

LT In Scienza dei Materiali – Corso di Fisica Applicata

Prova di esame del 11/02/19

Nome _____

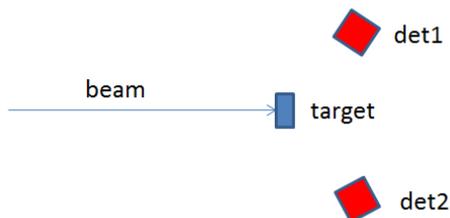
n. Matricola: _____

1) Struttura del Nucleo atomico

Calcolare l'energia di legame di un protone e di un neutrone nel nucleo del $^{13}\text{C}_7$
($m_n = 939.565 \text{ MeV}$; $m_p = 938.783 \text{ MeV}$, $M(^{13}\text{C}) = 12109.481 \text{ MeV}$)

2) Reazioni nucleari

In un esperimento per la misura della sezione d'urto della reazione $D(p, \gamma)^3\text{He}$, viene inviato un fascio di protoni di intensità $I = 2 \mu\text{A}$ su un bersaglio gassoso di deuterio di spessore 5 cm, pressione = 0.1 mbar e temperatura = 25 °C. I gamma emessi vengono raccolti da una coppia di rivelatori identici posti a 0.5 m di distanza dal punto di interazione e ad angoli diversi rispetto alla direzione del fascio (vedi disegno). I rivelatori hanno una superficie di 5 cm² ed una efficienza intrinseca per i gamma emessi dalla reazione pari a $\eta = 15\%$. Se la sezione d'urto della reazione vale $\sigma = 55 \text{ nbarn}$ e l'emissione dei gamma è isotropa, qual è il rateo di conteggio atteso su ciascuno dei due rivelatori ?



3) Decadimenti radioattivi

Si scopre un nuovo isotopo radioattivo che decade secondo il processo β seguito da diseccitazione elettromagnetica. Osservazioni preliminari indicano che la vita media dell'isotopo, τ , è nell'ordine delle 24 ore. Si decide quindi di misurare con precisione il valore di τ utilizzando un rivelatore al germanio per raccogliere i gamma emessi nel processo di diseccitazione. E' necessario conoscere l'efficienza del rivelatore? Motivare la risposta.

4) Energia nucleare

Nei limiti di validità della fisica classica, quale energia cinetica dovrebbe possedere un nucleo di ^3He per riuscire a fondersi con un nucleo di ^4He (assunto immobile per semplicità, ricordare che $e^2 = 1.44 \text{ MeV}\cdot\text{fm}$ nel sistema $c=1$)? A quale temperatura dovrebbe quindi essere mantenuta la miscela per raggiungere queste condizioni ?

5) Interazione radiazione-materia/dosimetria

In riferimento ai dati indicati nell'esercizio n.2, se i due rivelatori sono scintillatori inorganici di densità $\rho = 7.2 \text{ g/cm}^3$ e spessore = 2 cm, calcolare il valore del coefficiente di attenuazione massico del materiale scintillante (assumere 1 interazione = 1 gamma rivelato)

6) Rivelatori di radiazione/acceleratori di ioni

Negli scintillatori descritti nell'esercizio precedente, l'energia necessaria per produrre un fotone ottico vale, in media, 160 eV. Qual'è il valore limite della risoluzione energetica del rivelatore se assorbe completamente i fotoni con $E_\gamma = 5.5 \text{ MeV}$ prodotti dalla reazione citata nell'esercizio n. 2?

7) Tecniche di datazione

Da un reperto vengono estratti 0.5 mg di Carbonio (assumere $C \sim {}^{12}\text{C}$). Se l'età del reperto è di 6000 anni, quante particelle β emetterà in un tempo di osservazione di 3 giorni? (per ${}^{14}\text{C}$: $\tau_{1/2} = 5730 \text{ y}$).

8) Analisi composizionali con fasci di ioni, XRF, attivazione neutronica

In un set-up dove è possibile eseguire contemporaneamente analisi PESA e PIXE su campioni sottili, il rateo di conteggio relativo agli atomi di Cu contenuti nel campione è pari a 15 Hz nello spettro PIXE e di 0.1 Hz nello spettro PESA. Supponendo che le superfici dei due rivelatori abbiano un rapporto $S_{\text{PESA}} = 3 S_{\text{PIXE}}$ e siano entrambi disposti ad una distanza di 2 cm dal campione, calcolare il rapporto delle sezioni d'urto dei due processi nelle condizioni dell'esperimento.