الحل

التمرين 01

1 –

أ / **العامل الحركي** هو العامل الذي يغيّر سرعة التفاعل .

ب / تغيير درجة حرارة الوسط التفاعلي يؤدي إلى تغيير الطاقة الحركية المجهرية للمتفاعلات (الاثـارة الحرارية) ، ممّا يغيّر عدد التصادمات الفعّالة في الثانية ، والذي ينتج عنه تغيّر سرعة التفاعل .

العوامل الحركية الأخرى : تراكيز المتفاعلات – سطح تلامس المتفاعلات .

جـ / **الوسيط الكيميائي** : نوع كيميائي يُضاف للمزيج المتفاعل بهدف تسريعه ، ولا يؤثّر على التركيب النهائي للمزيج .

أنواع الوساطة : وساطة متجانسة - وساطة غير متجانسة - وساطة إنزيمية

2 -

أ / $S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$ ، $2I^- = I_2 + 2e^-$

ب / جدول التقدّم :

$S_2O_8^{2-}$ +	$2I^-$ =	I_2 +	$2SO_4^{2-}$
C_1V_1	C_2V_2	0	0
$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$	x	$2x$
$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 2x_m$	x_m	$2x_m$

3 –

أ / **كمية المادّة الابتدائية** :

- من البيان $[S_2O_8^{2-}]$: $\frac{C_2V_2}{V_1+V_2} = 50\times10^{-3}$ ، ومنه $C_2V_2 = n_2 = 5\times10^{-3}mol$

- من البيان $[I^-]$: $\frac{C_1V_1}{V_1+V_2} = 250\times10^{-3}$ ، ومنه $C_1V_1 = n_1 = 2{,}5\times10^{-2}mol$

قيمتا التركيزين C_1 و C_2 : $C_2 = \frac{n_2}{V_2} = \frac{5\times10^{-3}}{50\times10^{-3}} = 0{,}1mol/L$ ، $C_1 = \frac{n_1}{V_1} = \frac{25\times10^{-3}}{50\times10^{-3}} = 0{,}5mol/L$

ب / **قيمة التقدّم الأعظمي** :

- الطريقة 1 : من جدول التقدّم لدينا $5\times10^{-3} - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 5\times10^{-3}mol$

$25\times10^{-3} - 2x_m = 0 \Rightarrow x_m = 1{,}25\times10^{-2}mol$ ، وبالتالي $x_m = 5\times10^{-3}mol$.

- الطريقة 2 : من البيان $[S_2O_8^{2-}]$: $50\times10^{-3}\times0{,}1 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 5\times10^{-3}mol$. (البيان يؤول للصفر في نهاية التفاعل)

- الطريقة 3 : من البيان $[I_2]$: $x_m = n(I_2)_m = [I_2]_m(V_1+V_2) = 50\times10^{-3}\times0{,}1 = 5\times10^{-3}mol$

- الطريقة 4 : من البيان $[SO_4^{2-}]$: $2x_m = n(SO_4^{2-})_m = [SO_4^{2-}]_m(V_1+V_2) = 100\times10^{-3}\times0{,}1 \Rightarrow x_m = 5\times10^{-3}mol$.

- الطريقة 5 : من البيان $[I^-]$: $250\times10^{-3}\times0{,}1 - 2x_m = 150\times10^{-3}\times0{,}1 \Rightarrow x_m = 5\times10^{-3}mol$.

جـ / زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التقدّم نصف قيمته النهائية .

أهمية زمن نصف التفاعل : يُعتبر وحدة لقياس مدة التفاعل ، حيث أن معظم التفاعلات تنتهي عند حوالي $7t_{1/2}$.

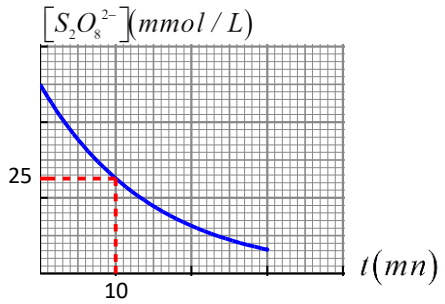
قيمة زمن نصف التفاعل :

- من البيان $[S_2O_8^{2-}]$: $[S_2O_8^{2-}](V_1+V_2) = C_2V_2 - x$ (1)

عندما $x = x_m$ ، يكون $[S_2O_8^{2-}] = 0$ ، وبالتالي $x_m = C_2V_2$ و $\frac{x_m}{2} = \frac{C_2V_2}{2}$ ، وبالتعويض في (1) x بـ $\frac{x_m}{2}$ نكتب

$[S_2O_8^{2-}]_{1/2}(V_1+V_2) = C_2V_2 - \frac{C_2V_2}{2}$ ، وبالتالي

$[S_2O_8^{2-}]_{1/2} = \frac{C_2V_2}{2(V_1+V_2)} = \frac{[S_2O_8^{2-}]_0}{2}$ ، وهذا يوافق $t_{1/2} = 10mn$.

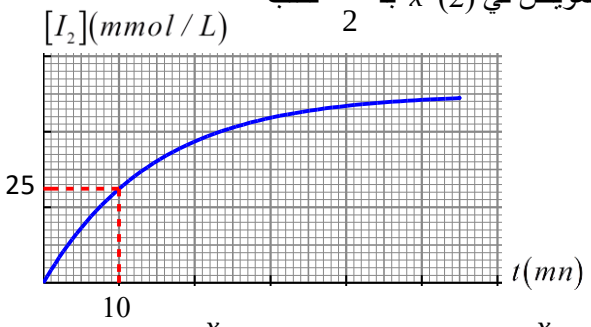


- من البيان $[I_2]$: $[I_2](V_1+V_2)=x$ (2)

عندما $x=x_m$ ، يكون $[I_2]_m(V_1+V_2)=x_m$ و $\frac{x_m}{2}=\frac{[I_2]_m(V_1+V_2)}{2}$ ، وبالتعويض في (2) x بـ $\frac{x_m}{2}$ نكتب

$[I_2]_{1/2}\cancel{(V_1+V_2)}=\frac{[I_2]_m\cancel{(V_1+V_2)}}{2}$ ، ومنه $[I_2]_{1/2}=\frac{[I_2]_m}{2}$

وهذا يوافق $t_{1/2}=10mn$.

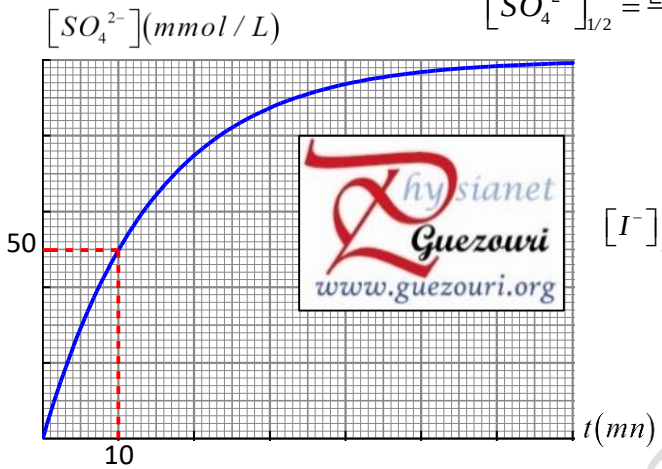


- من البيان $[SO_4^{2-}]$: $[SO_4^{2-}](V_1+V_2)=2x$ (3)

عندما $x=x_m$ ، يكون $[SO_4^{2-}]_m(V_1+V_2)=2x_m$ و $\frac{x_m}{2}=\frac{[SO_4^{2-}]_m(V_1+V_2)}{4}$ ، وبالتعويض في (3) x بـ $\frac{x_m}{2}$ نكتب

$[SO_4^{2-}]_{1/2}\cancel{(V_1+V_2)}=2\times\frac{[SO_4^{2-}]_m\cancel{(V_1+V_2)}}{4}$ ، ومنه $[SO_4^{2-}]_{1/2}=\frac{[SO_4^{2-}]_m}{2}$

وهذا يوافق $t_{1/2}=10mn$.



- من البيان $[I^-]$: $[I^-](V_1+V_2)=C_1V_1-2x$ (4)

لمّا $x=x_m$ ، يكون $[I^-]=[I^-]_f$ ، وبالتالي $[I^-]_f(V_1+V_2)=C_1V_1-2x_m$

$\frac{x_m}{2}=\frac{C_1V_1-[I^-]_f(V_1+V_2)}{4}$ ، وبالتعويض في (4) x بـ $\frac{x_m}{2}$ نكتب

$[I^-]_{1/2}(V_1+V_2)=C_1V_1-2\times\frac{C_1V_1-[I^-]_f(V_1+V_2)}{4}$

$[I^-]_{1/2}=\frac{C_1V_1}{2(V_1+V_2)}+\frac{[I^-]_f}{2}=\frac{[I^-]_0+[I^-]_f}{2}$ ، وهذا يوافق $t_{1/2}=10mn$.

د / من $(2K^+,S_2O_8^{2-})$ لدينا $n(K^+)=2C_2V_2$ ، ومن (K^+,I^-) لدينا $n(K^+)=C_1V_1$ ، وبالتالي يكون التركيز المولي لشوارد البوتاسيوم في المزيج في كل لحظة : $[K^+]=\frac{C_1V_1+2C_2V_2}{(V_1+V_2)}=\frac{2,5\times10^{-2}+2\times5\times10^{-3}}{0,1}=0,35mol/L$

هـ / السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغيّر التقدّم في وحدة الزمن في لتر من المزيج المتفاعل .

قيمة السرعة الحجمية : $v_V=\frac{1}{V_S}\times\frac{dx}{dt}$ (5) ، حيث $V_S=(V_1+V_2)$.

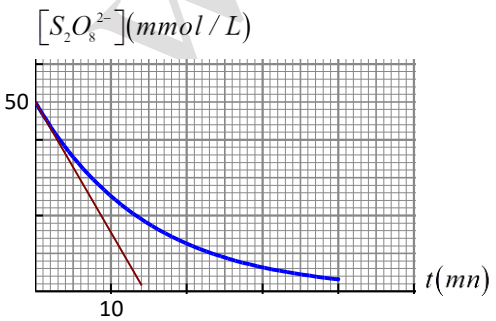
- من البيان $[S_2O_8^{2-}]$: $[S_2O_8^{2-}]V_S=C_2V_2-x$ لدينا ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن نجد :

$V_S\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}=-\frac{dx}{dt}\Rightarrow\frac{dx}{dt}=-V_S\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}$ ، وبالتعويض في (5) : $v_V=\frac{1}{V_S}\times\left(-V_S\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}\right)=-\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}$

$\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}=-\frac{50\times10^{-3}}{14,5}=-3,4\times10^{-3}$

وبالتالي السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=0$ هي :

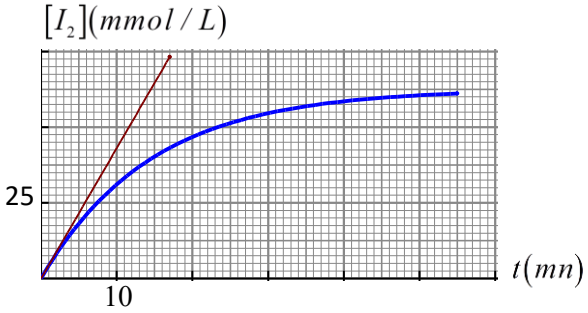
$v_V=-(-3,4\times10^{-3})=3,4\times10^{-3}mol.L^{-1}.mn^{-1}$



- من البيان $[I_2]$: $[I_2](V_S)=x$ لدينا ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$\frac{dx}{dt}=(V_S)\times\frac{d[I_2]}{dt}$ ، وبالتعويض في (5) : $v_V=\frac{1}{V_S}\times V_S\times\frac{d[I_2]}{dt}=\frac{d[I_2]}{dt}$

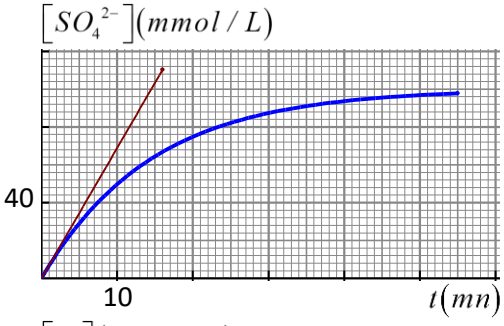
www.guezouri.org
Physianet Guezouri www.guezouri.org



$\frac{d[I_2]}{dt}=\frac{50\times10^{-3}}{14,5}=3,4\times10^{-3}$ ، وبالتالي $v_V=3,4\times10^{-3}mol.L^{-1}.mn^{-1}$.

- من البيان $[SO_4^{2-}]$: لدينا $[SO_4^{2-}](V_S)=2x$ ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن : $\frac{dx}{dt}=\frac{V_S}{2}\times\frac{d[SO_4^{2-}]}{dt}$ ، وبالتعويض في (5) :

$$v_V=\frac{1}{V_S}\times\frac{V_S}{2}\times\frac{d[SO_4^{2-}]}{dt}=\frac{1}{2}\times\frac{d[SO_4^{2-}]}{dt}$$

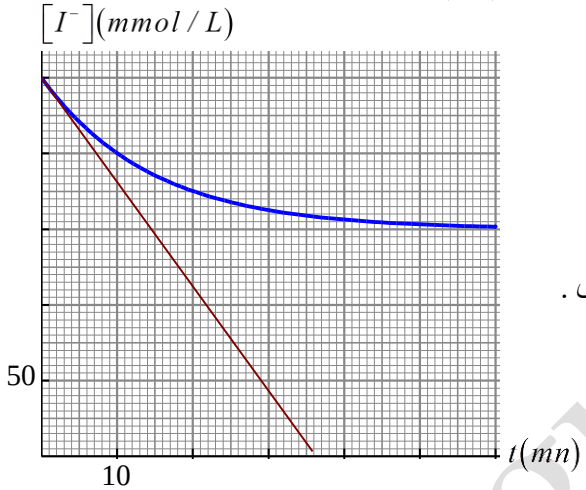


$\frac{d[SO_4^{2-}]}{dt}=\frac{100\times10^{-3}}{14,5}=6,9\times10^{-3}$ ، وبالتالي :

$$v_V=\frac{1}{2}\times6,9\times10^{-3}=3,4\times10^{-3}mol.L^{-1}.mn^{-1}$$

- من البيان $[I^-]$: لدينا $[I^-]V_S=C_1V_1-2x$ ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

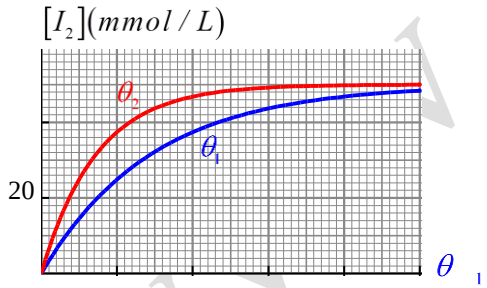
$V_S\frac{d[I^-]}{dt}=-2\frac{dx}{dt}$ ، وبالتعويض في (5) : $v_V=-\frac{1}{2}\times\frac{d[I^-]}{dt}$

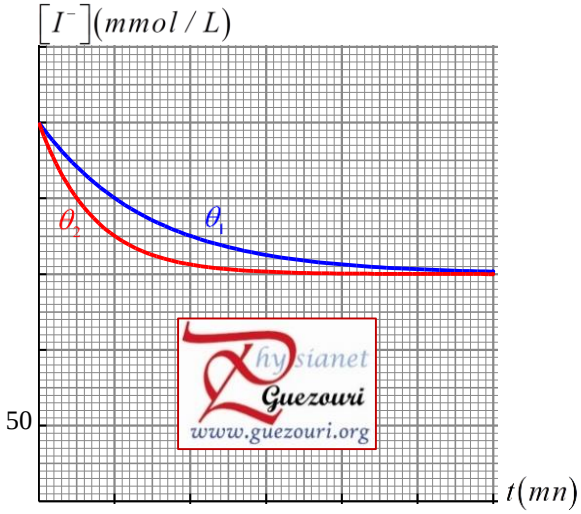


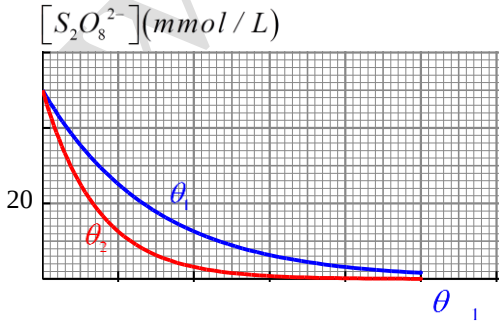
$\frac{d[I^-]}{dt}=-\frac{250\times10^{-3}}{36,5}=-6,8\times10^{-3}$ ، وبالتالي :

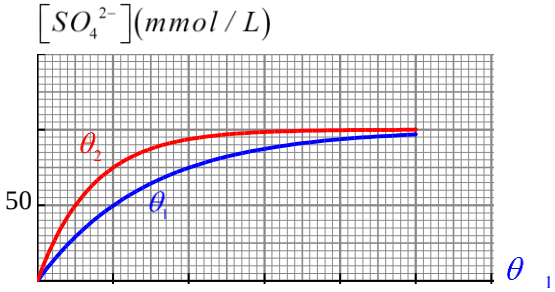
$$v_V=-\frac{1}{2}\times(-6,8\times10^{-3})=3,4\times10^{-3}mol.L^{-1}.mn^{-1}$$

و / درجة الحرارة عامل حركي . درجة حرارة أكبر يؤدّي لزمن نصف التفاعل أقل .









www.guezouri.org

4 – رفعنا التركيز المولي ليود البوتاسيوم بدون تغيير حجم المزيج ، وبما أن المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$ في التجربة الأولى ، سيبقى هو المتفاعل المحد في التجربة الثانية ، وبالتالي نحصل على نفس التقدّم الأعظمي في التجربة الثانية .

نحصل على سرعة حجميّة للتفاعل عند اللحظة $t=0$ في التجربة الثانية أكبر ، لأن أحد المتفاعلين ارتفع تركيزه المولي ، وبالتالي زمن نصف التفاعل يكون أصغر في التجربة الثانية .

التمرين 02

I -

1 - عشوائي – تلقائي – حتمي .

2 - β^- إلكترون ناتج عن تحوّل نوترون إلى بروتون في النواة . $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}Xe + {}^{0}_{-1}e$ ، حسب قانوني صودي للانحفاظ :

$A=131$ ، $Z=54$ ، وبالتالي $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$

3 -

زمن نصف العمر	زمن نصف التفاعل
يتعلّق بعدد الأنوية الابتدائية : خ	لا يتعلّق بتراكيز المتفاعلات : خ
لا يتعلّق بدرجة الحرارة : ص	يتعلّق بدرجة الحرارة : ص
يتعلّق بطبيعة النواة المشعّة : ص	لا يتأثر بوجود وسيط : خ

4 -

أ / طاقة تماسك النواة هي الطاقة التي يقدّمها الوسط الخارجي للنواة وهي ساكنة ، فتتفكك وتبقى نوكليوناتها ساكنة .

ب / $E_l = (Z \times m_p + N \times m_n - m_X) \times 931{,}5$

$\frac{8{,}42 \times 131}{931{,}5} = (53 \times 1{,}00727 + 78 \times 1{,}00866 - m_X)$ ، ومنه $m_X = m(^{131}I) = 130{,}87666u$

5 –

أ / ثابت الزمن هو الزمن اللازم لتفكّك 63 % من عدد الأنوية الابتدائي لعيّنة مشعّة . (يتبقى 37 %)

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ ، $0{,}37 N_0 = N_0 e^{-\lambda \times 11{,}6}$ ، $ln 0{,}37 = -11{,}6\lambda$ ، وبالتالي $\lambda = \frac{1}{\tau}$.

ب / بما أن لليود 131 والكزينون 131 نفس العدد الكتلي ، أي تقريبا نفس الكتلة المولية ، إذن الكتلة الناتجة للكزينون هي نفسها الكتلة المتفككة من اليود .

$m(I) = m_0(I) e^{-\lambda t}$ ، أي $(0{,}43 - 0{,}27) = 0{,}43 e^{-\lambda t'}$ ، $\frac{0{,}16}{0{,}43} = e^{-\lambda t'}$ ، $ln 0{,}37 = -\lambda t'$ ، وبالتالي $\lambda = 0{,}086 j^{-1}$.

II -

1 - $N_d = N_0 - N$

2 – النشاط الاشعاعي هو عدد التفككات في وحدة الزمن لعيّنة مشعّة ، $A_0 = \lambda N_0$

3 –

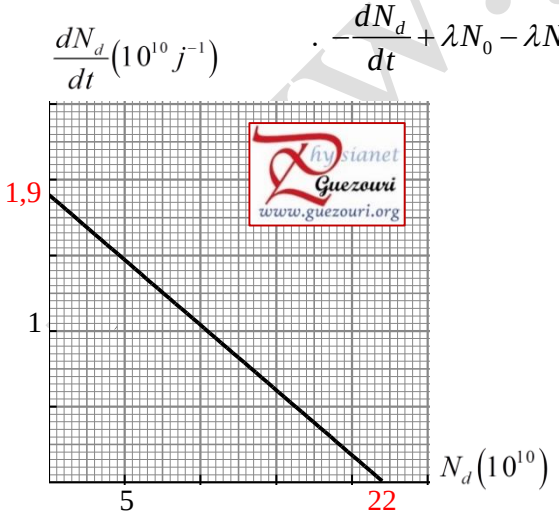
أ / $\frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$ ، $\frac{d}{dt}(N_0 - N_d) + \lambda(N_0 - N_d) = 0$ ، $-\frac{dN_d}{dt} + \lambda N_0 - \lambda N_d = 0$.

$\frac{dN_d}{dt} = -\lambda N_d + \lambda N_0 \quad (1)$

البيان مستقيم معادلته من الشكل : $\frac{dN_d}{dt} = aN_d + b \quad (2)$

بمطابقة (1) و (2) : $b = \lambda N_0 = A_0$

من البيان $A_0 = 1{,}9 \times 10^{10} j^{-1} = \frac{1{,}9 \times 10^{10}}{24 \times 3600} = 2{,}2 \times 10^5 Bq$.



ب / أكبر قيمة لـ N_d هي N_0 (عدد الأنوية الابتدائية لليود 131) .

$N_0 = 22 \times 10^{10}$

$m_0 = M \times \frac{N_0}{N_A} = 131 \times \frac{22 \times 10^{10}}{6{,}02 \times 10^{23}} = 4{,}8 \times 10^{-11} g$

جـ / بمطابقة (1) و (2) : $-\lambda = a = -\frac{1{,}9 \times 10^{10}}{22 \times 10^{10}} = -0{,}086$ ، وبالتالي $\lambda = 0{,}086 j^{-1}$.

www.guezouri.org

التمرين 03

1 - المزيج في شروط ستوكيومترية ، وبالتالي

$$n(C_3H_6O_2)=n(OH^-)=2\times10^{-3}mol$$

	$C_3H_6O_2$ +	OH^- =	HCO_2^- +	C_2H_6O
$t=0$	2×10^{-3}	2×10^{-3}	0	0
t	$2\times10^{-3}-x$	$2\times10^{-3}-x$	x	x
t_m	$2\times10^{-3}-x_m$	$2\times10^{-3}-x_m$	x_m	x_m

2 – المقصود بمعايرة الخلية هو تهيئتها لأخذ قياسات دقيقة ، وذلك بتنظيفها بالماء المقطّر بعد إخراجها من السائل الحافظ ، ثم وضعها في محلول ناقليته النوعية معلومة وضبطها على الناقلية النوعية لهذا المحلول ، ثم إخراجها من هذا المحلول وتنظيفها بالماء المقطّر ، ومسحها بورق خاص ، فتكون حينها جاهزة للقياس .

3 - $v_V=\frac{1}{V}\times\frac{dx}{dt}$ (1)

لدينا $V=\frac{n(OH^-)}{C}=\frac{2\times10^{-3}}{10^{-2}}=0,2L$ ، ولدينا من البيان عند اللحظة $t_1=20mn$: $\frac{dx}{dt}=\frac{2,9\times0,5\times10^{-3}}{4\times10}=3,6\times10^{-5}$.

بالتعويض في (1) : $v_V=\frac{1}{0,2}\times3,6\times10^{-5}=1,8\times10^{-4}mol.L^{-1}mn^{-1}$

التفاعل ينتهي عند اللحظة $t_2=80mn$ ، حيث بعد هذه اللحظة يصبح البيان خطّا أفقيا ، وبالتالي $v_V=0$.

تتناقص السرعة بمرور الزمن ، والسبب في ذلك هو تناقص تركيزي المتفاعلين (عامل حركي) .

4 – عند $t_{1/2}$ يكون $x=1\times10^{-3}mol$ ، ومن جدول التقدّم : $n(OH^-)=2\times10^{-3}-1\times10^{-3}=1\times10^{-3}mol$.

$[OH^-]_{1/2}=\frac{1\times10^{-3}}{0,2}=5\times10^{-3}mol/L$.

5 - $G_0=K\sigma_0=K(\lambda_{Na^+}[Na^+]+\lambda_{OH^-}[OH^-])$ ، $G_0=KC(\lambda_{Na^+}+\lambda_{OH^-})$

6 -

أ / $K=\frac{G_0}{C(\lambda_{Na^+}+\lambda_{OH^-})}$ ، ولدينا من البيان : $G_0=2,5mS$ ، وبالتالي $K=\frac{2,5\times10^{-3}}{10^{-2}\times10^3\times25\times10^{-3}}=0,01m$.

ب / نضع بهدف الاختصار : $HCO_2^-=A^-$

في اللحظة t ، أي في المرحلة الانتقالية تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل $\sigma=\lambda_{Na^+}[Na^+]+\lambda_{OH^-}[OH^-]+\lambda_{A^-}[A^-]$

$$\sigma=\lambda_{Na^+}C+\lambda_{OH^-}\left(\frac{n_0-x}{V}\right)+\lambda_{A^-}\frac{x}{V}$$

$$\sigma=\lambda_{Na^+}C+\lambda_{OH^-}\times\underbrace{\frac{n_0}{V}}_{C}-\lambda_{OH^-}\times\frac{x}{V}+\lambda_{A^-}\frac{x}{V}$$ ، أي $\sigma=C(\lambda_{Na^+}+\lambda_{OH^-})+\frac{x}{V}(\lambda_{A^-}-\lambda_{OH^-})$

لدينا $\sigma_0=C(\lambda_{Na^+}+\lambda_{OH^-})$ (2)

وبالتالي : $\sigma=\sigma_0+\frac{x}{V}(\lambda_{A^-}-\lambda_{OH^-})$ (3)

لدينا في نهاية التفاعل : $n(A^-)=x_m=n_0$ ، وبالتالي $[A^-]=\frac{n_0}{V}=C$ ، وهكذا يكون $\sigma_f=C(\lambda_{Na^+}+\lambda_{A^-})$ (4)

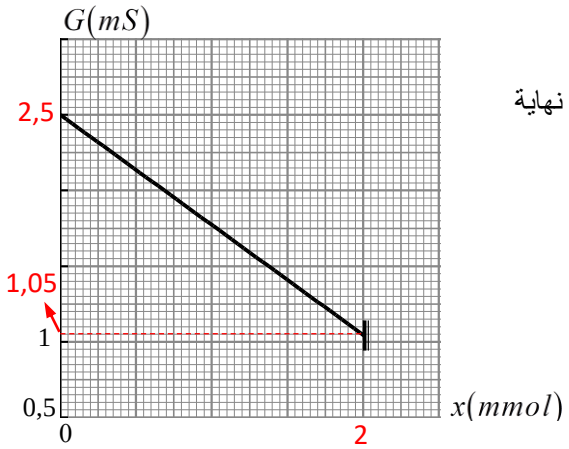
من العلاقة (2) : $\lambda_{OH^-}=\frac{\sigma_0}{C}-\lambda_{Na^+}$ ، ومن العلاقة (4) $\lambda_{A^-}=\frac{\sigma_f}{C}-\lambda_{Na^+}$.

بالتعويض في العلاقة (3) : $\sigma=\sigma_0+\frac{x}{V}\left(\frac{\sigma_f}{C}-\cancel{\lambda_{Na^+}}-\frac{\sigma_0}{C}+\cancel{\lambda_{Na^+}}\right)=\sigma_0+\frac{x}{CV}(\sigma_f-\sigma_0)$

بضرب طرفي هذه العلاقة الأخيرة في K نجد : $G=G_0+\frac{x}{CV}(G_f-G_0)$.

www.guezouri.org

$G = \frac{(G_f - G_0)}{CV} x + G_0$ ، حيث $a = \frac{(G_f - G_0)}{CV}$ ، $b = G_0$



جـ / الطريقة 1 : من البيان نقرأ أصغر قيمة للناقلية ، والتي تمثّل ناقلية المزيج في نهاية التفاعل ، $G_f = 1{,}05mS$.

الطريقة 2 : $a = -\frac{1{,}45\times10^{-3}}{2\times10^{-3}} = -\frac{1{,}45}{2}$

$\frac{(G_f - G_0)}{CV} = -\frac{1{,}45}{2}$ ، $\frac{(G_f - 2{,}5\times10^{-3})}{2\times10^{-3}} = -\frac{1{,}45}{2}$

ومنه $G_f = 1{,}05\times10^{-3}S = 1{,}05mS$

د / لدينا $G_f = KC(\lambda_{Na^+} + \lambda_{A^-})$ ، ومنه $\lambda_{A^-} = \lambda_{HCO_2^-} = \frac{G_f}{KC} - \lambda_{Na^+} = \frac{1{,}05\times10^{-3}}{0{,}01\times10^{-2}\times10^{3}} - 5\times10^{-3}$.

$\lambda_{HCO_2^-} = 5{,}5\times10^{-3}S.m^2mol^{-1}$.

التمرين 04

- I

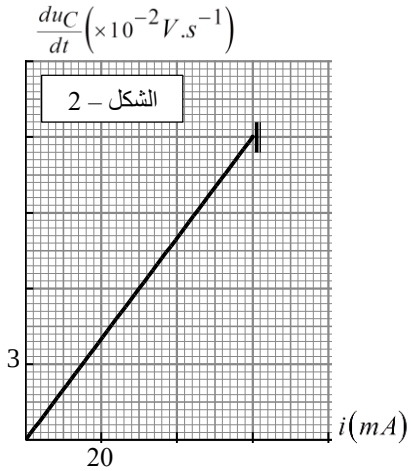
1 - التمثيل موجود على الشكل – 1 .

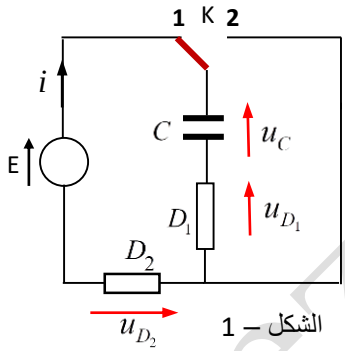
2 – البيان مستقيم معادلته من الشكل : $\frac{du_C}{dt} = ai$ (1)

لدينا $i = C\frac{du_C}{dt}$ ، ومنه $\frac{du_C}{dt} = \frac{1}{C}\times i$ (2)

بمطابقة (1) و (2) : $\frac{1}{C} = a$ ، ومن الشكل – 2 لدينا

$a = \frac{12\times10^{-2}}{60\times10^{-3}} = 2$ ، وبالتالي $C = \frac{1}{a} = \frac{1}{2} = 0{,}5F$.





الشكل – 1

3 - الطرية 1 : عند اللحظة $t = 0$ يكون $i = I = 60mA$ ، وفي تلك اللحظة يكون $u_C = 0$ ، وبالتالي :

$R_1 + R_2 = \frac{E}{I} = \frac{12}{60\times10^{-3}} = 200\Omega$ ، ومنه $R_1 = 200 - 100 = 100\Omega$

الطريقة 2 : $R_1 + R_2 = \frac{\tau}{C}$ (3)

لدينا عند اللحظة $t = 0$: $\frac{du_C}{dt} = 12\times10^{-2}V.s^{-1}$ ، ولدينا $u_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ ، وبالتالي $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، وبالتالي يكون عند $t = 0$:

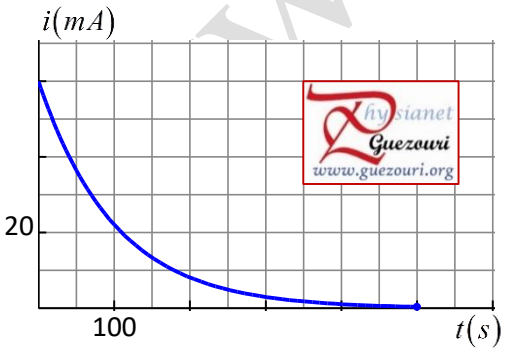
$\frac{E}{\tau} = 12\times10^{-2}$ ، ومنه $\tau = \frac{12}{12\times10^{-2}} = 100s$.

بالتعويض في (3) : $R_1 + R_2 = \frac{100}{0{,}5} = 200\Omega$ ، وبالتالي $R_1 = 200 - 100 = 100\Omega$

4 - $i = C\times\frac{du_C}{dt} = C\times\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = C\times\frac{E}{R_eC}e^{-\frac{t}{\tau}} = Ie^{-\frac{t}{\tau}}$

$i = 6\times10^{-2}e^{-0{,}01t}$

5 -



أ / $E_C = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2}CE^2\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$.

www.guezouri.org

عند $t=\tau$ يكون : $E_C(\tau)=\frac{1}{2}CE^2\left(1-e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right)^2=E_{c(m)}\left(1-e^{-1}\right)^2=0,4E_{c(m)}$

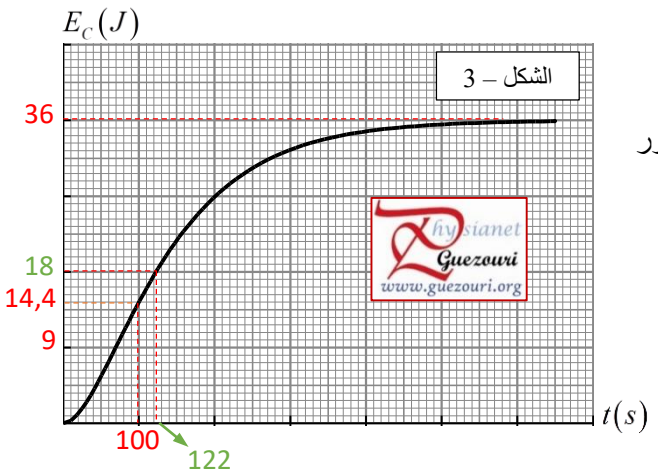
ب / $E_{c(m)}=\frac{1}{2}CE^2=\frac{1}{2}\times0,5\times144=36J$

وبالتالي (الشكل – 3) : $1cm\rightarrow9J$

$E_C(\tau)=0,4E_{c(m)}=0,4\times36=14,4J$ ، وهذه القيمة توافق على محور الزمن قيمة ثابت الزمن $(\tau=100s)$ ، وبالتالي : $1cm\rightarrow100s$.

جـ / لدينا من البيان الزمن الموافق لنصف الطاقة العظمى هو $t=122s$.

$$t'=\tau ln\left(\frac{2}{2-\sqrt{2}}\right)=100ln3,39=122s$$



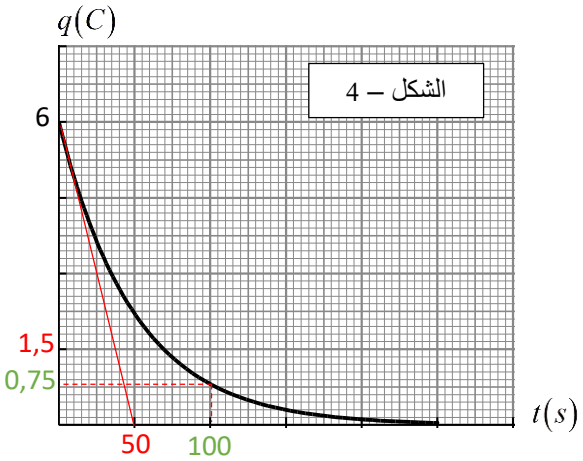
II -

1 - عند انتهاء الشحن يكون $q=Q_m=CE=0,5\times12=6C$

وبالتالي $1cm\rightarrow1,5C$.

ثابت الزمن خلال التفريغ هو $\tau'=R_1C=100\times0,5=50s$

المماس للبيان عند $t=0$ يقطع محور الزمن عند $t=\tau'=50s$ ، وبالتالي $1cm\rightarrow50s$ (الشكل – 4) .



2 – قانون جمع التوتّرات : $u_C+u_{R_1}=0$ ، $\frac{q}{C}+R_1\frac{dq}{dt}=0$

$\frac{dq}{dt}+\frac{1}{R_1C}q=0$.

لدينا $q=6e^{-0,02t}$ (4)

$\frac{dq}{dt}+0,02q=0$ (5)

نشتق (4) بالنسبة للزمن : $\frac{dq}{dt}=-0,12e^{-0,02t}$ ، ونعوّض في (5) : $-0,12e^{-0,02t}+0,02\times6e^{-0,02t}=0$

نجد $0=0$ ، ومنه (4) هو حل للمعادلة التفاضلية (5) .

3 – الطاقة المحولة إلى حرارة بفعل جول هي $E_d=E_{C(m)}-E_C(100s)$ (6)

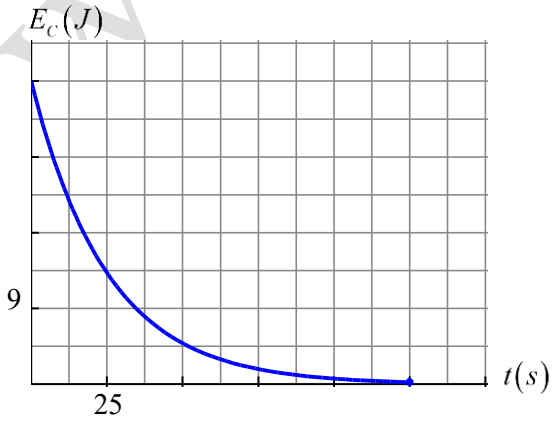
عند اللحظة $t=100s$ لدينا من البيان $q=0,75C$ ، وبالتالي $u_c=\frac{q}{C}=\frac{0,75}{0,5}=1,5V$.

$E_C(100s)=\frac{1}{2}\times0,5\times(1,5)^2=0,56J$ ، وبالتعويض في العلاقة (6) $E_d=36-0,56=35,44J$

4 - $i=\frac{dq}{dt}=-0,12e^{-0,02\times70}=-0,03A$ ، أو : شدة التيار هي ميل المماس للبيان $q(t)$ عند اللحظة $t=70s$.

5 - $E_C=\frac{1}{2}C\times\frac{q^2}{C^2}=\frac{1}{2C}q^2=\frac{1}{2\times0,5}\times\left(6e^{-0,02t}\right)^2=36e^{-0,04t}$

$t(s)$	0	τ'	∞
$E_C(J)$	36	$0,13\times36=4,7$	0



www.guezouri.org

التمرين 05

1 –

أ / تفاعل المعايرة :

$$\left(MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ = Mn^{2+} + 4H_2O\right)\times 2 \quad \text{إرجاع}$$

$$\left(H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-\right)\times 5 \quad \text{أكسدة}$$

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O \quad \text{أكسدة – إرجاع}$$

ب / هذا التفاعل يجري في وسط حامضي (أي وجود H^+) ، لهذا أضفنا حمض الكبريت لتحميض الوسط التفاعلي .

جـ / وضعنا الماء المثلّج في الكؤوس لإيقاف تفكك الماء الأكسوجيني ، لأن هذا التفكك بطيء في البرودة ، وبذلك نتمكن من معايرة الماء الأكسوجيني .

د / التكافؤ هو حالة المزيج عندما يُمزج المعاير والمعايَر بنسب ستوكيومترية .

نرصد التكافؤ لحظة استقرار اللون البنفسجي في الكأس .

2 – حجم المحلول (S') هو $V' = 100mL$ ، وبالتالي معامل التمديد هو $F = \frac{100}{10} = 10$ ، ومنه $C' = \frac{C}{10}$ عند $t = 0$.

3 – عند التكافؤ يكون : $\frac{n(H_2O_2)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$ ، أي $n(H_2O_2) = 2{,}5C_0V_E$.

في الكأس : استعملنا عند $t = 0$ حجما $V_E = 71mL$ (من البيان) ، وبالتالي :

$$n(H_2O_2) = 2{,}5\times 5\times 10^{-3}\times 71\times 10^{-3} = 8{,}87\times 10^{-4}mol$$

أما في البيشر يوجد 10 أضعاف هذه الكمية (لأننا أخذنا $10\ mL$ من البيشر الذي حجمه $100\ mL$) ، وبالتالي في البيشر يوجد عند $t = 0$:

$n'(H_2O_2) = 10\times 8{,}87\times 10^{-4} = 8{,}87\times 10^{-3}mol$.

لدينا $C' = \frac{n'(H_2O_2)}{V'} = \frac{8{,}87\times 10^{-3}}{0{,}1} = 8{,}87\times 10^{-2}mol/L$ ، ولدينا $C = 10C' = 0{,}887mol/L$

4 - $H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$ أكسدة

$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$ إرجاع

$2H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$ أكسدة – إرجاع (معادلة التفكك الذاتي للماء الأكسوجيني)

5 – تركيز المحلول التجاري : عندما يتفكك الماء الأكسوجيني كله يكون لدينا

$2H_2O_2$	$=$	O_2	$+$	$2H_2O$
n'_0		0		$/$
$n'_0 - 2x$		x		$/$
$n'_0 - 2x_m$		x_m		$/$

$n'_0 - 2x_m = 0$ ، وبالتالي : $n'_0 = 2x_m = 2n(O_2)_m = 2\times\frac{V_{O_2}}{V_M}$

حجم الماء الأكسوجيني المتفكك هو $V = 1L$ وحجم غاز ثنائي الأكسوجين هو $V_{O_2} = 10L$ (حسب التعريف الوارد في نص التمرين) ، وبالتالي

$C_c\times 1 = 2\times\frac{10}{22{,}4} \Rightarrow C_c = 0{,}89mol/L$ ، حيث C_c هو التركيز المولي للمحلول التجاري .

وجدنا $C \simeq C_c$ ، إذن المحلول محضّر حديثا .

6 – السرعة الحجمية للتفاعل : $v_V = \frac{1}{V'}\times\frac{dx}{dt}$ (1)

لدينا في البيشر (التفاعل يجري في البياشر) : $n'(H_2O_2) = 25C_0V_E$ ، ومن جدول التقدّم

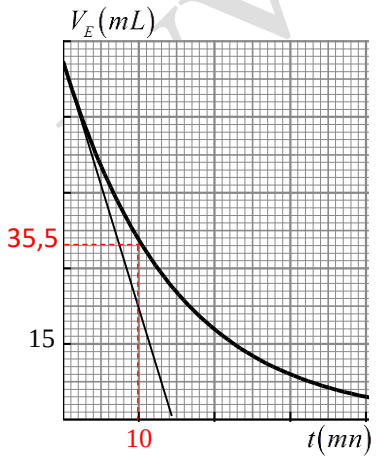
لدينا $n'(H_2O_2) = n'_0 - 2x$ ، وبالتالي $n'_0 - 2x = 25C_0V_E$ ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$-2\times\frac{dx}{dt} = 25C_0\times\frac{dV_E}{dt}$$

ومنه $\frac{dx}{dt} = -12{,}5\times C_0\times\frac{dV_E}{dt}$.

بالتعويض في (1) : $v_V = -\frac{12{,}5\times C_0}{V'}\times\frac{dV_E}{dt} = -0{,}625\times\frac{dV_E}{dt}$

من البيان : $\frac{dV_E}{dt} = -\frac{71\times 10^{-3}}{14{,}5} = -4{,}9\times 10^{-3}$ ، وبالتالي $v_V \simeq 3\times 10^{-3}mol.L^{-1}.mn^{-1}$



www.guezouri.org

7 – لدينا $n'_0 - 2x = 25C_0V_E$ (2)

لمّا $x=0$ يكون $V_E = V_{E(0)}$ ، وبالتالي في العلاقة (2) نكتب $n'_0 = 25C_0V_{E(0)}$

ولما $x = x_m$ يكون $V_E = 0$ ، وبالتالي في العلاقة (2) نكتب $n'_0 - 2x_m = 0$ ، ومنه $\frac{x_m}{2} = \frac{n'_0}{4}$ ، وبالتعويض في العلاقة (2)

التقدم x بـ $\frac{x_m}{2}$ و n'_0 بـ $25C_0V_{E(0)}$ و V_E بـ $V_{E(1/2)}$ ، نجد $V_{E(1/2)} = \frac{V_{E(0)}}{2} = \frac{71}{2} = 35,5mL$.

وبالتالي $t_{1/2} = 10mn$.

ملاحظة : يمكن أن نجيب كما يلي : من جدول التقدّم نحسب قيمة x_m ، ثم نقسمها على 2 ، ونعوّض النتيجة في العلاقة (2) (أي نعوّض التقدم x بـ $\frac{x_m}{2}$) ، ونجد $V_E = 35,5mL$.

التمرين 06

-1 $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

- 2 $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$

- 3 $^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$ ، وحسب قانوني صودي للانحفاظ :

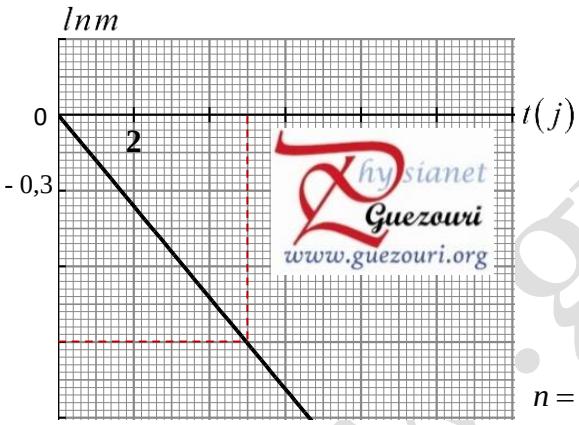
$$222 = 206 + 4x \Rightarrow x = 4$$
$$86 = 82 + 2x - y \Rightarrow y = 4$$

– 4

أ / $m = m_0 e^{-\lambda t}$

ب / عند $t = t_{1/2}$ يكون نصف عدد الأنوية الابتدائية قد تفكك ، وبالتالي يكون كذلك $m = \frac{m_0}{2} = \frac{1}{2} = 0,5mg$ ، وعلى هذا الأساس يكون $3j < t_{1/2} < 4j$ (من الجدول) .

– 5



أ / البيان مستقيم معادلته من الشكل : $lnm = at + b$ (1)

ولدينا $m = m_0 e^{-\lambda t}$ ، $lnm = -\lambda t + lnm_0$ (2)

بمطابقة العلاقتين (1) و (2) : $-\lambda = a = -\frac{3\times 0,3}{2,5\times 2}$ ، وبالتالي : $\lambda = 0,18\,j^{-1}$

$t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{0,69}{0,18} = 3,8j$.

ب / عند اللحظة $t = 6j$ يكون لدينا من الجدول : $m = 0,34mg$.

كمية مادة غاز الرادون في هذه اللحظة هي $n = \frac{m}{M} = \frac{0,34\times 10^{-3}}{222} = 1,53\times 10^{-6}mol$

حجم غاز الرادون (غاز أحادي الذرة) : . $V = n\times V_M = 1,53\times 10^{-6}\times 22,4 = 3,43\times 10^{-6}L$

– 6

أ / معادلة التفكّك : $^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{A}_{Z}Po + {}^{4}_{2}He$ ، وحسب قانوني صودي للانحفاظ :

$$222 = A + 4 \Rightarrow A = 218$$
$$86 = Z + 2 \Rightarrow Z = 84$$

وبالتالي معادلة التفكك هي $^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}Po + {}^{4}_{2}He$

ب / عدد أنوية الرادون المتبقيّة عند اللحظة t' هو نفسه عدد أنوية البولونيوم الناتج عند نفس اللحظة .

$$N(Po) = N_A \times \frac{m(Po)}{M(Po)} = 6,02\times 10^{23}\times \frac{890\times 10^{-6}}{218} = 2,46\times 10^{18}$$

عدد أنوية الرادون الابتدائية هو $N_0 = N_A \times \frac{m_0}{M(Rn)} = 6,02\times 10^{23}\times \frac{1\times 10^{-3}}{222} = 2,71\times 10^{18}$

عدد أنوية الرادون المتبقية هو $N = N_0 - N(Po) = (2,71 - 2,46)\times 10^{18} = 0,25\times 10^{18}$

من أجل حساب اللحظة t' نستعمل قانون التناقص الاشعاعي $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$0,25\times10^{18} = 2,71\times10^{18} e^{-\lambda t'}$ ، $0,092 = e^{-\lambda t'}$ ، وبإدخال اللوغاريتم النبيري على الطرفين : $ln0,092 = -\lambda t'$

$$t' = \frac{2,38}{0,18} = 13,2\,j$$

التمرين 07

I -

1 – عند وضع البادلة على (1) تُسحب الإلكترونات من الصفيحة B إلى القطب الموجب للمولّد ، وتُدفع نحو الصفيحة M ، ثم يتناقص عدد الالكترونات المسحوبة تدريجيا إلى أن يصبح التوتّر بين طرفي المكثّفة مساويا للتوتر بين طرفي المولّد ، وعندها تنعدم شدة التيار.

2 – حسب قانون جمع التوتّرات : $u_{BM} + u_{AB} = E$ ، $u_{BM} + R_1 i = E$ ، $u_{BM} + R_1 C\frac{du_{BM}}{dt} = E$

$$\frac{du_{BM}}{dt} + \frac{1}{R_1 C}u_{BM} = \frac{E}{R_1 C} \qquad (1)$$

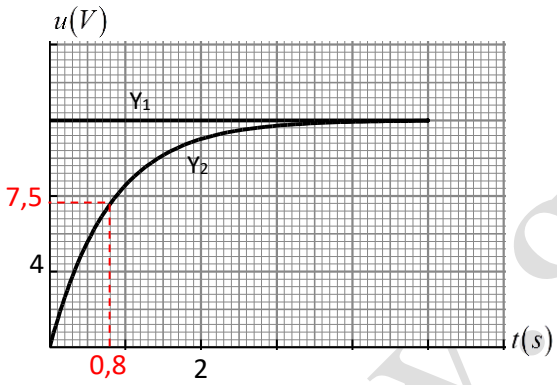
3 – لدينا $u_{BM} = \beta - \beta e^{-\frac{1}{\alpha}t}$ (2)

نشتق (2) بالنسبة للزمن : $\frac{du_{BM}}{dt} = \frac{\beta}{\alpha}e^{-\frac{1}{\alpha}t}$ ، وبالتعويض في (1) : $\frac{\beta}{\alpha}e^{-\frac{1}{\alpha}t} - \frac{1}{R_1 C}\left(\beta - \beta e^{-\frac{1}{\alpha}t}\right) = \frac{E}{R_1 C}$

$\frac{\beta}{\alpha}e^{-\frac{1}{\alpha}t} + \frac{\beta}{R_1 C} - \frac{\beta}{R_1 C}e^{-\frac{1}{\alpha}t} = \frac{E}{R_1 C}$ ، أي $\beta e^{-\frac{1}{\alpha}t}\underbrace{\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{R_1 C}\right)}_{0} + \frac{\beta}{R_1 C} = \frac{E}{R_1 C}$ ، وبالتالي $\alpha = R_1 C$ و $\beta = E$

المقدار α هو ثابت الزمن للدارة $(R_1 C)$.

التحليل البعدي : $[\alpha] = [\tau] = [R]\times[C] = \frac{[U]}{[I]}\times\frac{[I][T]}{[U]} = [T]$ ، وبالتالي يقاس ثابت الزمن بالثانية .



4 – من البيان الموافق للمدخل Y_2 (u_{BM}) لدينا τ يوافق $u_{BM} = 0,63\times12 = 7,5V$ وهذا يوافق $\tau = 0,8s$.

$R_1 = \frac{\tau}{C} = \frac{0,8}{200\times10^{-6}} = 4000\Omega = 4k\Omega$.

شدّة التيار عند اللحظة $t = 0$: $I = \frac{E}{R_1}$ ، ولدينا في المدخل Y_1 $E = 12V$ ، وبالتالي

$$I = \frac{12}{4000} = 3\times10^{-3}A$$

5 - $u_{BA} = E - u_{BM} = E - \left(E - Ee^{-\frac{t}{\tau}}\right) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

6 – يجب ربط راسم الاهتزاز لطرفي الناقل الأومي ، لأن $i = \frac{u_{AB}}{R_1}$ ، حيث شدة التيار تتناسب مع التوتّر بين طرفي الناقل الأومي .

$u_{AB} = R_1 i \Rightarrow i = \frac{u_{AB}}{R_1}$ ، وبالتالي

$$\frac{i(0)}{i(\alpha)} = \frac{i(0)}{i(\tau)} = \frac{\frac{u_{AB}(0)}{R_1}}{\frac{u_{AB}(\tau)}{R_1}} = \frac{u_{AB}(0)}{u_{AB}(\tau)} = \frac{Ee^0}{Ee^{-1}} = e = 2,7$$

7 - $E_C = \frac{1}{2}Cu_C^{\,2} = \frac{1}{2}CE^2\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$

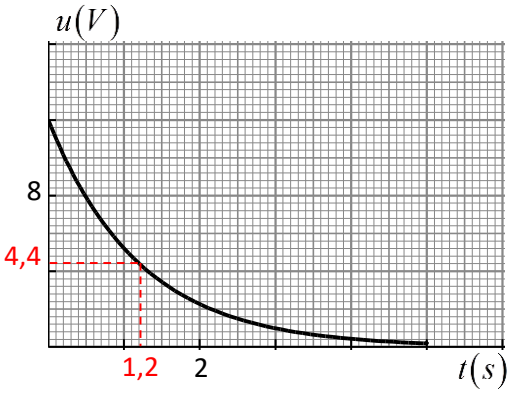
$t = \alpha$: $E_C(\alpha) = E_C(\tau) = \frac{1}{2}\times200\times144\times\left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right)^2 = \frac{1}{2}CE^2\times0,4 = 5,76\times10^{-3}J$

عندما $t \to \infty$: $E_C(\infty) = E_{Cm} = \frac{1}{2}\times200\times10^{-6}\times144 = 1,44\times10^{-2}J$

www.guezouri.org

- II

1 – الظاهرة هي تفريغ المكثّفة ، حيث تنتقل الالكترونات الزائدة الموجودة على اللبوس M إلى اللبوس B لتعديل الشحن الموجبة ، فيمر تيار كهربائي مؤقت في الدارة (تيار التفريغ) ، وينعدم لحظة انعدام التوتّر بين طرفي المكثّفة .



2 – مقاومة D_2 :

$$\tau' = (R_1 + R_2)C \quad (3)$$

من البيان : τ' يوافق $u = 0,37 \times 12 = 4,4V$ ، وبالتالي $\tau' = 1,2s$

بالتعويض في (3) : $R_2 = \frac{\tau'}{C} - R_1 = \frac{1,2}{200 \times 10^{-6}} - 4000 = 2000\Omega = 2k\Omega$

3 – عند اللحظة $t = 1,2s$ يكون $u_{BM} = u_C = 4,4V$

الطاقة المحوّلة إلى حرارة بفعل جول هي E_d ، حيث :

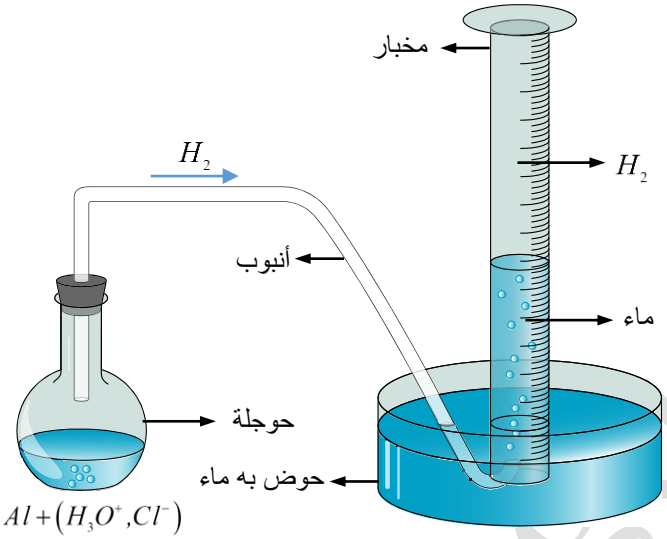
$$E_d = E_{Cm} - E_C(t) = 1,44 \times 10^{-2} - \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-4} \times (4,4)^2 = 1,25 \times 10^{-2} J$$

4 – الاستطاعة المتوسطة : $P = \frac{E_d}{\Delta t} = \frac{1,25 \times 10^{-2}}{1,2} = 1 \times 10^{-2} W$

التمرين 08

- I

1 – شكل التجربة :



في البداية يكون المخبار المدرج مملوءا بالماء ، فكلما صعدغاز الهيدروجين في المخبار ، الماء ينزل للحوض ، وبالتالي يمكن قياس حجم الغاز في كل لحظة .

2 –

أكسدة $2Al = 2Al^{3+} + 6e^-$

إرجاع $6H_3O^+ + 6e^- = 3H_2 + 6H_2O$

أكسدة – ارجاع $2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$

3 – لدينا $n_0(Al) = \frac{m}{M} = \frac{0,81}{27} = 0,03mol$

$$n(H_3O^+) = CV = 0,18 \times 60 \times 10^{-3} = 1,08 \times 10^{-2} mol$$

جدول التقدّم :

$2Al$	+	$6H_3O^+$	=	$2Al^{3+}$	+	$3H_2$	+	$6H_2O$
0,03		$1,08 \times 10^{-2}$		0		0		/
$0,03 - 2x$		$1,08 \times 10^{-2} - 6x$		$2x$		$3x$		/
$0,03 - 2x_m$		$1,08 \times 10^{-2} - 6x_m$		$2x_m$		$3x_m$		/

$$0,03 - 2x_m = 0 \Rightarrow x_m = 1,5 \times 10^{-2} mol$$

$1,08 \times 10^{-2} - 6x_m = 0 \Rightarrow x_m = 1,8 \times 10^{-3} mol$ ، وبالتالي $x_m = 1,8 \times 10^{-3} mol$ ، والمتفاعل المحد هو H_3O^+ .

4 – زمن نصف التفاعل : لدينا $n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_M} = 3x$ ، ومنه $V_{H_2} = 3V_M x$ (1)

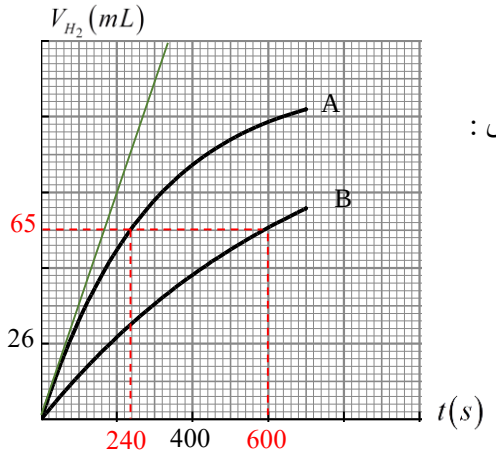
لمّا $x = x_m$ يكون : $V_{H_2(m)} = 3V_M x_m$ ، ومنه $\frac{x_m}{2} = \frac{V_{H_2(m)}}{6}$ ، وبالتعويض x بـ $\frac{x_m}{2}$ في العلاقة (1) ، نجد $V_{H_2(1/2)}$

$$V_{H_2(1/2)} = 3V_M \times \frac{V_{H_2(m)}}{6V_M} = \frac{V_{H_2(m)}}{2}$$

لدينا من جدول التقدّم : $n(H_2)_m = 3x_m = 3 \times 1,8 \times 10^{-3} = 5,4 \times 10^{-3} mol$

$V_{H_2(m)} = n(H_2)_m \times V_M = 5,4 \times 10^{-3} \times 24 = 129,6 \times 10^{-3} L$ ، $V_{H_2(m)} \simeq 130mL$ ، وبالتالي $V_{H_2(1/2)} = 65mL$

www.sdezouri.org



التجربة الموافقة للبيان A : $t_{1/2}=240s$ ، والتجربة الموافقة للبيان B : $t_{1/2}=600s$

5 – سطح التلامس عبارة عن عامل حركي ، حيث عندما يكون معدن الألمنيوم مسحوقا يكون سطح التلامس بين المتفاعلين أكبر ، وبالتالي تكون السرعة أكبر ، وعلى هذا الأساس :

التجربة الأولى ← البيان B

التجربة الثـانية ← البيان A

6 – لدينا من جدول التقدّم : $n(H_3O^+)=n_0(H_3O^+)-6x$

ولدينا كذلك $n(H_2)=3x$ ، وبالتالي $n(H_3O^+)=n_0(H_3O^+)-\frac{6}{3}n(H_2)$

$$n(H_3O^+)=n_0(H_3O^+)-2\times\frac{V_{H_2}}{V_M}$$

$[H_3O^+]V=n_0(H_3O^+)-2\times\frac{V_{H_2}}{V_M}$ ، وباشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن : $V\frac{d[H_3O^+]}{dt}=-\frac{2}{V_M}\times\frac{dV_{H_2}}{dt}$

$$\frac{d[H_3O^+]}{dt}=-\frac{2}{VV_M}\times\frac{dV_{H_2}}{dt}.$$

السرعة الحجمية لاختفاء H_3O^+ هي $v_V(H_3O^+)=-\frac{d[H_3O^+]}{dt}$ ، وبالتالي $v_V(H_3O^+)=\frac{2}{VV_M}\times\frac{dV_{H_2}}{dt}$.

من البيان A لدينا $\frac{dV_{H_2}}{dt}=\frac{130\times10^{-3}}{340}=3{,}8\times10^{-4}$ ، وبالتالي $v_V(H_3O^+)=\frac{2}{60\times10^{-3}\times24}\times3{,}8\times10^{-4}$

$$v_V(H_3O^+)=5{,}2\times10^{-4}mol.L^{-1}s^{-1}$$

7 – عند اللحظة $t=400s$ لدينا في التجربة الأولى : $V_{H_2}=1{,}9\times26=49{,}4mL$

$n(H_2)=\frac{V_{H_2}}{V_M}=\frac{49{,}4\times10^{-3}}{24}=2{,}06\times10^{-3}mol$ ، أي $3x=2{,}06\times10^{-3}$ ، ومنه $x=6{,}8\times10^{-4}mol$

التركيب المولي للمزيج :

$$n(Al)=0{,}03-2x=0{,}03-2\times6{,}8\times10^{-4}=2{,}86\times10^{-2}mol$$

$$n(H_3O^+)=1{,}08\times10^{-2}-6x=1{,}08\times10^{-2}-6\times6{,}8\times10^{-4}=9{,}44\times10^{-3}mol$$

$$n(Al^{3+})=2x=2\times6{,}8\times10^{-4}=1{,}36\times10^{-3}mol$$

II -

1 – البروتوكول التجريبي : نأخذ من المحلول المركّز الحجم V_1 بواسطة ماصة عيارية مزوّدة بإجّاصة ، ونضع هذا الحجم في حوجلة عيارية سعتها $60mL$ موجود بها كمية من الماء المقطّر ، ثم نضيف لها الماء المقطّر حتى خط العيّار ، ونرجّ .

2 – معامل التمديد : $F=\frac{60}{10}=6$ ، $C_2=\frac{C_1}{F}=\frac{3}{6}=0{,}5mol/L$

3 - لدينا $n_0(H_3O^+)=C_1V_1=3\times10\times10^{-3}=0{,}03mol$ ، $n_0(Al)=n'$

التقدّم الأعظمي : لدينا $PV=nRT$

$$P_mV=3x_mRT$$

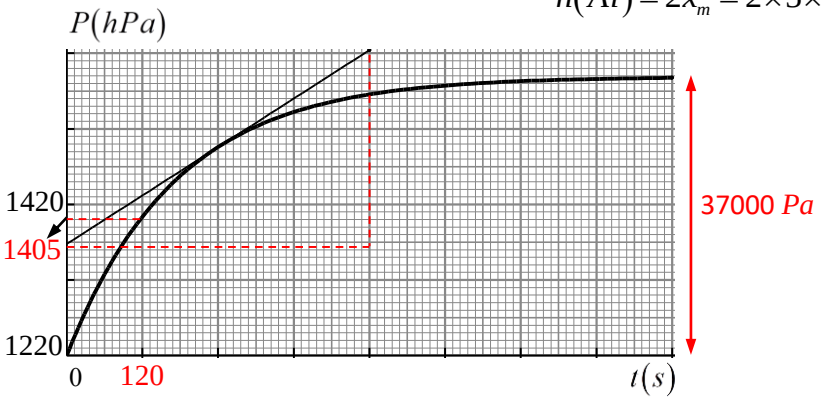
ومنه $x_m=\frac{P_mV}{3RT}=\frac{37000\times1\times10^{-3}}{3\times8{,}31\times296}$

$$x_m=5\times10^{-3}mol$$

$2Al$	+	$6H_3O^+$	=	$2Al^{3+}$	+	$3H_2$	+	$6H_2O$
n'		$0{,}03$		0		0		/
$n'-2x$		$0{,}03-6x$		$2x$		$3x$		/
$n'-2x_m$		$0{,}03-6x_m$		$2x_m$		$3x_m$		/

4 - بالتعويض في جدول التقدّم : $n(H_3O^+)=0{,}03-6x_m=0{,}03-6\times5\times10^{-3}=0$ ، إذن المتفاعل المحد هو H_3O^+ .

www.guezouri.org



5 – تناقصت كمية مادة الألمنيوم بالقيمة $n(Al)=2x_m=2\times5\times10^{-3}=0,01mol$

$m(Al)=n(Al)\times M=0,01\times27=0,27g$

6 – زمن نصف التفاعل يوافق $P_{1/2}=\frac{P_m}{2}$.

لدينا في كل لحظة $P=\frac{3RT}{V}x$ (1)

عندما $x=x_m$ يكون $P_m=\frac{3RT}{V}x_m$ ، ومنه $x_m=\frac{P_mV}{3RT}$

$\frac{x_m}{2}=\frac{P_mV}{6RT}$ ، وبتعويض x بـ $\frac{x_m}{2}$ في العلاقة (1) نجد

$P_{1/2}=\frac{3RT}{V}\times\frac{P_mV}{6RT}=\frac{P_m}{2}$ ، وبالتالي $t_{1/2}=120s$

7 – السرعة الحجمية للتفاعل : $v_V=\frac{1}{V_S}\times\frac{dx}{dt}$ (2)

لدينا $x=\frac{PV}{3RT}$ ، وبالاشتقاق : $\frac{dx}{dt}=\frac{V}{3RT}\times\frac{dP}{dt}$ ، وبالتعويض في العلاقة (2) : $v_V=\frac{1}{V_S}\times\frac{V}{3RT}\times\frac{dP}{dt}$

من البيان $\frac{dP}{dt}=\frac{2,5\times10000}{4\times120}=52,1$ ، وبالتالي السرعة الحجمية للتفاعل هي : $v_V=\frac{1}{60\times10^{-3}}\times\frac{1\times10^{-3}}{3\times8,31\times296}\times52,1$

$v_V=1,17\times10^{-4}mol.L^{-1}.s^{-1}$

التمرين 09

I -

1 - $^{241}_{95}Am\rightarrow{}^{A}_{Z}X+{}^{4}_{2}He$ ، وحسب قانوني صودي للانحفاظ : $A=237$ و $Z=93$

شحنة النواة $^{A}_{Z}X$ هي $q_X=93\times q_p=93\times|-1,6\times10^{-19}|=1,488\times10^{-17}C$ ، وبالتالي النواة $^{A}_{Z}X$ هي $^{237}_{93}Np$

$^{241}_{95}Am\rightarrow{}^{237}_{93}Np+{}^{4}_{2}He$

$^{9}_{4}Be+{}^{4}_{2}He\rightarrow{}^{1}_{0}n+{}^{12}_{Z}C$ ، وحسب قانون صودي لانحفاظ الشحنة ، فإن $Z=6$

2 - النوترون الحراري هو نوترون بطيء نسبيا ، يُستعمل في تفاعلات الانشطار النووي .

البروتون موجب ، حيث يتنافر مع النواة المراد شطرها ، ولهذا عمليا نستعمل النوترون لأنه معتدل كهربائيا .

3 – مصدر الطاقة المحرّرة :

لدينا في التفاعل (1) $m_i=m(U)+m_n=(390,089+1,674)\times10^{-24}=391,763\times10^{-24}g$

$m_f=m(Xe)+m(Sr)+3m_n=(230,556+155,865+3\times1,674)\times10^{-24}=391,443\times10^{-24}g$

مصدر الطاقة هو أن $m_i>m_f$ ، حيث يتحول الفرق بينهما من طاقة كتلة إلى طاقة حركية للأجسام الناتجة .

تظهر الطاقة المحرّرة على شكل طاقة حركية للأجسام الناتجة والتي تتحوّل إلى حرارة .

4 – يمكن أن تُبطّأ النوترونات الناتجة لاستعمالها في انشطارات أخرى ، وبذلك نستغنى عن المنبع $(^{241}_{95}Am-{}^{9}_{4}Be)$. تسمى هذه الظاهرة بالتغذية الذاتية لتفاعل الانشطار .

5 - $E_{lib}=(m_i-m_f)\times c^2=(391,763-391,443)\times10^{-27}\times9\times10^{16}=2,88\times10^{-11}J$

$E_{lib}=\frac{2,88\times10^{-11}}{1,6\times10^{-13}}=180MeV$

6 - $r=\frac{E_e}{E_n}\times100$ (1)

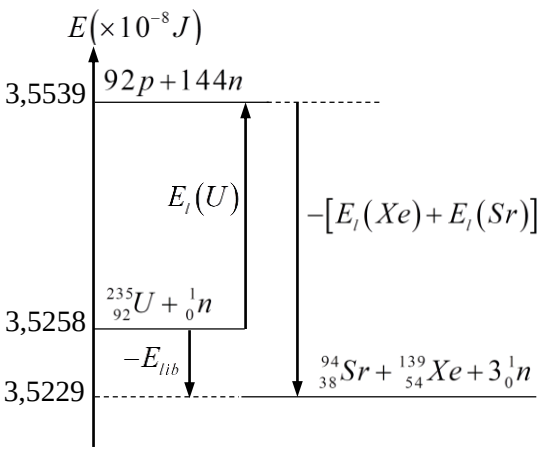
الطاقة الكهربائية : $E_e=P\times t=900\times10^6\times3,15\times10^7=2,83\times10^{16}J$

الطاقة النووية : $E_n=E_{lib(T)}=E_{lib}\times N=E_{lib}\times N_A\frac{m}{M}=2,88\times10^{-11}\times6,02\times10^{23}\times\frac{1\times10^6}{235}=7,37\times10^{16}J$

www.guezouri.org
Physianet Guezouri www.guezouri.org

بالتعويض في (1) : $r=\frac{2,83\times10^{16}}{7,37\times10^{16}}\times100=38,4\%$

7 – مخطط الحصيلة الطاقوية للتفاعل (1) :



II -

1 – النقص في الكتلة في التفاعل (2)

$$m'=m_i-m_f=m(^2H)+m(^3H)-m(He)-m_n \quad (2)$$

لدينا $m(^2H)=m_p+m_n-\frac{E_l(^2H)}{931,5}=\frac{(1,672+1,674)\times10^{-27}}{1,66\times10^{-27}}-\frac{1,11\times2}{931,5}$

$$m(^2H)=2,01328u$$

$$m(^3H)=m_p+2m_n-\frac{E_l(^3H)}{931,5}=\frac{(1,672+2\times1,674)\times10^{-27}}{1,66\times10^{-27}}-\frac{2,82\times3}{931,5}$$

$$m(^3H)=3,01501u$$

$$m(^4He)=2m_p+2m_n-\frac{E_l(^4He)}{931,5}=\frac{2\times(1,672+1,674)\times10^{-27}}{1,66\times10^{-27}}-\frac{7,07\times4}{931,5}$$

$$m(^4He)=4,00096u$$

بالتعويض في العلاقة (2) : $m'=2,01328+3,01501-4,00096-\frac{1,674\times10^{-27}}{1,66\times10^{-27}}=0,0189u$

الطاقة المحررة في التفاعل (2) ، أي الطاقة المحرّرة عن نواة واحدة من ^2H ونواة واحدة من ^3H هي :

$$E_{lib}=m'\times931,5=0,0189\times931,5=17,6MeV$$

الطاقة المحرّرة عن اندماج $1kg$ من المزيج : $E_{libT}=E_{lib}\times N \quad (3)$

عدد أنوية كل نظير : $N=N_A\times\frac{m}{M(^2H)+M(^3H)}=6,02\times10^{23}\times\frac{1000}{5}=1,2\times10^{26}$

أو نحسب N كما يلي : $N=\frac{m}{m(^2H)+m(^3H)}=\frac{1}{1,66\times10^{-27}(2,01328+3,01501)}=1,2\times10^{26}$

بالتعويض في العلاقة (3) : $E_{libT}=17,6\times1,2\times10^{26}=2,1\times10^{27}MeV$

ملاحظة : يمكن حساب الطاقة المحررة عن المزيج مباشرة كما يلي :

$$\begin{cases} m(^2H)+m(^3H)\rightarrow17,6MeV \\ 1kg \qquad\qquad\qquad \rightarrow E_{libT}\end{cases} \Leftarrow E_{libT}=\frac{1\times17,6}{1,66\times10^{-27}(2,01328+3,01501)}=2,1\times10^{27}MeV \ .$$

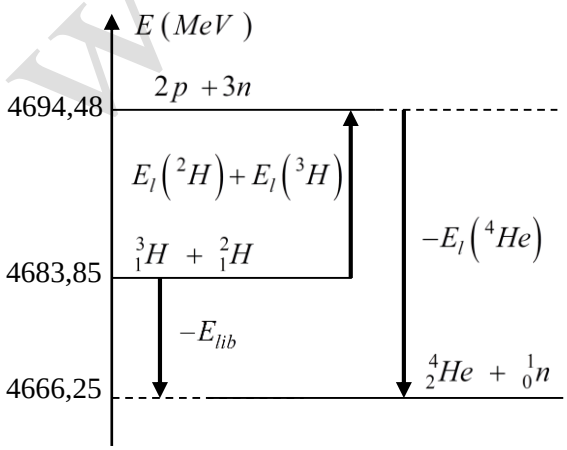
2 – لكي نقارن الطاقة المحرّرة ، نحسب الطاقة المحرّرة لكل نوكليون :

الانشطار : $E_{lib(1)}=\frac{180}{236}=0,76MeV/nuc$

الاندماج : $E_{lib(2)}=\frac{17,6}{5}=3,52MeV/nuc$

$\frac{E_{lib(2)}}{E_{lib(1)}}=\frac{3,52}{0,76}=4,6$ ، أي الطاقة في الاندماج أكبر من الطاقة في الانشطار بحوالي خمسة أضعاف في هذين التفاعلين .

3 – مخطط الحصيلة الطاقوية :



www.guezouri.org