

LA DILATAZIONE DEI TEMPI

PROBLEMA SVOLTO

Una piattaforma si muove con velocità v_1 . Confrontando i dati, si vede che l'intervallo di tempo $\Delta t'$ misurato da O_1 è maggiore dello 1,0% rispetto all'intervallo di tempo proprio.

► Quanto vale v_1 ?

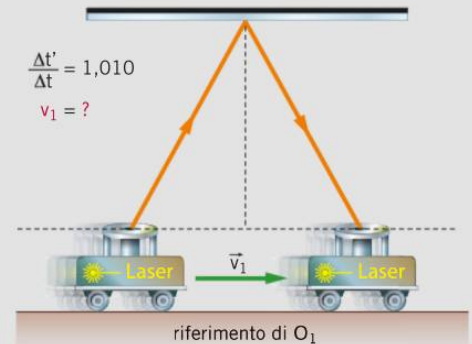
Strategia e soluzione

- Per risolvere il problema basta applicare la formula (4), ponendo $\Delta t'/\Delta t = 1,010$. In questo modo otteniamo

$$1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2 = \left(\frac{1}{1,010}\right)^2 = 0,9803$$

da cui si trova

$$v_1 = \sqrt{1 - 0,9803} c = \sqrt{0,0197} c = 4,21 \times 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Discussione

Per avere una dilatazione dei tempi dello 1% (significativa, ma non facilmente avvertibile) occorre una velocità di $4,21 \times 10^7$ m/s, cioè di quasi 152 000 km/h. Si vede bene che, perché gli effetti previsti dalla relatività ristretta divengano rilevanti, le velocità in gioco devono essere molto elevate.

13 Anche i processi biologici devono soddisfare gli assiomi della relatività. ★★★

► Quale velocità deve avere una navicella perché il suo equipaggio invecchi della metà rispetto al personale di controllo rimasto a terra?

[0,87c]

14 Un fascio di muoni in un acceleratore ha una vita media misurata in laboratorio prima di decadere circa 30 volte maggiore che in natura. ★★★

► A quale velocità si muovono i muoni?

[0,9994c]

15 Un'astronave della celebre saga Star Trek si trova ferma a una distanza di 15 UA dalla base madre. L'equipaggio dà inizio a un esperimento inviando un fascio di raggi luminosi alle ore 9:55 del mattino secondo i loro orologi. ★★★

► A che ora gli orologi della base madre vedono i raggi luminosi?

Appena emesso il fascio di raggi luminosi, l'astronave inizia a muoversi con velocità costante $v = 0,600c$. L'esperimento secondo gli orologi a bordo dura 30,0 min.

► Quanto dura per la base madre?

(Ricorda che $1 \text{ UA} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$)

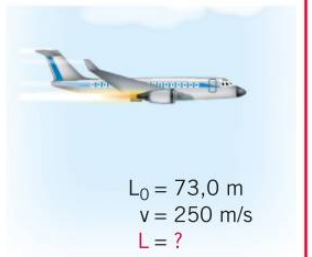
[mezzogiorno; 37,5 min]

LA CONTRAZIONE DELLE LUNGHEZZE

PROBLEMA SVOLTO

L'aereo per trasporto passeggeri Airbus 380 ha lunghezza propria $L_0 = 73,0$ m e una velocità di crociera $v = 250 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

► Qual è la sua lunghezza L misurata da terra quando viaggia alla velocità di crociera?



Strategia e soluzione

- Rispetto al terreno, l'aereo si sposta con una velocità di modulo v . Quindi, per la contrazione delle lunghezze, L risulta minore di L_0 secondo la relazione

$$L = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} L_0 = \sqrt{1 - \left(\frac{250}{3,00 \times 10^8}\right)^2} L_0 = \sqrt{1 - 6,94 \times 10^{-13}} L_0 = L_0.$$

Utilizzando il numero di cifre significative corrette L e L_0 risultano quindi identici: la contrazione delle lunghezze non è osservabile.

Discussione

Per curiosità possiamo esaminare cosa accade considerando L_0 e v come numeri esatti, con infinite cifre decimali. In tal caso la radice quadrata che compare nella formula precedente vale circa $1 - 3,5 \times 10^{-13}$: l'aereo in volo si è contratto circa di $2,5 \times 10^{-11}$ m, meno del raggio di un atomo di idrogeno.

17 ★★★ Un razzo sulla Terra misura 3,0 m. Una volta in volo nello spazio, la sua lunghezza misurata da Terra è 1/3 più corta.

► A che velocità si muove il razzo?

[0,75c]

18 ★★★ Un'asta rigida è lunga 2,00 m misurata nel sistema di riferimento a essa solidale.

► Con quale velocità deve muoversi rispetto a un osservatore perché gli appaia contratta di 1,00 m?

[0,866c]

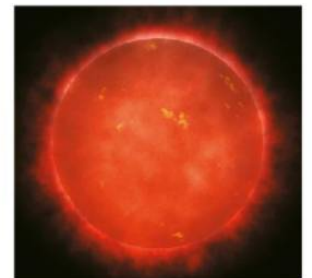
19 ★★★ Durante una missione spaziale, un asteroide lungo 50 m passa accanto a una navicella in movimento con velocità relativa $v = 3,0 \times 10^5$ m/s.

► Quanto è lungo l'asteroide per gli astronauti a bordo?

► Quanto sarebbe lungo se la velocità della navicella rispetto all'asteroide fosse $v = 0,999c$?

[50 m; 2,2 m]

20 ★★★ La stella più vicina alla Terra, Proxima Centauri, si trova a 4,22 anni-luce. Un astronauta parte dalla stella per raggiungere la Terra a bordo di un'astronave con velocità $c/2$.



► Quanto tempo impiega un raggio luminoso proveniente da Proxima Centauri a raggiungere la Terra?

► Quanto tempo impiega l'astronauta per raggiungere la Terra secondo l'orologio della sua astronave?

[4,22 y; 3,65 y]