

8/4/2019

33

★★★

Tre fasci di particelle viaggiano uno dietro l'altro all'interno di un acceleratore di particelle. Il primo fascio ha velocità $v_{1,2} = c/2$ rispetto al secondo, il quale ha velocità $v_{2,3} = c/2$ rispetto al terzo, il quale ha velocità $v_3 = c/2$ rispetto al laboratorio.

- Calcola la velocità del primo fascio di particelle rispetto al laboratorio.

FORMULE DI
COMPOSIZIONE DELLE
VELOCITÀ

$$u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}} \quad \left| \quad u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u'v}{c^2}} \right.$$

↓
DA USARE

[13c/14]

$$v_1^{(L)} = \frac{v_{1,2} + v_2^{(L)}}{1 + \frac{v_2^{(L)} v_{1,2}}{c^2}}$$

$$v_2^{(L)} = \frac{v_{2,3} + v_3^{(L)}}{1 + \frac{v_3^{(L)} v_{2,3}}{c^2}}$$

$$v_3^{(L)} = \frac{c}{2}$$

$$v_2^{(L)} = \frac{\frac{c}{2} + \frac{c}{2}}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{c}{\frac{5}{4}} = \frac{4}{5} c$$

$$v_1^{(L)} = \frac{\frac{c}{2} + \frac{4}{5} c}{1 + \frac{2}{5}} = \frac{\frac{5+8}{10}}{\frac{7}{5}} c = \frac{13}{10} \cdot \frac{5}{7} c = \frac{13}{14} c$$

Il muone e la sua antiparticella hanno la stessa massa pari a circa 207 volte la massa dell'elettrone (pari a $9,11 \times 10^{-31}$ kg) e cariche elettriche opposte. Quando un muone e un antimuone interagiscono tra loro, si annichilano (cioè scompaiono) rilasciando energia.

- Calcola la minima energia che viene rilasciata nell'annichilazione di una coppia muone-antimuone.
- In un processo di annichilazione vengono emesse onde elettromagnetiche dello stesso tipo che viaggiano in direzioni opposte: qual è la quantità di moto di ciascuna onda?

$[3,4 \times 10^{-11} \text{ J}; 5,6 \times 10^{-20} \text{ kg} / (\text{m} \cdot \text{s})]$

$$E_0 = 2 \cdot 207 (9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \left(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 =$$

$$= 33943,86 \times 10^{-15} \text{ J} \simeq \boxed{3,4 \times 10^{-11} \text{ J}}$$

$$p = \frac{E}{2c} = \frac{3,394386 \times 10^{-11} \text{ J}}{2 (3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})} = 0,565731 \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\simeq \boxed{5,7 \times 10^{-20} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Un elettrone in moto a velocità $v = 0,90c$ entra in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico uniforme, di intensità $B = 2,5 \text{ T}$, perpendicolare alla velocità dell'elettrone.

- Calcola il raggio della traiettoria circolare percorsa dall'elettrone secondo la fisica classica e secondo la dinamica relativistica.
- Calcola di quanto varia il risultato, in percentuale rispetto al valore ottenuto secondo la fisica non relativistica.

$[6,1 \times 10^{-4} \text{ m}; 1,4 \times 10^{-3} \text{ m}; 1,3 \times 10^2 \text{ \%}]$

FISICA CLASSICA

$$F = m a$$

$$e v B = m \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m v}{e B} =$$

$$= \frac{(9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}) (0,90) (3,0 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) (2,5 \text{ T})} =$$

$$= 6,1425 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\simeq \boxed{6,1 \times 10^{-4} \text{ m}}$$

DINAMICA RELATIVISTICA

$$F = \gamma m a \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{VALE SOLO SE} \\ \vec{F} \perp \vec{v} \end{array}$$

$$e v B = \gamma m \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{\gamma m v}{e B} = \gamma \left(\frac{m v}{e B} \right)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1-0,90^2}} (6,1425 \times 10^{-4} \text{ m}) =$$

$$= 14,091... \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\simeq \boxed{1,4 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\text{VARIAZ. (RIFERITA A 1)} = \frac{\Delta r}{r} = \frac{\gamma r - r}{r} = \gamma - 1 = 1,294... \simeq 1,3$$

VARIAZ. %

$$\boxed{1,3 \times 10^2 \%}$$