mais pesadas que os electrões. Estas partículas resultam do decaimento de **piões** (π) através da reacção $\pi \rightarrow \mu\nu$, onde ν representa um neutrino cuja massa é desprezável ($m_\nu \sim 0$). Sabendo que o tempo de vida do pião em repouso é $\tau \sim 2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ e que a sua massa é $m_\pi \sim 280m_e$:



- Determine a velocidade com que um pião que dure cerca de $2 \times 10^{-7} \text{ s}$ no referencial da Terra, se desloca em relação a esta.
- Determine a distância percorrida por um pião no referencial da Terra e no referencial do próprio pião.
- Determine no referencial próprio do pião, a energia e momento linear do neutrino.
- Admitindo que o muão é emitido coincidente com a linha de voo do pião e que este possui uma energia medida no referencial da Terra $E_\pi = 2m_\pi c^2$, determine no referencial da Terra o momento linear do muão.