دورة الوحدة (05)	سلسلة تمارين رقم (02): "التحوّلات النّوويّة"	BAC 2023

amine.zeddoun

التمرين الأول:

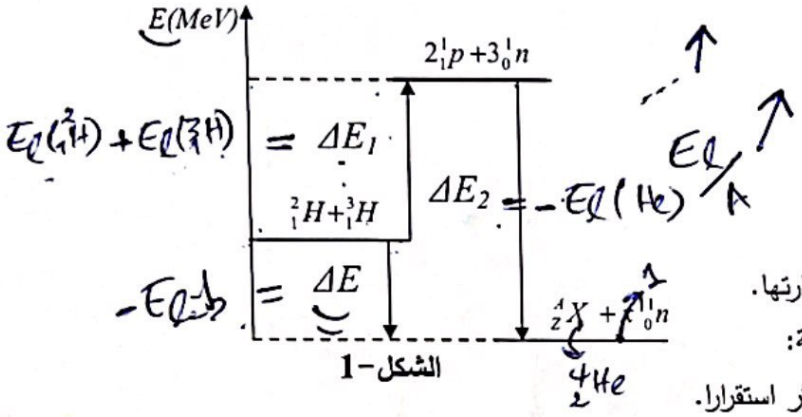
انطلق برنامج البحث *ITER* (International Thermonuclear Experimental Reactor) بفرنسا لدراسة الاندماج النووي لنظيري الهيدروجين ${}_1^3H$ ، ${}_1^2H$ وذلك من أجل التأكد من الإمكانية العلمية لإنتاج الطاقة عبر الاندماج النووي.

1-أ- اكتب معادلة الاندماج النووي بين الديوتريوم ${}_1^2H$ والتريتيوم ${}_1^3H$، علما أن التفاعل ينتج نواة ${}_2^4X$ ونيترونا.

ب- يتعلق زمن نصف العمر بـ :

- عدد الأنوية الابتدائية N_0 للنظير المشع.
- درجة حرارة العينة المشعة.
- نوع النظير المشع.

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات السابقة.



الشكل-1

2- أ- عرّف طاقة الربط للنواة $E_l({}_Z^AX)$ ، ثمّ اكتب عبارتها.

ب- احسب طاقة الربط للنواة وطاقة الربط لكل نوية:

${}_1^2H$ ، ${}_1^3H$ ، ${}_Z^AX$ بـ MeV ، ثمّ استنتج النواة الأكثر استقرارا.

3- المخطط الطاقوي (شكل-1) يمثّل الحصيلة الطاقوية لتفاعل اندماج نظيري الهيدروجين ${}_1^3H$ ، ${}_1^2H$.

أ- احسب مقدار الطاقة المحررة عن تفاعل الاندماج الحادث.

ب- احسب مقدار الطاقة المحررة عن اندماج $1g$ من ${}_1^2H$ و $1,5g$ من ${}_1^3H$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

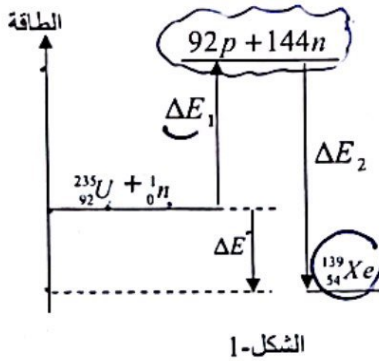
$m({}_0^1n)=1,00866u\,;m({}_1^1p)=1,00728u\,;m({}_1^2H)=2,01355u\,;m({}_1^3H)=3,0155u\,;$

$m({}_2^4He)=4,0015u\,;1u=931,5\frac{MeV}{C^2}\,;\ N_A=6,02\times10^{23}\ mol^{-1}$

amine.zeddoun

التمرين الثاني:

المخطط الطاقوي (الشكل-1) يمثل الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار نواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}U$ إلى ${}_{38}^{94}Sr$ و ${}_{54}^{139}Xe$ إثر قذفها بنيترون ${}_0^1n$.



الشكل-1

1- أ- عرّف طاقة الربط E_l للنواة واكتب عبارتها الحرفية.

ب- أعط عبارة طاقة الربط لكل نوية.

2- أ- اكتب معادلة انشطار نواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}U$.

ب- يعرف التفاعل السابق على أنه تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا. لماذا؟

3- احسب بـ MeV كلا من : ΔE_1 و ΔE_2 و ΔE.

4- أ- احسب بالجول مقدار الطاقة المحررة عن انشطار $1\,g$ من ${}_{92}^{235}U$.

ب- على أي شكل تظهر الطاقة المحررة ؟

Scanned with CamScanner

المعطيات: $\frac{E_\ell}{A}(^{235}_{92}U) = 7,62MeV\ /nucléon$; $\frac{E_\ell}{A}(^{139}_{54}Xe) = 8,34MeV\ /nucléon$

$\frac{E_\ell}{A}(^{94}_{38}Sr) = 8,62MeV\ /nucléon$; $1MeV = 1,6\times10^{-13}J$; $N_A = 6,02\times10^{23}mol^{-1}$

التمرين الثالث:

يُستعمل نظير البلوتونيوم المُشع $^{239}_{94}Pu$ كوَقود مفاعل نووي لإنتاج الطاقة الكهربائية بمردود طاقوي $r = 30\%$.

تنشطر نواة البلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$ إثر قذفها بنيترون إلى نواتيّ اليود $^{135}_{53}I$ والنيوبيوم $^{102}_{41}Nb$ وتحرير عدد a من النيترونات.

1) اكتب المعادلة المُنمذجة لتفاعل الانشطار النووي الحادث، ثم احسب قيمة العدد a.

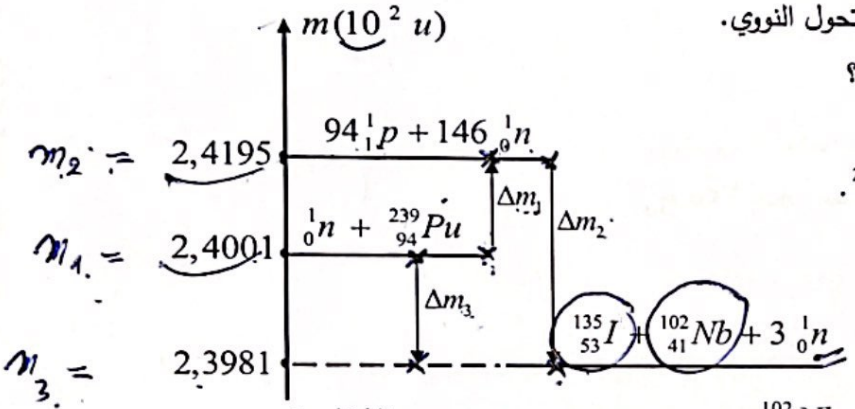
2) تفاعل انشطار البلوتونيوم 239 هو تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا. فسر ذلك؟

3) يمثل الشكل-1 مخطط الحصيلة الكتلية لهذا التحول النووي.

أ) ماذا تمثل كل من Δm_1 ، Δm_2 و Δm_3 ؟

ب) اعتمادا على المخطط أوجد:

- طاقة الربط E_l لنواة البلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$.
- الطاقة E_{Lib} المحررة عن انشطار نواة بلوتونيوم 239 بوحدة Mev .



الشكل-1

ج) إذا علمت أن النقص الكتلي لنواة النيوبيوم ^{102}Nb هو $\Delta m = 0,93119u$.

احسب طاقة الربط E_l لنواة اليود 135 ثم قارن بين استقرار نواتيّ اليود 135 والنيوبيوم 102.

4) احسب الطاقة الكهربائية التي ينتجها هذا المفاعل النووي عند استهلاك $1kg$ من البلوتونيوم 239 مقدرة بوحدة الجول.

المعطيات : $N_A = 6,02\times10^{23}\ mol^{-1}$ ، $1u = 931,5Mev/c^2$ ، $1Mev = 1,6\times10^{-13}J$.

amine.zeddoun

التمرين الرابع:

تنشطر نواة اليورانيوم 235، عند قذفها بنترون بطيء، وفق التفاعل ذي المعادلة:

$$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{Z}Xe + x\ ^1_0n$$

1- تستخدم النترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم. لماذا ؟

2- أكمل معادلة التفاعل النووي المبينة أعلاه.

3- فسّر الطابع التسلسلي لهذا التفاعل، مستعينا بمخطط توضيحي.

4- أ- احسب النقص في الكتلة Δm خلال هذا التحول.

ب- احسب بالجول الطاقة E_{lib} المحررة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235.

جـ- استنتج الطاقة المحررة من انشطار $m_1 = 2,5\ g$ من اليورانيوم 235.

د- على أي شكل تظهر هذه الطاقة ؟

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين
amine.zeddoun

Scanned with CamScanner

5- ما هي كتلة غاز المدينة (غاز الميثان CH_4) اللازمة للحصول على طاقة تعادل الطاقة المتحررة من انشطار $m = 2,5\ g$ من اليورانيوم 235 ؟ علما أن احتراق $1\ mol$ من غاز الميثان يحرر طاقة مقدارها $8,0\times10^5\ J$.

المعطيات:

$m(^{235}U) = 234,99332\,u$ ، $m(^{94}Sr) = 93,89446\,u$ ، $m(^{140}Xe) = 139,89194\,u$

$m(^{1}n) = 1,00866\,u$ ، $1u = 1,66\times10^{-27}\ kg$ ، $c = 3\times10^8\ m\cdot s^{-1}$،

$N_A = 6,02\times10^{23}\ mol^{-1}$ ، $M(CH_4) = 16\ g\cdot mol^{-1}$

amine.zeddoun

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل سلسلة تمارين رقم (02): التحولات النووية

حل التمرين (01):

1- أ- 1

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{1}_{0}n$$

إنحفاظ A: $2+3 = A+1 \Rightarrow A = 4$

إنحفاظ Z: $1+1 = Z+0 \Rightarrow Z = 2$

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

ب- ينتمي الـ $t_{1/2}$ إلى نوع انفطار الشتت.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

2- أ- تعريف طاقة الربط E_l: (أنظر وثيقة التحضير)

$$E_l(^{4}_{2}He) = \Delta m . C^2$$

$$\Rightarrow E_l(^{4}_{2}He) = [Z m_p + (A-Z) m_n - m_{He}] \times C^2$$

ب-

$^{2}_{1}H$:

$$E_l(^{3}_{1}H) = \Delta m . C^2$$

$$\Rightarrow E_l(^{2}_{1}H) = \Delta m \times 931,5$$

$$\Rightarrow E_l(^{2}_{1}H) = [1 \times 1,00728 + 1 \times 1,00866 - 2,01355] . 931,5$$

$$\Rightarrow E_l(^{2}_{1}H) = 2,23 \text{ MeV} \Rightarrow \frac{E_l}{A}(^{2}_{1}H) = \frac{2,23}{2} = 1,12 \text{ MeV/نكليون}$$

Scanned with CamScanner

^3_1H :

$$E_l(^3_1H) = \Delta m \times C^2$$

$$\Rightarrow E_l(^3_1H) = \Delta m \times 931,5.$$

$$\Rightarrow E_l(^3_1H) = [1 \times 1,00728 + 2 \times 1,00866 - 3,0185] \times 931,5.$$

$$\Rightarrow E_l(^3_1H) = 8,48\ MeV \Rightarrow \frac{E_l}{A}(^3_1H) = \frac{8,48}{3} = 2,83\ MeV/\text{نكليون}$$

^4_2He :

$$E_l(He) = \Delta m \times C^2$$

$$\Rightarrow E_l(He) = \Delta m \times 931,5.$$

$$\Rightarrow E_l(He) = (2 \times 1,00728 + 2 \times 1,00866 - 4,0016) \times 931,5.$$

$$\Rightarrow E_l(He) = 28,3\ MeV. \Rightarrow \frac{E_l}{A}(He) = \frac{28,3}{4} = 7,08\ MeV/\text{نكليون}$$

$$\frac{E_l}{A}(He) > \frac{E_l}{A}(^3_1H) > \frac{E_l}{A}(^2_1H).$$

وعليه : النواة الأكثر استقرارا هي : نواة الـ ^4_2He.

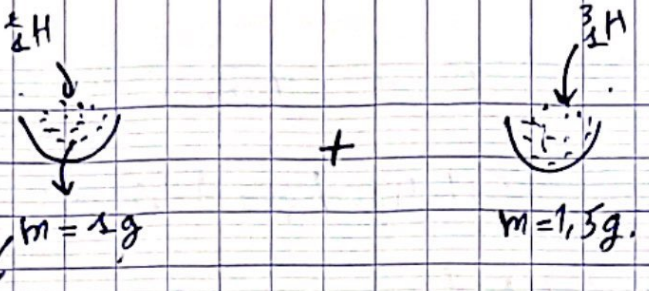
$$E_{liab} = E_{l\text{نواتج}} - E_{l\text{متفاعلات}}$$

$$\Rightarrow E_{liab} = E_l(He) - (E_l(^2_1H) + E_l(^3_1H)).$$

$$\Rightarrow E_{liab} = 28,3 - (2,23 + 8,14).$$

$$\Rightarrow E_{liab} = 17,93\ MeV.$$

Scanned with CamScanner



-ب-

$$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \Rightarrow N(^2_1H) = \frac{m \times N_A}{M} \quad ; \quad N(^3_1H) = \frac{m \times N_A}{M}$$

$$\Rightarrow N(^2_1H) = \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{2} \qquad \Rightarrow N(^3_1H) = \frac{1,5 \times 6,02 \times 10^{23}}{3}$$

$$\Rightarrow N(^2_1H) = 3,01 \times 10^{23} \text{ نواة} \qquad \Rightarrow N(^3_1H) = 3,01 \times 10^{23} \text{ نواة}$$

$$E_{lib\,tot} = N \times E_{lib}$$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 3,01 \times 10^{23} \times 17,93$$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 5,4 \times 10^{24} \text{ MeV}.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل التمرين (02):

1- أ- تعريف طاقة الربط E_l: (أنظر وثيقة التحريك).

$$\Rightarrow E_l = \Delta m . C^2$$
$$\Rightarrow E_l = \left(Z m_p + (A-Z) m_n - m_X\right) . C^2$$

ب- $$\Rightarrow \frac{E_l}{A} = \frac{\Delta m . C^2}{A} = \frac{\left(Z m_p + (A-Z) m_n - m_X\right) . C^2}{A}$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدوني محمد الأمين

2- أ- $$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + a\,^{1}_{0}n$$

بتطبيق قانوني صودي: انحفاظ A:

$$235 + 1 = 139 + 94 + a .$$
$$\Rightarrow 236 = 233 + a$$
$$\Rightarrow a = 3 .$$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3\,^{1}_{0}n .$$

ب- تفاعل تسلسلي متحكم فيه (أنظر وثيقة التحريك).

3- لدينا:

- $\Delta E_1 = E_l(U)$
- $\Delta E_2 = -\left[E_l(Xe) + E_l(Sr)\right]$
- $\Delta E = -E_{l\,lib}$

} للشرح

- $\Delta E_1 = E_l(U) = 7,6 \times 235 = 1790,7\ MeV$: أي،
- $\Delta E_2 = -\left[E_l(Xe) + E_l(Sr)\right] = -\left[8,34 \times 139 + 8,62 \times 94\right] = -1969,54\ MeV$
- $\Delta E = -E_{l\,lib} = -\left(\left(E_l(Xe) + E_l(Sr)\right) - E_l(U)\right)$

$$= -\left(\left(8,34 \times 139 + 8,62 \times 94\right) - 7,6 \times 235\right) = -178,94\ MeV$$

Scanned with CamScanner



-أ-4

$$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \Rightarrow N(U) = \frac{m \times N_A}{M}$$

$$\Rightarrow N(U) = \frac{1 \times 6{,}02 \times 10^{23}}{235} = 2{,}56 \times 10^{21} \text{ ذرة}$$

$$E_{lib\,tot} = N \times E_{lib}$$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 2{,}56 \times 10^{21} \times 177{,}84$$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 4{,}58 \times 10^{23} \text{ MeV}$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$1 \text{ MeV} \longrightarrow 1{,}6 \times 10^{-13} \text{ J}$.

$4{,}58 \times 10^{23} \text{ MeV} \longrightarrow ?$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 4{,}58 \times 10^{23} \times 1{,}6 \times 10^{-13}$$

$$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 7{,}33 \times 10^{10} \text{ J}$$

ب- تظهر الطاقة المحررة في شكل طاقة حركية.

طاقة حرارية.

Scanned with CamScanner

حل التمرين (03):

$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{135}_{53}I + ^{102}_{41}Nb + a\,^{1}_{0}n \quad /1$$

← بتطبيق قانوني صودي : إنحفاظ A :

$239 + 1 = 135 + 102 + a$

$\Rightarrow 240 = 237 + a$

$\Rightarrow a = 3.$

$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{135}_{53}I + ^{102}_{41}Nb + 3\,^{1}_{0}n.$$

/2 تفسير ← التسلسلي مقترن ذاتيا (لا نفاذ وثيقة التوريق).

/3

- $\Delta m_1 = \Delta m(Pu)$. /1
- $\Delta m_2 = -[\Delta m(I) + \Delta m(Nb)]$
- $\Delta m_3 = -\Delta m_{\text{الانشطار}}$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

/ب

- $E_\ell(Pu) = \Delta m \cdot c^2$

$\Rightarrow E_\ell(Pu) = \Delta m_1 \times 931,5 = (2,4195 - 2,4001) \times 10^2 \times 931,5.$

$\Rightarrow E_\ell(Pu) = 1807,11\ MeV$

- $E_{\ell b} = \Delta m_{\text{الانشطار}} \cdot c^2$

$\Rightarrow E_{\ell b} = \Delta m_{\text{الانشطار}} \times 931,5 = -(2,3981 - 2,4001) \times 10^2 \times 931,5.$

$\Rightarrow E_{\ell b} = 186,3\ MeV$

Scanned with CamScanner

ج) لدينا :

$$\Delta m_2 = -\left[\Delta m(I) + \Delta m(Nb)\right]$$

$$\Rightarrow -\Delta m_2 = \Delta m(I) + \Delta m(Nb)$$

$$\Rightarrow \Delta m(I) = -\Delta m_2 - \Delta m(Nb).$$

$$\Rightarrow \Delta m(I) = -(2,3931 - 2,4195)\times 10^{-2} - 0,93119$$

$$\Rightarrow \Delta m(I) = 4,20881\ u.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

ومنه :

$$E_l(I) = \Delta m \cdot C^2$$

$$\Rightarrow E_l(I) = \Delta m \times 931,5 = 1,20881 \times 931,5$$

$$\Rightarrow E_l(I) = 1126\ MeV \Rightarrow \frac{E_l}{A}(I) = \frac{1126}{135} = 8,34\ MeV/\text{نكليون}$$

ومنه :

$$\frac{E_l}{A}(Nb) = \frac{\Delta m \cdot C^2}{A}$$

$$\Rightarrow \frac{E_l}{A}(Nb) = \frac{\Delta m \times 931,5}{A} = \frac{0,93119 \times 931,5}{102}$$

$$\Rightarrow \frac{E_l}{A}(Nb) = 8,50\ MeV/\text{نكليون}$$

$$\frac{E_l}{A}(Nb) > \frac{E_l}{A}(I)$$

إذن : نواة النيوبيوم Nb أكثر استقرارا من نواة اليود I.

Scanned with CamScanner

$$E_e = P \times t \quad (J, W, s) \qquad /4$$

$$\rho = \frac{E_e}{E_{tot}} \times 100 \Rightarrow E_e = \frac{\rho \times E_{tot}}{100}$$

$$\Rightarrow E_e = \frac{\rho \times N \times E_{lib}}{100} \quad / \quad \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \Rightarrow N = \frac{m \times N_A}{M}$$

$$\Rightarrow E_e = \frac{\rho \times \frac{m \times N_A}{M} \times E_{lib}}{100}$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$\Rightarrow E_e = \rho \times \frac{m \times N_A}{M} \times E_{lib} \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow E_e = 30 \times \frac{1 \times 10^3 \times 6{,}02 \times 10^{23}}{239} \times 196{,}3 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow E_e = 1{,}41 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

$$1 \text{ MeV} \longrightarrow 1{,}6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$1{,}41 \times 10^{26} \text{ MeV} \longrightarrow E_e$$

$$\Rightarrow E_e = 1{,}41 \times 10^{26} \times 1{,}6 \times 10^{-13}$$

$$\Rightarrow E_e = 2{,}26 \times 10^{13} \text{ J}.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل التمرين (04):

1/ (أنظر ورقة التحضير).

2/ $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{Z}Xe + x\,{}^{1}_{0}n$.

← بتطبيق قانوني صودي: ← إنحفاظ A:

$235+1 = 94+140+x$

$\Rightarrow 236 = 234 + x \Rightarrow x = 2$

← إنحفاظ Z:

$92+0 = 38+Z+0$

$\Rightarrow Z = 54$

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n .$$

3/ (أنظر ورقة التحضير).

4/ $\Delta m_{\text{الاستقرار}} = m_{\text{متفاعلات}} - m_{\text{نواتج}}$ ← 1

$$\Rightarrow \Delta m = \left(m(U) + m(n)\right) - \left(m(Sr) + m(Xe) + 2\times m(n)\right)$$

$$\Rightarrow \Delta m = (234,99332 + 1,00866) - (93,89446 + 139,89194 + 2\times 1,00866)$$

$$\Rightarrow \Delta m = 0,19826\ u .$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

ب/ $E_{lib} = \Delta m . C^2$

ومنه: $1\ u \longrightarrow 1,66\times 10^{-27}\ kg$.

$0,19826\ u \longrightarrow \Delta m$

$$\Rightarrow \Delta m = 3,29\times 10^{-28}\ kg .$$

Scanned with CamScanner

$E_{lib} = 3,29 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2$: ومنه،

$\Rightarrow E_{lib} = 2,96 \times 10^{-11}\ J.$

$E_{lib\,tot} = N \times E_{lib}.$ / $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ -1ن

$\Rightarrow E_{lib\,tot} = \frac{m \times N_A}{M} \times E_{lib}.$ $\Rightarrow N = \frac{m.N_A}{M}$

$\Rightarrow E_{lib\,tot} = \frac{2,5 \times 6,02 \times 10^{23}}{235} \times 2,96 \times 10^{-11}$

$\Rightarrow E_{lib\,tot} = 1,9 \times 10^{11}\ J.$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$m(CH_4) \xrightarrow{g} 1,9 \times 10^{11}\ J.$ /5

$1\ mol \longrightarrow 8,0 \times 10^5\ J.$

$n(CH_4) = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M = 1 \times 16$

$\Rightarrow m = 16\ g.$

$16\ g \longrightarrow 8,0 \times 10^5\ J.$

$m(CH_4) \longrightarrow 1,9 \times 10^{11}\ J.$

$m(CH_4) = \frac{1,9 \times 10^{11} \times 16}{8,0 \times 10^5} \Rightarrow m(CH_4) = 3,8 \times 10^6\ g.$

Scanned with CamScanner

دورة الوحدة (05)	سلسلة تمارين رقم (01): "التحولات النووية"	BAC 2023

amine.zeddoun

التمرين الأول:

يعتبر الطب أحد المجالات الرئيسية التي عرفت تطبيقات للأنشطة الإشعاعية ،حيث يوظف عدد من الأنوية المشعة لتشخيص الامراض ومعالجتها، ومن بينها الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$ الذي تستخدم جرعات منه للتخفيف من آلام الروماتيزم عن طريق الحقن الموضعي.

المعطيات: ثابت النشاط الإشعاعي للرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$: $\lambda = 0{,}19\,jour^{-1} = 2{,}2\times10^{-6}\,s^{-1}$

I- تفكك نواة الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$:

ينتج عن تفكك نواة الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$ نواة الأوسميوم $^{186}_{76}Os$.

- اكتب معادلة تفكك نواة الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$ وحدد نوع الإشعاع.

II- الحقن الموضعي بالرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$:

يوجد الدواء المستعمل للحقن على شكل جُرعات تحتوي على الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$ ، حجم كل واحدة منها $V_0 = 10mL$.

النشاط الإشعاعي للرينيوم الموجود في كل جرعة عند اللحظة $(t=0)$ هو: $A_0 = 4\times10^{9}\,Bq$.

1- حدد بوحدة $(jour)$ زمن نصف العمر $t_{1/2}$ للرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$.

2- أوجد عند اللحظة $t_1 = 4{,}8\,jours$، قيمة N_1 عدد أنوية الرينيوم $^{186}_{75}\mathrm{Re}$ الموجودة في كل جرعة.

3- عند نفس اللحظة t_1 نأخذ من الجرعة ذات الحجم $V_0 = 10mL$، حقنة حجما V وعدد أنوية الرينيوم فيها هو $N = 3{,}65\times10^{13}\,noyaux$ ، ثم نحقن بها مريض في مفصل الكتف .

- أوجد قيمة الحجم V.

التمرين الثاني:

البولونيوم عنصر مشع نادر الوجود في الطبيعة ، له عدة نظائر لا يوجد منها في الطبيعة سوى البولونيوم 210.

وهو مصدر للجسيمات α لأن أغلب نظائره تصدر أثناء تفككها هذه الجسيمات.

1- ماذا نقصد بعنصر مشع ، جسيمات α و نظائر؟

2- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفكك نواة للبولونيوم $^{210}_{84}Po$ محددا النواة الابن .

3- تعطى عبارة التناقص الاشعاعي بالعلاقة : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.

- أثبت ان عبارة كتلة البولونيوم $m(t)$ يمكن أن نكتب بالعلاقة : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

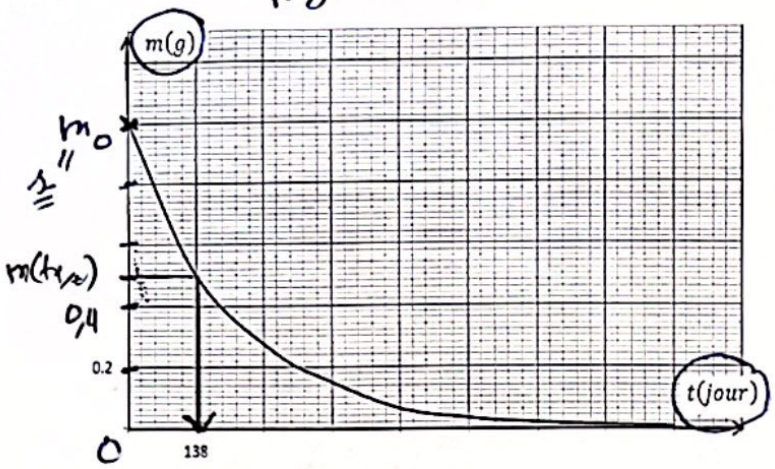
4- عينة من البولونيوم كتلتها m_0، الشكل المقابل يمثل تغيرات الكتلة بدلالة الزمن :

أ- ما هي قيمة m_0 .

amine.zeddoun

ب- عرف $t_{\frac{1}{2}}$ زمن نصف العمر ثم حدد قيمته بيانيا.

Scanned with CamScanner



ج-أثبت أن $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ، ثم احسب قيمة λ.

5-أ- اكتب عبارة نشاط العينة $A(t)$ بدلالة λ ، $m(t)$، N_A و M الكتلة المولية للبولونيوم .

ب- استنتج قيمة النشاط الابتدائي A_0 للعينة .

جـ - احسب قيمة النشاط الاشعاعي للعينة بعد مدة زمنية قدرها 5τ.

- ما هي قيمة التغير النسبي للنشاط الاشعاعي و ماذا تستنتج ؟

$M(Po) = 210\,g/mol$ ، $N_A = 6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$

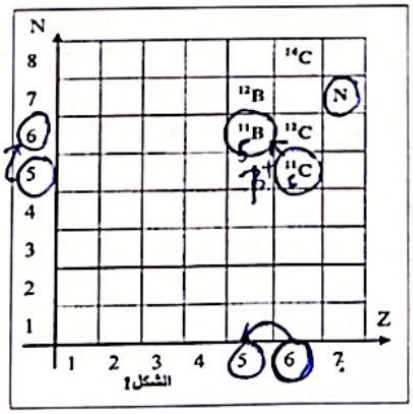
مستخرج من الجدول الدوري للعناصر :

$_{81}Tl$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$

التمرين الثّالث:

تمتص جميع النباتات الكربون C الموجود في الجو (^{14}C ; ^{12}C) من خلال ثنائي أكسيد الكربون بحيث تبقى النسبة بين عدد النوى للنظيرين ثابتة خلال حياتها: $\frac{N(^{14}C)_0}{N(^{12}C)_0} = 1{,}2 \times 10^{-12}$. انطلاقا من لحظة موت النبات تتناقص هذه النسبة نتيجة تفكك الكربون 14 لكونه نظير مشع.

1 – يعطي الشكل *(1)* جزءا من مخطط سيغري *(Z,N)*



amine.zeddoun

أ- اكتب معادلة التحول النووي للكربون *14* محددا النواة الناتجة $^{A}_{Z}Y$ علما أنها اشعاعية النشاط β^- .

ب – تفكك نواة الكربون $^{11}_{6}C$ يعطي نواة البور $^{A'}_{Z'}B$.اكتب معادلة التحوّل النووي محددا A' و Z'.

2– نريد تحديد عمر قطعة خشب قديم، لذلك نأخذ منها عند لحظة t عيّنة كتلتها $m = 0{,}295\ g$؛ فنجد أن هذه العيّنة تعطي 1,40 تفككا في الدقيقة (التفككات ناجمة عن C 14 فقط الموجود في العيّنة المدروسة).

نأخذ من شجرة حية قطعة لها نفس كتلة العيّنة السابقة فنجدأن نسبة الكربون *12* فيها هي *51,2%*.

أ – احسب عدد نوى الكربون *12* و عدد نوى الكربون *14* في القطعة التي أخذت من الشجرة الحية.

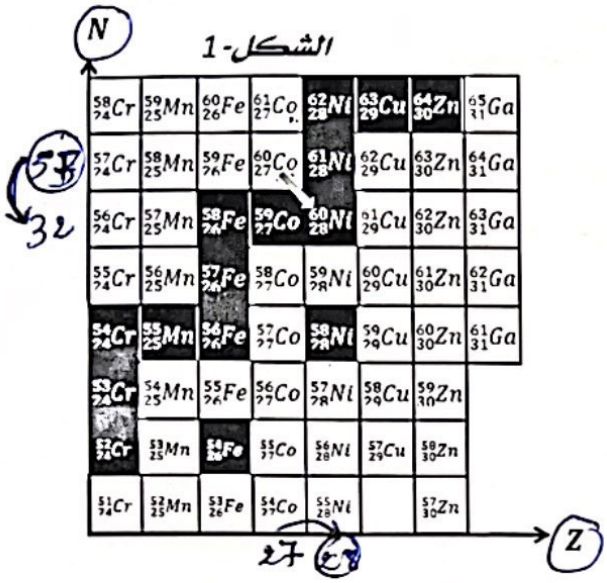
ب – حدد عمر قطعة الخشب القديم.

المعطيات: نصف عمر الكربون *14* هو: $t_{1/2} = 5730\ ans$. الكتلة المولية للكربون *12* : $M(C)=12\ g/mol$.
عدد أفوقادرو $N_A=6{,}02.10^{23}$. $(1an=3{,}15.10^7\ s)$.

Scanned with CamScanner

التمرين الرابع:

الكوبالت Co عنصر كيميائي له عدة نظائر من بينها الكوبالت 60 المشع، الذي تستعمل اشعاعاته في تعقيم المواد الغذائية والأدوات الطبية وفي تنشيط البذور ومعالجة المياه ....



I. الشكل-1 يمثل مقتطف من المخطط $(N - Z)$:

أ- ما المقصود بـــ: مشع، نظائر.

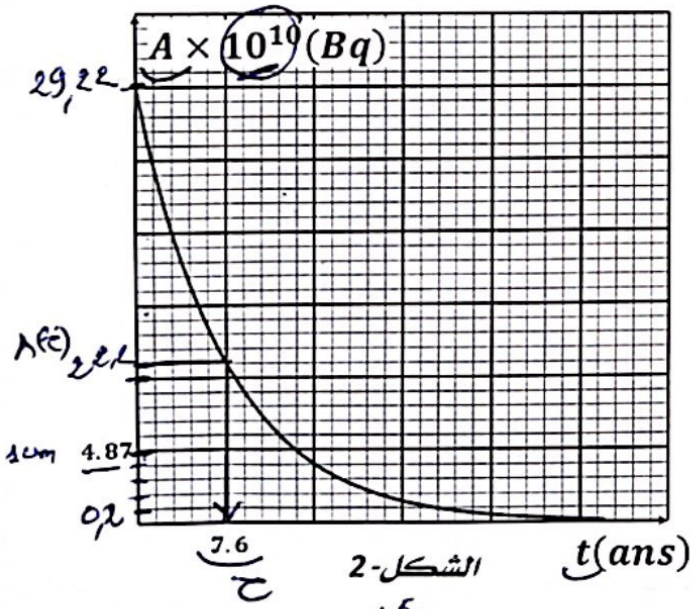
ب- ماذا تمثل المنطقة الملونة بالأسود في المخطط؟

ج- من المخطط استخرج النظير المستقر للكوبالت.

د- بالاستعانة بالمخطط اكتب معادلة التفكك التي تحدث للكوبالت $^{60}_{27}Co$ مع إعطاء نوع الاشعاع الصادر.

- من المخطط استخرج النظائر المستقرة للنواة البنت الناتجة عن تفكك الكوبالت 60.

II. يستعمل الكوبالت 60 في معالجة الأورام السرطانية وذلك بتعريض الورم الى الاشعاعات التي يصدرها، يستعمل منبع مشع في جهاز المعالجة الاشعاعية كتلته الابتدائية عند استعماله m_0 . دراسة منبع مماثل له مكنت من الحصول على البيان في الشكل-2 الممثل لتغيرات النشاط الاشعاعي A بدلالة الزمن:



1- ما هي خصائص النشاط الاشعاعي؟

2- ذكّر بقانون التناقص الاشعاعي ثم بين ان عبارة النشاط الاشعاعي هي: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$.

3- استنتج من المنحنى قيمة النشاط الاشعاعي الابتدائي A_0 في اللحظة $t = 0$.

4- ما هي قيمة النشاط الاشعاعي في اللحظة $t = \tau$ ؟ استنتج قيمتي ثابت الزمن τ وثابت التفكك λ.

5- احسب كتلة العينة m_0 .

6- يستعمل المنبع المشع لمدة 5 سنوات.

أ- ما هو النشاط الاشعاعي A للمنبع بعد هذه المدة؟

ب- ان قيمة النشاط الاشعاعي الذي يسمح ان يتعرض له العاملون في المختبرات هو $100kBq$ أما أكثر من ذلك فيعتبر مضر لهم. احسب المدة التي يصبح بعدها المنبع غير مضر من لحظة نهاية استعماله في الجهاز.

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$$

amine.zeddoun

Scanned with CamScanner

حل سلسلة تمارين رقم (01) : التحولات النووية

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

حل التمرين (01):

$$^{186}_{75}Re \longrightarrow ^{186}_{76}Os + ^{A}_{Z}X \quad \text{-I/}$$

لدينا بتطبيق قانوني صودي: A : انحفاظ العدد الكتلي.

$186 = 186 + A \Rightarrow A = 0$

Z : انحفاظ العدد الشحني.

$75 = 76 + Z \Rightarrow Z = -1$

$$^{0}_{-1}X \equiv ^{0}_{-1}e$$

$$^{186}_{75}Re \longrightarrow ^{186}_{76}Os + \beta^-$$

نمط التفكك (نوع الإشعاع) هو: إشعاع β^-

II/

$V_s = 10mL \leftarrow$ (جرعة) $\leftarrow ^{186}_{75}Re$

$t=0 \Rightarrow A_0 = 4\times10^9 Bq$

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{\ln(2)}{0,19} \Rightarrow t_{1/2} = 3,65 \text{ jours.} \quad -1$$

$t_1 = 4,8j \Rightarrow A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} = 4\times10^9 \times e^{-0,19\times4,8}$ -2

$$\Rightarrow A_1 = 1,61\times10^9 Bq$$

ومنه: $A_1 = \lambda N_1$.

$$\Rightarrow N_1 = \frac{A_1}{\lambda} = \frac{1,61\times10^9}{2,1\times10^{-6}} \Rightarrow N_1 = 7,32\times10^{14} \text{ نواة}$$

Scanned with CamScanner

t_1 $\Rightarrow V_0 = 10mL \longrightarrow 7,32\times10^{14}$ نواة (N_1)

$V \longrightarrow 3,65\times10^{13}$ نواة (N)

$$V = \frac{N \times V_0}{N_1} = \frac{3,65\times10^{13}\times10}{7,32\times10^{14}}$$

$\Rightarrow V = 0,5mL$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

لحل التمرين (02):

1/ تعريف:

- عنصر مشع: هو عنصر غير مستقر يتفكك تلقائياً إلى نواة أكثر استقرار مع إصدار جسيمات α, β^-, β^+ أو إشعاع γ.
- جسيمة α: عبارة عن نواة ^4_2He و تصدر من النواة المتفككة.
- نظائر: وهي أنوية لنفس العنصر لها نفس العدد الشحني Z و تختلف في العدد الكتلي A.

2/ $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He$

لدينا تطبيق قانوني صودي:

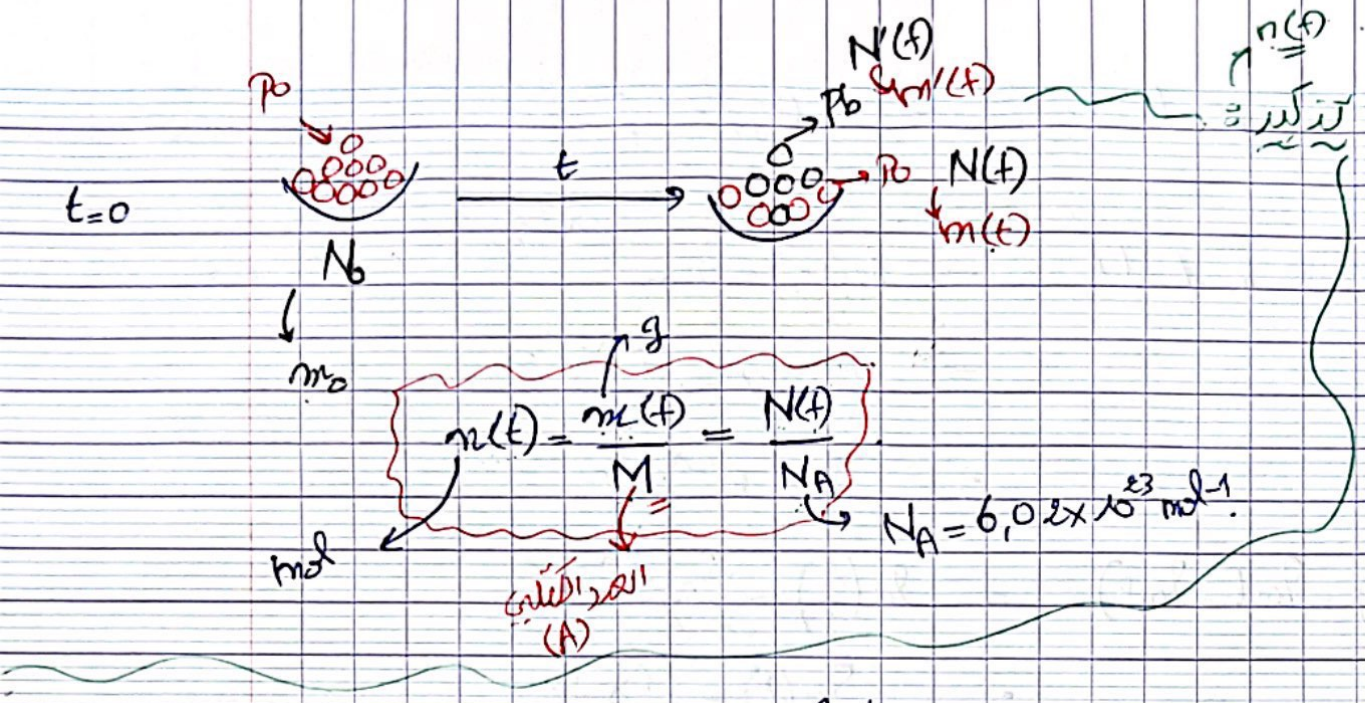
$210 = A+4 \Rightarrow A = 206$: A لحفاظ.

$84 = Z+2 \Rightarrow Z = 82$: Z لحفاظ.

$^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + \alpha$ ومنه:

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner



$N(t) = N_0 e^{-\lambda . t}$ لدينا: /3

$t=0 \Rightarrow \frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A} \Rightarrow N_0 = \frac{m_0 . N_A}{M}$ ونعلم أن:

$t \Rightarrow \frac{m(t)}{M} = \frac{N(t)}{N_A} \Rightarrow N(t) = \frac{m(t) \times N_A}{M}$

$\Rightarrow \frac{m(t) \times N_A}{M} = \frac{m_0 \times N_A}{M} e^{-\lambda . t}$

$\Rightarrow \boxed{m(t) = m_0 e^{-\lambda t}}$

$t=0 \Rightarrow m_0 = 1\,g$. من البيان: ← /4

ب- زمن نصف العمر $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى الابتدائية N_0.

$t = t_{1/2} \Rightarrow m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2} = 0,5\,g$.

بالإسقاط على محور الأزمنة:

$t_{1/2} = 138$ jours

Scanned with CamScanner

- $t = t_{1/2} \Rightarrow m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2}$.

- $t = t_{1/2} \Rightarrow m(t_{1/2}) = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$.

$\Rightarrow \frac{m_0}{2} = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$.

$\Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$

$\left(\ln\left(\frac{A}{B}\right) = \ln A - \ln B\right) \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = \ln e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$

$\Rightarrow -\ln(2) = -\lambda \cdot t_{1/2}$

$\Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$

$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{138 \times 24 \times 3600}$

$\Rightarrow \lambda = 5,81 \times 10^{-8}\ s^{-1}$.

$A(t) = \lambda \cdot N(t)$.

$\Rightarrow A(t) = \lambda \cdot \frac{m(t) \cdot N_A}{M}$

$t = 0 \Rightarrow A_0 = \lambda \cdot \frac{m_0 \cdot N_A}{M}$

$\Rightarrow A_0 = 5,81 \times 10^{-8} \times \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{210}$

$\Rightarrow A_0 = 1,67 \times 10^{14}\ Bq$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

$t = 5\tau \Rightarrow A(5\tau) = A_0 e^{-\lambda \cdot 5\tau} = A_0 e^{-\frac{1}{\tau} 5\tau}$ $\quad -\tau$

$\Rightarrow A(5\tau) = A_0 e^{-5} = 1{,}67 \times 10^{14} \times e^{-5}$

$\Rightarrow A(5\tau) = 1{,}13 \times 10^{12}\ Bq$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$t = 5\tau \Rightarrow r = \frac{A_0 - A(5\tau)}{A_0} \times 100 = \frac{1{,}67 \times 10^{14} - 1{,}13 \times 10^{12}}{1{,}67 \times 10^{14}} \times 100$ ومنه:

$\Rightarrow r = 99{,}3\% \simeq 100\%$

لاستنتاج أن عند $t = 5\tau \Leftarrow$ تفكك النواة Po كلياً

الحل التمرين (03):

$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + {}^{0}_{-1}e$ $\quad -1\ 1/4$

حسب قانوني صودي: A انحفاظ: $14 = A + 0 \Rightarrow A = 14$.

Z انحفاظ: $6 = Z - 1 \Rightarrow Z = 7$.

ومنه: $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta^-$

ب- نلاحظ حسب مخطط سودي عند تفكك نواة $^{11}_{6}C$ تحول بروتون إلى نترون ومنه نمط هذا التفكك هو β^+، ومنه:

$^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + \beta^+$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

^{14}C =

$m = 0,29g$ ← t ← قطعة خشب حديث ← t - ك

تتلاشى في الآفيقة. $1,40$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$m = 0,29g$ ← t_0 ← (حية) قطعة خشب حديثة

$51,2\%$ (^{12}C).

أ- $N_0(^{14}C) = ?$; $N_0(^{12}C) = ?$

• $m_0(^{12}C) = \frac{51,2}{100} \times 0,29 = 0,151g$.

ومنه: $\frac{m_0(^{12}C)}{M} = \frac{N_0(^{12}C)}{N_A}$

$\Rightarrow N_0(^{12}C) = \frac{m_0(^{12}C) \times N_A}{M} = \frac{0,151 \times 6,02 \times 10^{23}}{12}$

$\Rightarrow N_0(^{12}C) = 7,57 \times 10^{21}$ نواة

وبما أن قطعة الخشب حديثة، فإن تطبيق العلاقة:

$\frac{N_0(^{14}C)}{N_0(^{12}C)} = 1,2 \times 10^{-12}$ $\Rightarrow N_0(^{14}C) = 1,2 \times 10^{-12} \times N_0(^{12}C)$

$\Rightarrow N_0(^{14}C) = 1,2 \times 10^{-12} \times 7,57 \times 10^{21}$

$\Rightarrow N(^{14}C) = 9,1 \times 10^9$ نواة

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

ملاحظات هامة حول التأريخ

^{14}C ← $A(t)$ ← جهاز جيجر ← t

A_0

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = \ln e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\lambda t$$

$-\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

$$\Rightarrow -\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = \lambda t$$

$$\Rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$$

$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{1}{\tau}$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \tau \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$$

$$A_0 = \lambda N_0(^{14}C) = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} N_0(^{14}C)$$ ب

λ : s⁻¹

$$\Rightarrow A_0 = \frac{\ln(2)}{5730 \times 3,15 \times 10^7} \times 9,1 \times 10^9$$

$$\Rightarrow A_0 = 3,5 \times 10^{-2}\ Bq$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

t : $1,40$ غيغا $\longrightarrow$ $60c$.
$2,33\times10^{-2}$ غيغا $\longrightarrow$ $1s$

ومنه $A(t) = 2,33\times10^{-2}\,Bq$.

ومنه $t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$ ...

$\Rightarrow t = \frac{5730}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{3,5\times10^{2}}{2,33\times10^{-2}}\right)$

$\Rightarrow t = 3363,7$ ans.

حل التمرين (04):

I/ أ-

ب- تمثل المنطقة الملونة بالأسود $\Leftarrow$ واد الاستقرار (التموضع على الخريطة المستقرة).

ج- النظير المستقر للكوبالت هو: $^{59}_{27}Co$

د- $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + \beta^-$

لأنه حسب مخطط (N-Z) نلاحظ تحول نترون إلى بروتون + ومنه نمط التفكك هو: β^-

- النظائر المستقرة لنواة النيكل الناتجة هي: $^{58}_{27}Ni$; $^{61}_{27}Ni$; $^{62}_{27}Ni$

II/ أ- خصائص النشاط الإشعاعي: عشوائي، تلقائي، عشوائي، مستقل عن عاملي الضغط والحرارة.

ب- قانون التناقص الإشعاعي: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

لدينا : $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$

$\Rightarrow A(t) = -\frac{d}{dt}\left(N_0 \cdot e^{-\lambda t}\right)$

$\Rightarrow A(t) = -N_0 \cdot (-\lambda) \cdot e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow A(t) = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$.

$t=0 \Rightarrow A_0 = 4,87 \times 6 \times 10^{10}$: من المنحنى -3

$\Rightarrow A_0 = 29,22 \times 10^{10}$ Bq .

$t=\tau \Rightarrow A(\tau) = A_0 \cdot e^{-\frac{1}{\tau}\cdot\tau}$ / $\lambda = \frac{1}{\tau}$. -4

$\Rightarrow A(\tau) = 0,37 \cdot A_0 = 0,37 \times 29,22 \times 10^{10}$

$\Rightarrow A(\tau) = 10,81 \times 10^{10}$ Bq .

بالإسقاط على محور الأزمنة : $\tau = 7,6$ ans

ومنه : $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{7,6 \times 365 \times 24 \times 3600}$

$\Rightarrow \lambda = 4,17 \times 10^{-9} s^{-1}$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

5- لدينا:

$$t=0 \begin{cases} A_0 = \lambda . N_0 \quad \cdots (1) \\ \dfrac{m_0}{M} = \dfrac{N_0}{N_A} \Rightarrow N_0 = \dfrac{m_0 \times N_A}{M} \quad \cdots (2) \end{cases}$$

بتعويض (2) في (1) نجد:

$$A_0 = \lambda . \frac{m_0 \times N_A}{M}$$

$$\Rightarrow m_0 = \frac{A_0 . M}{\lambda . N_A} = \frac{29,22 \times 10^{10} \times 60}{4,17 \times 10^{-9} \times 6,02 \times 10^{23}}$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$\Rightarrow m_0 = 7 \times 10^{-3} g = 7 mg .$$

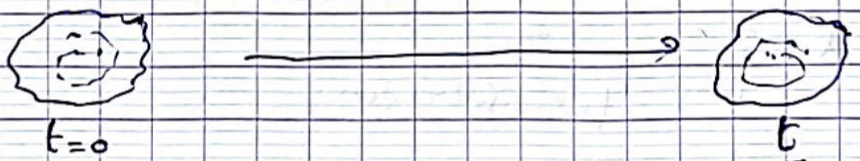
6- $t = 5 ans \Rightarrow A(5ans) = A_0 . e^{-\lambda . 5}$

$$\Rightarrow A(5ans) = 29,22 \times 10^{10} . e^{-4,17 \times 10^{-9} \times 5 \times 365 \times 24 \times 3600}$$

$$\Rightarrow A(5ans) = 1,51 \times 10^{11} Bq .$$

ب-

$A_0 = 29,22 \times 10^{10} Bq$ ⟶ $A(t) = 10^{8} Bq$



$t=0$ ⟶ t

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\lambda . t .$$

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow -\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = \lambda . t$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \lambda . t .$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} . \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \tau . \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$$

$$\Rightarrow t = 7,6 \times \ln\left(\frac{29,22 \times 10^{10}}{105}\right)$$

$$\Rightarrow t = 113,15 \text{ ans.}$$

$t' = 113,15 - 5 = 108,15$ ans. : ومنه

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner