

Elementi di fisica teorica

Carlo Oleari

19/6/2019

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

I tachioni sono ipotetiche particelle la cui velocità è maggiore della velocità della luce. Si supponga che esista un trasmettitore di tachioni capace di emettere particelle con velocità costante $u > c$ nel suo sistema a riposo. Si considerino due osservatori inerziali, O (laboratorio) e O' (razzo), ognuno dotato di un trasmettitore tachionico, usato per comunicare tra loro.

- Se un messaggio tachionico è mandato da O ad O' che si trova fermo ad una distanza L dall'osservatore O , e O' risponde immediatamente alla ricezione di tale messaggio, quanto tempo passa per O prima di ricevere una risposta?
- Se ora O' si sta allontanando da O con una velocità v , e riceve il segnale di O quando si trova ad una distanza L , e risponde immediatamente, quanto tempo passa per O prima di ricevere una risposta?
- In questo ultimo caso, verificare che esiste una velocità u_0 tale che, se $u > u_0$, il segnale viene ricevuto da O prima che lui stesso lo emetta.

Problema 2

Una particella di massa M ed energia E nel sistema del laboratorio decade in tre particelle di ugual massa m (si consideri, per esempio, il decadimento $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$). Calcolare l'energia massima che può essere raggiunta in tale sistema da uno qualunque dei tre prodotti di decadimento.

Problema 3

Si consideri una particella relativistica di massa m e carica q , immersa in un campo elettrico \mathbf{E} costante e parallelo all'asse z . La particella abbia velocità iniziale $\mathbf{v}_0 = (v_{0x}, v_{0y}, v_{0z})$.

- Calcolare la velocità \mathbf{v} della particella ad un generico istante t .
- Calcolare l'accelerazione \mathbf{a} della particella all'istante t .
- Ricavare l'andamento di \mathbf{v} e \mathbf{a} per grandi t . Commentare i risultati trovati.

Problema 4

A seguito della trasformazione non lineare di coordinate

$$x'^{\mu} = \frac{x^{\mu} - x^2 a^{\mu}}{1 - 2 a \cdot x + a^2 x^2},$$

con a^{μ} tetraettore costante, l'elemento di linea relativistico si trasforma (ovviamente) nel seguente modo

$$g_{\mu\nu} dx'^{\mu} dx'^{\nu} = K_{\mu\nu} dx^{\mu} dx^{\nu}.$$

Ricavare $K_{\mu\nu}$.