

Elementi di fisica teorica

Carlo Oleari

9/07/2018

Risolvere i seguenti problemi tenendo presente che risultati non semplificati o non ridotti ai minimi termini non saranno ritenuti validi.

Scrivere in modo chiaro e leggibile. Si consiglia di fare i calcoli prima in brutta copia, e di riportarli solo successivamente in bella copia. Formule e soluzioni pasticciate saranno pesantemente penalizzate, anche se corrette.

Problema 1

Un sistema di riferimento inerziale \mathcal{S}' si muove con velocità $\bar{\mathbf{v}}$ rispetto al sistema \mathcal{S} . Un proiettile viene sparato nel sistema \mathcal{S}' con una velocità $\bar{\mathbf{u}}'$ ad un angolo θ' rispetto alla direzione del moto.

- a) A quale angolo θ il proiettile è visto nel sistema \mathcal{S} ?
- b) Stessa domanda nel caso il proiettile sia una fotone.

Problema 2

Un razzo, partendo dalla terra, se ne allontana sottoposto ad una accelerazione costante pari ad $1 g$ (9.8 m/s^2) nel sistema di riferimento di quiete istantanea del razzo stesso.

- a) In unità naturali, scrivere g prima in termini dell'inverso dell'anno luce (come distanza) e poi dell'inverso dell'anno (come tempo).
- b) A che distanza il razzo sarà dalla terra dopo 40 anni, misurati sulla terra?
- c) E a che distanza sarà dopo 40 anni misurati sul razzo?
- d) Calcolare quanto tempo passa per gli occupanti del razzo per viaggiare 30.000 anni luce, dalla terra fino al centro della galassia. Si assuma che il razzo mantenga un'accelerazione di $1 g$ per metà del viaggio, e decelererà ad $1 g$ per il resto del viaggio.

e) Punto importante

Per accelerare (e poi decelerare) costantemente, il razzo converte la sua massa in radiazione elettromagnetica, che espelle in un fascio perfettamente collimato. Si assuma che questo processo avvenga con efficienza 1. Calcolare la massa M del razzo in funzione del tempo proprio τ e della massa a riposo iniziale M_0 .

- f) Calcolare la massa finale del razzo a seguito del viaggio del punto d).

Problema 3

Una particella di massa M e con energia E nel sistema del laboratorio decade in due particelle di ugual massa (si consideri ad esempio il caso del decadimento del bosone di Higgs $H \rightarrow \tau^+ \tau^-$).

- a) Determinare l'energia minima e massima delle particelle prodotte.
- b) Nel caso in cui il decadimento sia isotropo nel sistema del centro di massa, determinare la distribuzione dei prodotti di decadimento in funzione dell'angolo θ tra la direzione di volo della particella iniziale e la direzione di una delle particelle prodotte.

Non è necessario semplificare l'ultima (ma solo l'ultima!) espressione trovata in funzione di θ .

Problema 4

Dimostrare l'invarianza di Lorentz degli autovalori del tensore elettromagnetico $F^\mu{}_\nu$ e calcolarne il valore.