

# Fisica Nucleare e Subnucleare

Prova Scritta, 16 Settembre 2016

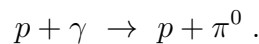
## Modulo I

1) Scrivere la trasformazione di Lorentz che connette due sistemi di riferimento inerziali in moto relativo lungo l'asse  $x$ . Utilizzarla poi per derivare le leggi di trasformazione del campo elettromagnetico, sapendo che questo forma un tensore di rango 2, il tensore  $F^{\mu\nu}$  con componenti

$$F^{\mu\nu} = \begin{pmatrix} 0 & E_x & E_y & E_z \\ -E_x & 0 & B_z & -B_y \\ -E_y & -B_z & 0 & B_x \\ -E_z & B_y & -B_x & 0 \end{pmatrix}.$$

Scrivere le leggi di trasformazione delle varie componenti di  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$ .

2) I protoni dei raggi cosmici possono interagire con i fotoni della radiazione cosmica di fondo attraverso la reazione



Considerando protoni di altissima energia (con momento  $|\vec{p}_p| \sim E_p$ , in unità con  $c = 1$ ) che collidono frontalmente con fotoni di energia  $E_\gamma$ , calcolare quanto vale l'energia di soglia dei protoni  $E_p$  in funzione di  $E_\gamma$  e delle masse delle particelle in gioco.

3) Descrivere come ottenere l'equazione libera di Klein-Gordon utilizzando la corretta relazione relativistica tra energia ed impulso. Aggiungendo una sorgente puntiforme statica all'equazione, descrivere la soluzione nota come potenziale di Yukawa.

4) Sia data la rappresentazione definente  $R(g)$  di un gruppo  $G$ , dove  $g \in G$  è un elemento arbitrario del gruppo. Questa agisce sui vettori di uno spazio vettoriale le cui componenti indicate con  $v^a$  (indici in alto) si trasformano come

$$v^a \xrightarrow{g \in G} v'^a = [R(g)v]^a = [R(g)]^a_b v^b.$$

Cosa sono e come si trasformano i vettori con indici puntati e non puntati in alto ed in basso? Dimostrare che il prodotto  $w_a v^a$  è uno scalare.

## Modulo II

1) Spiegare e commentare l'interazione spin-orbita nelle interazioni forti. Mostrare i passaggi che conducono alla determinazione dello splitting dei livelli energetici.

2) Spiegare e commentare il modello a quark e la struttura degli adroni.