

# Fisica Nucleare e Subnucleare

Prova Scritta, 21 Giugno 2011

Parte II, Fisica Nucleare

1) Si consideri la diffusione elastica di elettroni su protoni a riposo nel sistema di laboratorio. Indica con  $E_e$ ,  $E_p$  ed  $E'_e$ ,  $E'_p$  le energie dell'elettrone e del protone nel centro di massa prima e dopo l'urto, rispettivamente.

1a) Dimostra che  $E_e = E'_e$  ed  $E_p = E'_p$ , e che quindi  $p_e = p'_e$  e  $p_p = p'_p$ . (*Utilizza l'invarianza del modulo del quadrimpulso*).

1b) Calcola il modulo del quadrimomento trasferito nel centro di massa  $q_{CM}$  in funzione dell'angolo di diffusione  $\varphi$  dell'elettrone nel centro di massa, mostrando che è identico al modulo del tri-momento trasferito.

1c) Che informazioni possiamo ottenere sulla struttura del protone dalla misura del fattore di forma del centro di massa in funzione del quadrimomento trasferito?

1d) Calcolare il massimo impulso trasferito in  $GeV/c$  nel centro di massa e nel sistema di laboratorio per elettroni che nel sistema di laboratorio hanno una energia di  $30 GeV$ . (*Calcolare l'energia totale disponibile nel centro di massa  $E_{CM}$ ; applicare l'approssimazione ultrarelativistica, ricavare l'impulso  $p$  dell'elettrone nel CM*).

2) Utilizzare la "regola d'oro" di Fermi per calcolare l'espressione della sezione d'urto differenziale elastica  $\frac{d\sigma}{d\Omega}$  di particelle non relativistiche ( $v \ll c$ ) di massa  $m \ll M$  con  $M$  massa del bersaglio, con cui interagiscono tramite un potenziale di Yukawa  $V(r) = V_0 \frac{e^{-\mu r}}{\mu r}$ .

Dati:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\hbar} |M_{if}|^2 \frac{dn}{dE_f}; \quad \sigma v/V = \lambda; \quad \frac{1}{V} \int V(r) e^{i\vec{q}\cdot\vec{r}} d\vec{r} = \frac{4\pi V_0}{V\mu} \frac{1}{\mu^2 + \frac{q^2}{\hbar^2}}.$$