وزارة التعليم العالي

كلية العلوم

قسم الفيزياء

# حل مسائل مادة الفيزياء الاشعاعية

باشراف الدكتورة:فاتن الأحمد

## إعداد الطلاب:

عامر بشار علي

دمعة حسن محمود

جعفر ايمن سلامة

علي تاج الدين عمران

هناء علي عيسى

مسألة:

ليكن لدينا عينة مشعة تتكون من نوى Mo-99 موليبدوم ($t_{\frac{1}{2}} = 66\ h$) التي تتفكك وفق تفكك بنتا لب وتعطينا نوى وليدة Tc-99m التكنيسيوم غير المستقرة ($t_{\frac{1}{2}} = 6\ h$) التي تتفكك بإصدار أشعة غاما لتصل إلى نوى Tc-99 تكنيسيوم بحالة مستقرة

- سنفرض أنه في الشروط البدئية العينة المشعة هي عينة نقية يحتوي نشاطها الأشعاعي 10 mCi
- أكتب معادلات النشاط الأشعاعي لكل من النوى الأم والنوى البنت في اللحظة t.
- احسب الزمن المميز الذي تصل عنده النوى البنت إلى القيمة العظمى لنشاطها الأشعاعي
- احسب قيمة النشاط الأشعاعي لنوى البنت عند الزمن المميز
- حدد نوع التوازن الأشعاعي الموجود بين النوى الأم والنوى البنت.
- ارسم المنحني الذي يمثل نشاط الأم الأشعاعي للنوى الأم والنشاط الأشعاعي للنوى البنت مستفيدا من معطيات الحالة.

الحل:

الثوابت:

$t_{\frac{1}{2}(P)} = 66\ h$

$\lambda_P = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}(P)}} = \frac{\ln 2}{66} = 0,01\ h^{-1}$

$t_{\frac{1}{2}(d)} = 6\ h$

$\lambda_d = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}(d)}} = \frac{\ln 2}{6} = 0,11\ h^{-1}$

$A_0 = 10\ mCi \qquad A_{d(0)} = 0$

① معادلات النشاط للأم:

$A_{P(t)} = A_0 \cdot e^{-\lambda_P t}$

- معادلات النشاط للبنت

$A_{d(t)} = A_0 \cdot \frac{\lambda_d}{\lambda_d - \lambda_P} \left( e^{-\lambda_P t} - e^{-\lambda_d t} \right)$

صحيحة عند استعمال الكيناتيك الأولي

② $t_{(max)} = \frac{\ln\left(\frac{\lambda_d}{\lambda_P}\right)}{\lambda_d - \lambda_P} = 23,97\ h$

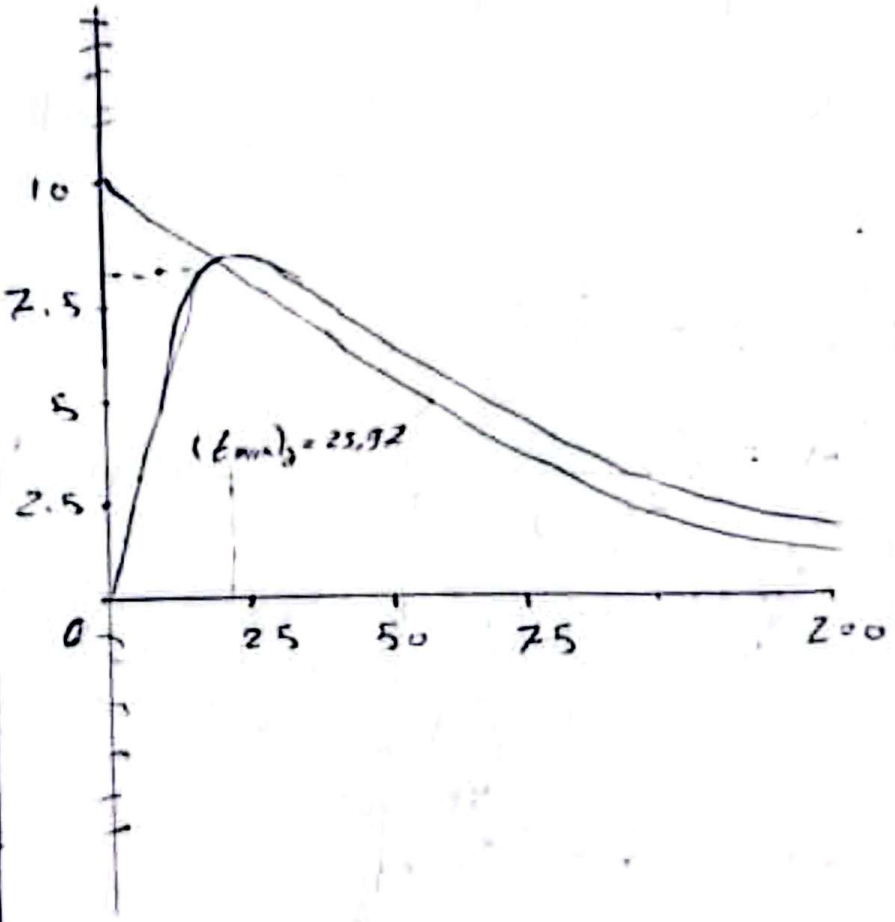
③ نعوض في $t_{max}$ في $A_{d(t)}$

$A_{d(t_{max})} = A_0 \cdot \frac{\lambda_d}{\lambda_d - \lambda_P} \left( e^{-\lambda_P t_{max}} - e^{-\lambda_d t_{max}} \right)$

$= 7,865$

ك أن [redacted] نصف عمر الأم
أطول من نصف عمر البنت
ولدينا $\lambda p < \lambda d$
هذا التوازن انتقالي .

⑤



- تمرين : احسب طاقة تفكك $\beta^+$ لتفكك الفلور -18 إلى الأوكسجين - 18 علما أن هذا التفكك يعمر دقيقة 110 min من أهم التفككات للحصول على منبع للبوزيترونات التي يتم استعمالها في تقنية التصوير المقطعي البوزيتروني PET

$$^{18}_{9}F \rightarrow ^{18}_{8}O + e^+ + \nu_e + Q\beta^+$$

المعطيات :

$$M(^{18}_{9}F) = 18.000937\ u$$

$$M(^{18}_{8}O) = 17.999160\ u$$

$m_e = 0.000548\ u$ كتلة الالكترون بوحدة الكتلة الذرية :

المطلوب : حساب طاقة التفكك :

$$Q = [M(^{18}_{9}F) - M(^{18}_{8}O) - 2m_e]c^2$$

نعوض

$$Q = [18,000937 - 17,999160 - 0,001097 2]c^2$$

$$Q = 0,000679\ 84\ u$$

تحويل الكتلة إلى طاقة

$$Q = 0.000679\ 84 \times 931.5$$

$$= 0.6332\ MeV$$

لدينا التفاعلات: التفاعل (1) ${}^{13}_{6}C\ (d,t)\ {}^{12}_{6}C$

التفاعل (2) ${}^{14}_{6}C\ (p,n)\ {}^{14}_{7}N$

المطلوب:
1. حساب طاقة التفاعل Q
2. هل التفاعل ناشر أم ماص للحرارة
3. احسب طاقة العتبة الحركية للقذيفة
4. احسب طاقة الحاجز الكولوني

الحل: لدينا المعطيات: الكتل الذرية

$m_d = 1875,6128$

$m_t = 2808,9209$

$m_p = 938,2720$

$m_n = 939,5654$

$m({}^{13}C) = 12109,4816$

$m({}^{12}C) = 11174,8625$

$m({}^{14}C) = 13040,8703$

$m({}^{14}N) = 13040,2028$

التفاعل (1) ← ${}^{13}C + d \longrightarrow {}^{12}C + t$

1) طاقة التفاعل Q

$$Q = (m_{initial} - m_{final})c^2$$

$m_i$ بالبادئة $= m({}^{13}C) + m_d = 12109,4816 + 1875,6128 = 13985,0944$

$m_f$ بالنهاية $= m({}^{12}C) + m_t = 11174,8625 + 2808,9209 = 13983,7834$

$Q = 13985,0944 - 13983,7834 = +1,311$ MeV

2) التفاعل ناشر للحرارة لأن $Q > 0$ طاقة التفاعل

3) طاقة العتبة الحركية $E_{thr} = 0$ لأن التفاعل ناشر للحرارة

4) طاقة الحاجز الكولوني

$$E_{coul} \approx 1,15\ MeV \times \frac{Z_1 Z_2}{(\sqrt[3]{A_1} + \sqrt[3]{A_2})}$$

المقذوف ديوترون $\Rightarrow Z_1 = 1$ , $A_1 = 2$

نواة الهدف ${}^{13}C$ $\Rightarrow Z_2 = 6$ , $A_2 = 13$

$\sqrt[3]{F_2} = 1,26$ , $\sqrt[3]{13} = 2,35 \Rightarrow E_{coul} = 1,15 \times \frac{6}{1,26+2,35} = 1,91$ MeV حاجز كولوم

التفاعل (2) ${}^{14}C + p \longrightarrow {}^{14}N + n$

1) حساب طاقة التفاعل Q

$$Q = (m_{i\ initial} - m_{f\ final})c^2$$

$m_i$ بالبادئة $= m({}^{14}C) + m_p = 13040,8703 + 938,2720 = 13979,1423$

$m_f$ بالنهاية $= m({}^{14}N) + m_n = 13040,2028 + 939,5654 = 13979,7682$

$Q = 13979,1423 - 13979,7682 = -0,626$ MeV

2) نوع التفاعل ماص للحرارة لأن $Q < 0$

3) طاقة العتبة الحركية $E_{thr} = -Q\left(1 + \frac{m_p}{m_{target}}\right) = 0,626\left(1 + \frac{1}{14}\right) = 0,626 \times 1,0714$

$E_{thr} = 0,67$ meV

4) حاجز كولوم

المقذوف بروتون ← $Z_1 = 1$ , $A = 1$

النواة الهدف ${}^{14}C$ ← $Z_2 = 6$ , $A_2 = 14$

$\sqrt[3]{1} = 1$ , $\sqrt[3]{14} = 2,41$

$$E_{coul} = 1,15 \times \frac{6}{1+2,41} = 2,02\ MeV$$

| التفاعل | Q (Mev) | النوع | طاقة العتبة (Mev) | تولد Mev |
|---|---|---|---|---|
| $^{13}C(d,t)^{12}C$ | 1,31 | ناشر | 0 | 1,91 |
| $^{14}N(pn)^{14}N$ | -0,63 | ماص | 0,67 | 2,02 |

**مسألة:**

تتصادم كرتا بلياردو كتلتاهما مجهولتان $m_2$ و $m_1$ حيث تتحرك القذيفة $m_1$ بسرعة $V$ قبل التصادم بينما يكون الهدف $m_2$ ساكن قبل التصادم. بعد التصادم يصبح للكرة $m_1$ سرعة مقدارها $\frac{1}{2}V$ وتتحرك بزاوية $90°$ بالنسبة لإتجاهها الأصلي.

① حدد اتجاه حركة كرة البلياردو $m_2$ بعد التصادم.

② حدد النسبة $m_1/m_2$ بين كتلتي كرتي البلياردو.

③ حدد سرعة كرة البلياردو $m_2$ كدالة للسرعة الإبتدائية $V$ للكرة $m_1$.

④ حدد كمية الطاقة المنقولة من الكرة $m_1$ إلى الكرة $m_2$ في التصادم.

**الحل:** نختار محور $x$ باتجاه حركة الكرة $m_1$ قبل التصادم ومحور $y$ عمودي عليه.

المعطيات:

نجد قبل التصادم لدينا $m_1$ سرعتها $V$ على المحور $x$ و $m_2$ ساكنة ونجد بعد التصادم سرعة $m_1 = \frac{V}{2}$ وبزاوية $90°$ بالنسبة لإتجاهها الأصلي، تتحرك على محور $y$.

① اتجاه حركة الكرة $m_2$ بعد التصادم: لدينا كمية الحركة الإبتدائية كلاً على محور $x$ بعد التصادم الكرة $m_1$ ليس لها حركة على $x$. إذاً يجب أن تكون حركة $m_2$ على محور $x$ (باتجاه الحركة الأصلية لـ $m_1$)

② إيجاد النسبة $\frac{m_1}{m_2}$

حفظ كمية الحركة على محور $y$ قبل التصادم هي $0$ وبعد التصادم: $m_1 = \frac{V}{2} = m_2 V_2 \sin\theta$

ولكن حركة $m_2$ أفقية $\sin\theta = 0$

فإذاً كمية الحركة على $y$ محفوظة فقط إذا: $m_1 = V$ تقابلها حركة $m_2$

قبل: $P_x = m_1 V$

بعد: $P_x = m_2 V_2$

ومن حفظ الطاقة (تصادم مرن - كرتا بلياردو)

$$\frac{1}{2}m_1V^2 = \frac{1}{2}m_1\left(\frac{V}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2$$

$$\frac{1}{2}m_1V^2 = \frac{1}{8}m_1V^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2$$

$$\Rightarrow \frac{3}{8}m_1V^2 = \frac{1}{2}m_2V_2^2 \quad (1)$$

ومن كمية الحركة:

$$m_1V = m_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{m_1}{m_2}V \quad (2)$$

نعوض (2) في (1):

$$\frac{3}{8}m_1V^2 = \frac{1}{2}m_2\left(\frac{m_1}{m_2}V\right)$$

$$\frac{3}{8}m_1 = \frac{1}{2}\frac{m_1^2}{m_2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{4}$$

③ سرعة الكرة $m_2$ بعد التصادم:

من: $V_2 = \frac{m_1}{m_2}V \Leftarrow V_2 = \frac{3}{4}V$

④ كمية الطاقة المنتقلة من $m_1$ إلى $m_2$:

طاقة $m_2$ بعد التصادم:

$$E_{m_2} = \frac{1}{2}m_2V_2^2$$

$$= \frac{1}{2}m_2\left(\frac{3}{4}V\right)^2$$

$$E_{m_2} = \frac{9}{32}m_2V^2$$

(وهي نفسها كمية الطاقة المنتقلة من $m_1$ إلى $m_2$)

$m_n = 939.5653$ mev
$m_6^{12}C = 11174.8625$ mev
$m_\alpha = 3727.3791$ mev
$m_2^4Be = 8392.7499$ mev

مسألة 2 : ليكن لدينا التفاعل التالي: $^{12}_{6}C\ (n,\alpha)\ ^{4}_{2}Be$

1- احسب طاقة التفاعل Q

2- استنتج علاقة طاقة العتبة الحركية للقذيفة $(E_K)_{Thr}$

3- أوجد العلاقة بين Q و $(E_K)_{Thr}$

4- أحسب $(E_K)_{Thr}$ للقذيفة :

الحل:

1- حساب طاقة التفاعل Q : إن طاقة التفاعل هي:

$Q = ($كتلة المتفاعلات $-$ كتلة النواتج $)c^2$

• لحساب كتلة المتفاعلات :

$$m_{initial} = m_n + {}^{12}_{6}C = 939.5653 + 11174.8625$$
$$= 12114.4278\ MeV$$

• حساب كتلة النواتج:

$$M_{final} = m_\alpha + m_2^4Be = 3727.3791 + 8392.7499$$
$$= 12120.1290\ MeV$$

$$\Rightarrow Q = 12114.4278 - 12120.1290 = -5.7012\ MeV$$

التفاعل ماص للحرارة

2) استنتاج علاقة طاقة العتبة الحركية للقذيفة :

من علاقة الطاقة الكلية : $E_{Thr} = (E_K)_{Thr} + m_{10}c^2$ نجد أن عتبة الطاقة الحركية للقذيفة تعطى بالعلاقة

$$(E_K)_{Thr} = \frac{(m_{30}c^2 + m_{40}c^2) - (m_{10}c^2 + m_{20}c^2)}{2m_{20}c^2}$$

من علاقة طاقة التفكك

$$Q = (m_{10}c^2 + m_{20}c^2) - (m_{30}c^2 + m_{40}c^2)$$

نستطيع إعادة كتابة هذه العلاقة بالشكل:

$$(m_{30}c^2 + m_{40}c^2) = (m_{10}c^2 + m_{20}c^2)$$

بتعويض هذه العلاقة في علاقة عتبة الطاقة الحركية للقذيفة نجد :

$$(E_K)_{Thr} = -Q\left[\frac{m_1 m_0 c^2 + m_{20}c^2}{m_{20}c^2} - \frac{Q}{2m_{20}c^2}\right]$$

$$\simeq -Q\left[1 + \frac{m_{10}}{m_{20}}\right]$$

حيث يمكن أهمال الحد $\frac{Q}{2m_{20}c^2}$ لأن $Q \ll 2m_{20}c^2$

3) العلاقة بين $Q$ ، $(E_K)_{Thr}$ : بشكل عام $(E_K)_{Thr} = -Q \frac{m_{Final}}{m_{Target}}$

وهنا لدينا

$$(E_K)_{Thr} = -Q \left[1 + \frac{m_n}{m^{12}_{6}C}\right]$$

---

4) حساب طاقة العتبة الحركية $(E_K)_{Thr}$

$$\frac{m_n}{m^{12}_{6}C} = \frac{939.5653}{1117.8625} \simeq 0.0841$$

$$\Rightarrow (E_K)_{Thr} = 5.7012\,(1 + 0.0841)$$

$$\Rightarrow (E_K)_{Thr} \simeq 6.18\ MeV$$

---

مكتبة A to Z