

Elementi di fisica teorica

Carlo Oleari

26/07/2016

Risolvere, in sequenza, i seguenti problemi.

Problema 1

In un sistema di riferimento inerziale è presente un campo elettrico $\vec{\mathbf{E}}$ uniforme e costante parallelo all'asse x . Sia data una particella di carica q e massa m che all'istante $t = 0$ si trova nel punto $\vec{\mathbf{r}}_0 = (x_0, y_0, 0)$, con momento relativistico $\vec{\mathbf{p}}_0 = (p_{0x}, p_{0y}, 0)$.

- I) Risolvere le equazioni del moto relativistiche e ricavare la legge oraria, ovvero $x(t)$ e $y(t)$.
- II) Usando i risultati del punto I), derivare il limite Newtoniano della legge oraria. Commentare i risultati ottenuti.
- III) Usando i risultati del punto I), calcolare la legge oraria a grandi t . Commentare i risultati ottenuti.

Problema 2

In un sistema di riferimento inerziale \mathcal{S} sono presenti un campo elettrico $\vec{\mathbf{E}}$ e un campo magnetico $\vec{\mathbf{B}}$, uniformi e costanti, che formano tra loro un angolo θ con $0 < \theta < \pi/2$.

- a) Quali conclusioni del tutto generali si possono trarre sui campi $\vec{\mathbf{E}}'$ e $\vec{\mathbf{B}}'$, visti in un generico sistema di riferimento inerziale \mathcal{S}' ?
- b) Calcolare, qualora sia possibile, la velocità $\vec{\mathbf{v}}$ del sistema di riferimento \mathcal{S}' nel quale i campi risultano perpendicolari. Giustificare la risposta.
- c) Calcolare, qualora sia possibile, la velocità $\vec{\mathbf{v}}$ del sistema di riferimento inerziale nel quale i campi risultano paralleli. Giustificare la risposta.

Problema 3

Sia dato un atomo in uno stato eccitato, inizialmente in quiete, che decade al suo stato fondamentale emettendo un fotone. Sia m la massa dell'atomo nello stato fondamentale ed E_γ l'energia del fotone emesso. Determinare la relazione tra l'energia del fotone emesso E_γ e la differenza di energia W tra stato eccitato e stato fondamentale.

Problema 4

Si consideri la seguente densità Lagrangiana per il campo elettromagnetico A_μ accoppiato ad un campo scalare ϕ (complesso)

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + (D_\mu\phi)^*D^\mu\phi$$

dove $D_\mu = \partial_\mu - iq A_\mu$ e $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$.

1. Scrivere le equazioni del moto per i due campi.
2. Applicando il teorema della Noether a seguito dell'invarianza per trasformazione di fase del campo ϕ , scrivere la corrente conservata.
3. Verificare esplicitamente che la corrente così scritta sia conservata.

NB: Scrivere in modo chiaro e leggibile. Siete vivamente pregati 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.