

27/3/2021

pg. 1489

**16** **★★★** I muoni sono particelle elementari instabili che decadono in altre particelle, e hanno tempo di dimezzamento  $\tau = 2,20 \mu\text{s}$  nel sistema di riferimento in cui sono a riposo. I muoni vengono prodotti in abbondanza nelle regioni superiori dell'atmosfera dalla collisione tra i raggi cosmici (radiazione proveniente dallo spazio) e le molecole d'aria. Un muone è prodotto all'altezza  $h = 12 \text{ km}$  dalla superficie terrestre, con velocità  $v = 0,98 c$  e diretto verso il suolo. Ad altezza  $h' = 10 \text{ km}$  dal suolo è posto un rivelatore di muoni.

- Calcola la distanza percorsa in media dal muone prima di decadere, secondo le leggi della fisica classica.
- Calcola la distanza percorsa in media dal muone prima di decadere, nel sistema di riferimento della Terra, secondo le leggi della relatività ristretta.
- Il muone giunge al rivelatore?

[ $6,5 \times 10^2 \text{ m}$ ;  $3,3 \times 10^3 \text{ m}$ ; sì]

1) DISTANZA MEDIA PRIMA DEL DECADIMENTO  
(FISICA CLASSICA) NEL S.R. TERRESTRE

$$d = v \cdot \tau = (0,98c)(2,20 \mu\text{s})$$

$$= 0,98 \cdot (3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})(2,20 \times 10^{-6} \text{s}) =$$

$$= 6,468 \times 10^2 \text{ m} \approx \boxed{6,5 \times 10^2 \text{ m}}$$

2)  $\tau =$  TEMPO PROPRIO  
(S.R. MUONE)

$\Delta t' = \gamma \tau$   
TEMPO DI VITA  
NEL S.R. TERRA

$$d' = v \cdot \Delta t' = v \cdot \gamma \tau =$$

$$= (6,468 \times 10^2 \text{ m}) \frac{1}{\sqrt{1 - (0,98)^2}} =$$

$$= 32,5029... \times 10^2 \text{ m}$$

$$\approx \boxed{3,3 \times 10^3 \text{ m}}$$

DISTANZA  
MAGIORE  
PERCORSO A  
CAUSA DELLA  
DILATAZ. DEI  
TEMPI

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0,98)^2}}$$

3) SÌ, perché per raggiungere il

rivelatore deve percorrere una distanza di  $2 \text{ km} < d'$

17 Considera nuovamente la situazione del problema precedente.

- Spiega il risultato relativistico, e in particolare il raggiungimento del rivelatore, mettendoti nel sistema di riferimento solidale con il muone.

Nel S.R. del muone le lunghezze si contraggono, dunque la distanza dal rivelatore (che va incontro al muone a velocità  $0,98c$ ) è

$$d_R = \frac{2 \text{ Km}}{\gamma} = \sqrt{1 - (0,98)^2} \cdot (2 \text{ Km}) = 0,39799... \times 10^3 \text{ m}$$

DISTANZA  
MUONE-RIVELATORE  
(S.R. MUONE)

$$\approx \boxed{4,0 \times 10^2 \text{ m}}$$

Il rivelatore, nel tempo di decadimento  $\tau = 2,20 \mu\text{s}$ , percorre una distanza pari a

$$d = v \cdot \tau = (0,98c)(2,20 \mu\text{s}) = \dots$$
$$\dots \approx \boxed{6,5 \times 10^2 \text{ m}} > d_R$$

quindi il rivelatore incontra il muone prima che questo decada.