

## Elementi di fisica teorica

Carlo Oleari

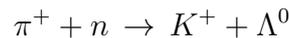
12/02/2018

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

Nel sistema del laboratorio, un fascio di pioni è indirizzato su un bersaglio contenente neutroni (da considerarsi, con buona approssimazione, come fermi) e dà origine alla reazione



- a) Qual è l'energia cinetica minima che deve avere il  $\pi^+$  per creare un  $K^+$  ad un angolo di  $90^\circ$  rispetto alla direzione del fascio? Esprimere tale energia cinetica minima in termini di  $m_\pi$ ,  $m_n$ ,  $m_K$  e  $m_\Lambda$ . Non inserire i valori numerici, ma considerare solo le relazioni di grandezza tra le masse:  $m_\pi = 140$  MeV,  $m_n = 940$  MeV,  $m_K = 494$  MeV e  $m_\Lambda = 1115$  MeV.
- b) Valutare numericamente l'energia cinetica minima.

### Problema 2

In un sistema di riferimento inerziale sono presenti un campo elettrico  $\vec{\mathbf{E}}$  ed un campo magnetico  $\vec{\mathbf{B}}$  costanti, uniformi e paralleli tra di loro, ed una particella carica di massa  $m$  e carica  $q$ . Calcolare la componente della velocità lungo la direzione dei campi in funzione del tempo proprio  $\tau$  della particella, sapendo che all'istante iniziale la componente della velocità lungo tale direzione è 0.

### Problema 3

A seguito della trasformazione non lineare di coordinate (trasformazione conforme)

$$x'^\mu = \frac{x^\mu - x^2 a^\mu}{1 - 2a_\nu x^\nu + a^2 x^2} \equiv \frac{x^\mu - x^2 a^\mu}{Q},$$

con  $a^\mu$  tetravettore 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  $K_{\mu\nu}$ .

#### **Problema 4**

Si consideri una sorgente luminosa (una lampadina, per esempio) che emette radiazione elettromagnetica in modo isotropo nel suo sistema di riferimento di quiete.

- a) Determinare la distribuzione angolare della radiazione elettromagnetica vista in un sistema di riferimento nel quale la sorgente si muove con velocità  $v$ .
- b) Sempre in tale sistema, calcolare la frazione di radiazione che viene emessa in avanti, ovvero con un angolo  $\theta \leq \frac{\pi}{2}$  rispetto alla direzione del moto.

#### **Problema 5**

Determinare la forma delle trasformate di Lorentz per le variabili di cono luce

$$x_{\pm} = x \pm ct$$

nel caso di moto relativo diretto lungo l'asse delle  $x$ . Esprimere il risultato finale in termini della rapidità  $\phi$  ( $\tanh \phi = v/c$ ), senza far comparire funzioni trigonometriche iperboliche.