Castro Rodríguez, Diego. (1)

→ **Exercicios Tema 3:**

1. Supoñamos un experimento no que queremos estudar a reacción:

$$^{8}He + {}^{12}C \longrightarrow {}^{13}N + {}^{7}H$$

a $T_a = 120$ MeV. Supoñed que a enerxía de ligadura do ^{7}H é 940 keV/A e que o seu primeiro e segundo stados excitados se atopan a 1 MeV e 3 MeV respecto ao stado fundamental.

a) Calcular o valor do Q de reacción e debuxa as cinemáticas dos núcleos producidos para cada estado.

Para calcular o Q de reacción; calculamos o Q para o stado fundamental facendo:

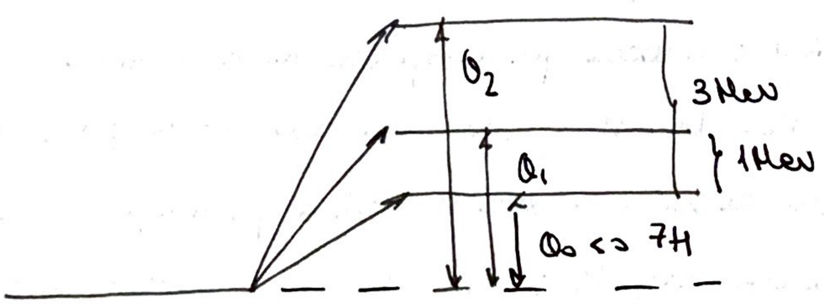
$$Q_0 = \left[m(^{8}He) + m(^{12}C) - m(^{13}N) - m(^{7}H)\right]c^2 \overset{\text{valores tabulados}}{=}$$

$$= \left[M(^{8}He) - 2m_e + M(^{12}C) - 6m_e - M(^{13}N) + 7m_e - M(^{7}H) + m_e\right]c^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_0 = -22,8728 \text{ MeV}}$$

Como sabemos a "distancia" á que se atopan os excitados do fundamental, simplemente temos que facer:

$$\boxed{Q_1 = Q_0 - 1 = -23,8728 \text{ MeV}} ; \boxed{Q_2 = -25,8728 \text{ MeV}}$$



Esquema que pode axudarnos a visualizar por qué $Q<0$ e polo tanto necesitamos un $T_a>0$.

→

Como $Q<0$; partindo da ecuación que da $\sqrt{T_b}$ en función de θ, vemos que a gráfica da cinemática será bivaluada. Poñemos ao final deste documento a gráfica obtida a través de Python utilizando a ecuación:

$$\boxed{\sqrt{T_b} = \frac{\sqrt{m_a m_b T_a}\cos\theta}{m_B + m_b} \pm \frac{\sqrt{m_a m_b T_a \cos^2\theta + (m_B+m_b)[m_B Q + (m_B - m_a)T_a]}}{m_B + m_b}} \quad (1)$$

b) Determina o rango angular que, como mínimo, debe cubrir o detector para permitirnos identificar toda a produción de ^7H tanto no seu estado fundamental como nos seus excitados a partir da detección do ^{12}N.

Se igualamos a cero o discriminante do segundo termo da ecuación de $\sqrt{T_b}$ obtemos o ~~[illegible]~~ valor que minimiza T_b, que será o máximo valor que o ángulo de dispersión pode tomar:

$$\cos^2\theta = -\frac{(m_B+m_b)[m_B Q + (m_B - m_a)T_a]}{m_a m_b T_a} \rightarrow \boxed{\theta_0 = 0{,}83700 \text{ rad}}$$; pero

como o coseno é invariante ante o cambio ($\theta \rightarrow -\theta$); o detector debe estar en 0 rad e medir 0,83700 rad a cada lado $\rightarrow$ ~~[illegible]~~ $\boxed{\text{Rango angular} = 1{,}675 \text{ rad}}$

$\boxed{\theta_1 = 0{,}82767 \text{ rad}}$ para o 1º excitado $\Rightarrow$ $\boxed{RA^1 = 1{,}655 \text{ rad}}$

$\boxed{\theta_2 = 0{,}80506 \text{ rad}}$ para o 2º excitado $\Rightarrow$ $\boxed{RA^2 = 1{,}610 \text{ rad}}$

c) Elixe un ángulo de observación e unha enerxía no sistema de laboratorio e calcula a mínima resolución en enerxía e a mínima resolución angular necesarias para poder separar os estados excitados e fundamental.

Para este cálculo utilicei a rexión que corresponde ao signo (+) da ecuación (1) da gráfica bivaluada de T_b. De xeito que, como poden ver nas figuras adxuntadas ao final do documento, fixen un zoom á zona da gráfica que corresponde a:

$\theta \in [0{,}40;\ 0{,}55]$, $T_b \in [55;\ 75]$ de xeito que, fixei $T_b = 60$ MeV e obtiven 3 valores de θ e fixei $\theta = 0{,}50$ rad e obtiven 3 valores de T_b.

Para a resolución mínima, será a que precisemos para diferenciar entre o ~~[illegible]~~ fundamental e 1º excitado, que é a menor distancia, en ambos casos.

$\boxed{\text{Resolución en enerxía: } 0{,}8988 \text{ MeV}}$ Resolución angular: $\boxed{\Delta\theta = 0{,}007881 \text{ rad}}$

(2.) a) Describe as reaccións que teñen lugar indicando que forzas ~~[illegible]~~ interveñen.

	$K^- + {}^6Li \longrightarrow {}^6_\Lambda H + \pi^+$	
Q	$-1 + 3 \longrightarrow 1 + 1$	✓
B	$0 + 6 \longrightarrow 6 + 0$	✓
S	$-\cancel{1}\ 0 \longrightarrow -1 + 0$	✓

Inda que necesitariamos a vida media para poder asegurarnos de todo; podemos dicir que, dada a conservación da estraneza podemos dicir que seguramente se trate dun proceso forte.

	${}^6_\Lambda H \longrightarrow {}^6He + \pi^-$	
Q	$1 \longrightarrow 2 - 1$	✓
B	$6 \longrightarrow 6 + 0$	✓
S	$-1 \longrightarrow 0 + 0$	x

Que non se conserve a estraneza é algo que non pode ocorrer nun proceso forte, polo que podemos dicir que se trate unicamente dun proceso electrodébil.

b) $N_0(K^-) = 4 \cdot 10^6$ partículas; $X_m = 0{,}309/cm^2$

Utilizando a ecuación coñecida $N = N_0 e^{-X/\lambda}$; que podemos poñer; facendo o cambio: ~~[illegible]~~ $\frac{X}{\lambda} = X_m \frac{N_A}{M_A}\sigma$; ademais, dinos que se detectaron 3 posibles eventos para o hiperhidróxeno, o que significa que de todas as reaccións realizadas ~~[illegible]~~; resulta 3 deron como resultado un ${}^6_\Lambda H$; polo tanto: $\underline{N = N_0 - 3}$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{N_0 - 3 = N_0 e^{-X_m N_A \sigma / M_A}} \rightarrow \frac{N_0 - 3}{N_0} = e^{-X_m N_A \sigma / M_A} \rightarrow$$

$$\rightarrow \ln\left(\frac{N_0 - 3}{N_0}\right) = -X_m N_A \sigma / M_A \rightarrow \sigma = -\frac{M_A \ln\left(\frac{N_0-3}{N_0}\right)}{X_m N_A} = 2{,}497 \cdot 10^{-29}\ cm^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\sigma = 2{,}497 \cdot 10^{-5}\ barn}$$

c) Calcula o momento dos pións. Que ventana de enerxía haberá que definir no experimento para detectar ambos pións?

Tendo en conta o que nos di o enunciado acerca de que os reactivos están en repouso, se nos poñemos no sistema de referencia do hiperhidróxeno, temos que: $\rightarrow$

→ $Q = T_f - \cancel{T_i}^{\,0} = T_\pi + \cancel{T_{^4_\Lambda H}}^{\,0} \rightarrow \underline{T_\pi = m_K + m_{Li} - m_\pi - m_H}$ →

Tendo en conta agora que*: $\underline{E = T - m = \sqrt{p^2 + m^2}}$

* $\underline{c = 1}$

$$\rightarrow T_\pi = \sqrt{p_\pi^2 + m_\pi^2} - \cancel{m_\pi} = m_K + m_{Li} - \cancel{m_\pi} - m_H \rightarrow$$

$$\rightarrow p_\pi = \sqrt{(m_K + m_{Li} - m_H)^2 - m_\pi^2} = \boxed{257{,}1296\ \text{MeV}/c = p_{\pi^+}}$$

Para o proceso de desintegración:

$$Q = T_f - T_i \Rightarrow \cancel{T_{^4_\Lambda H}}^{\,0} - (\cancel{T_{He}}^{\,0} + T_{\pi^-}) = m_H - m_{He} - m_{\pi^-} \rightarrow$$

$$\rightarrow \sqrt{p_\pi^2 + m_\pi^2} - \cancel{m_\pi} = m_H - m_{He} - \cancel{m_\pi} \rightarrow p_{\pi^-} = \sqrt{(m_H - m_{He})^2 - m_\pi^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{p_{\pi^-} = 135{,}9043\ \text{MeV}/c}$$

Se vemos o artículo, atopamos o que no artigo se chama $\underline{T_{sum} = 202 - 204\ \text{MeV}}$ para LHS ($\hookrightarrow \pi^-$) e $\underline{T_{sum} = 200 - 204\ \text{MeV}}$ para RHS ($\hookrightarrow \pi^+$). Sendo $\underline{T_{sum} \equiv T(\pi^+) + T(\pi^-)}$.

3. Calcula a enerxía de excitación que adquiren os núcleos de ^{64}Zn producidos en reaccións inducidas por protons de 13 MeV que inciden sobre un branco de ^{63}Cu. Determina tamén a enerxía cinética que deberían ter as partículas de ^4He para que ao reaccionar con ^{60}Ni producisen ^{64}Zn coa mesma enerxía de excitación que no caso anterior.

[redacted]

[redacted] $\underline{Q = [m(Cu) + m_p - m(Zn)]c^2 = 7{,}20\ \text{MeV}}$

non é un proceso enerxéticamente desfavorable.

polo tanto, se $T_p = 13$ MeV ⇒

$$\Rightarrow \boxed{E_{exc}} = \frac{m_{Cu}}{m_{Cu} + m_p} \cdot T_p + Q_0 = \boxed{19{,}998\ \text{MeV}}$$

Para o segundo apartado, é exactamente igual, despexo T_α →

$$\rightarrow T_\alpha = \frac{m(Ni) + m(\alpha)}{m(Ni)} (E_{exc} - \overset{3{,}9558}{Q_0}) \longrightarrow \boxed{T_\alpha = 17{,}66\ \text{MeV}}$$