الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
مديرية التربية الجزائر وسط
مدرسة "الرّجاء والتفوّق" الخاصّة - بوزريعة -

مدرسة "الرّجاء والتفوّق" الخاصّة
Ecole Erradja wa Tafaouk
ÉCOLE PRIVÉE

المادّة: العلوم الفيزيائية
المستوى : 3ع ت

التاريخ: 2019/2018
المدة: 02 ســـا

اختبار الفصل الأول

الجزء الأول: (10 نقاط)

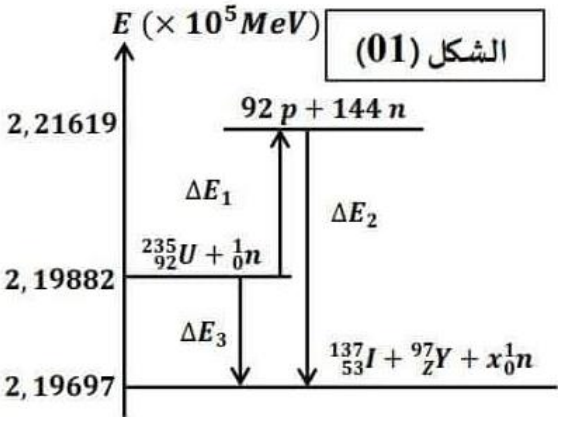
I)- في المفاعلات النووية يستعمل اليورانيوم 235 أساسا كوقود نووي لإنتاج الطاقة الكهربائية, حيث يتم قذف أنوية اليورانيوم بنيترونات. يمكن أن تحدث عدة تحولات نووية, من بينها التحول النووي المعطى بالمعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{137}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 2^{1}_{0}n$$

1)- أ/- لماذا لا يتم قذف نواة اليورانيوم بواسطة بروتون؟

ب/- هل التحول النووي السابق تلقائي أم مفتعل؟ استنتج نوعه و ما هو شكل الطاقة المتحررة منه؟

2)- اعتمادا على المخطط الطاقوي الممثل للتفاعل النووي السابق بالشكل المقابل,



حدد مايلي:

أ) قيمة الطاقة المتحررة E_{lib} من التفاعل النووي السابق ثم استنتج النقص الكتلي Δm له.

ب) قيمة كتلة نواة اليورانيوم $m(^{235}_{92}U)$.

ج) قيمة طاقة الربط E_l لكل من النواتين : $^{235}_{92}U$ و $^{94}_{39}Y$.

د) النواة الأكثر استقرارا من بين الأنوية التالية: $^{94}_{39}Y$ $^{235}_{92}U$ $^{137}_{53}I$.

3) في المفاعل النووي يتم تحويل الطاقة المتحررة عن التفاعل النووي السابق إلى طاقة كهربائية بمردود % 40 , و استطاعة كهربائية قدرها $P = 900\ MW$.

-احسب كتلة اليورانيوم اللازمة لتشغيل هذا المفاعل النووي مدة يوم كامل.

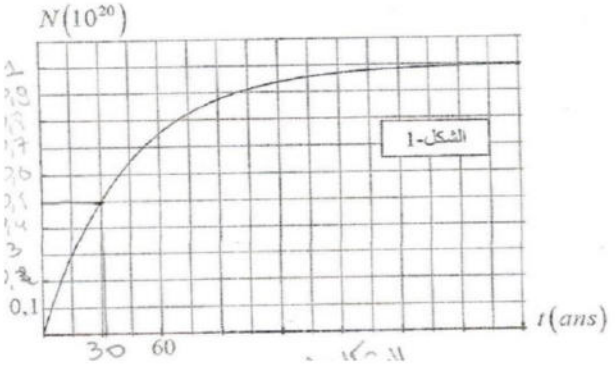
II)- إن نواة اليود 137 الناتجة عن التفاعل النووي السابق مشعة , تتفكك تلقائيا إلى نواة بنت أكثر استقرار (نواة السيزيوم $^{137}_{55}Cs$) مع إصدار عدد x من إشعاعات β^- . و أن التسرب الإشعاعي لهاتين النواتين عند حدوث الأعطاب في المفاعلات النووية يلحق ضررا طويل المدى بالبيئة, مثلما حدث في كارثتي فوكوشيما و تشرنوبيل إثر انفجار مفاعل نووي سنتي 1986 و 2011.

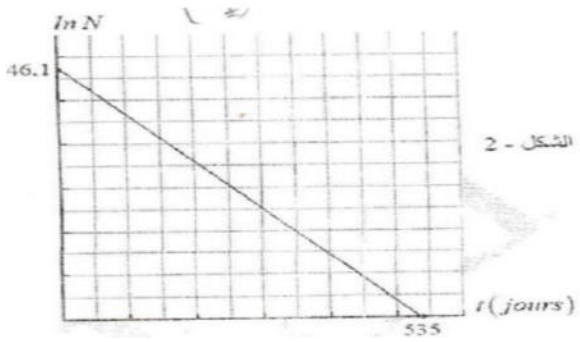
1) اشرح العبارات التالية: تتفكك تلقائيا – إشعاعات β^-.

2)اكتب معادلة التفكك النووي الحادث مع تحديد قيمة x باستعمال قانونا الإنحفاظ.

أدت دراسة تجريبية للعنصرين المشعين السابقين وفق عينتين: العينة الأولى تتألف من N_0 نواة يود 137 و العينة الثانية تتألف من N'_0 نواة سيزيوم 137, إلى تمثيل البيان $\ln N = f(t)$ لعينة اليود بالشكل-1- و تمثيل بيان تغير عدد الأنوية المتفككة N'

لعينة السيزيوم بدلالة الزمن t بالشكل-2- :





3) اعتمادا على مخططي الشكلين 1 و 2 ,تعرف على العنصر الأخطر إشعاعيا على الطبيعة من بين عنصري اليود و السيزيوم مع التعليل.

4) أ - بالإعتماد على قانون التناقص الإشعاعي لعينة اليود I , بين أنه يمكن الحصول على العلاقة التالية:

$$ln\ N = -at + ln(b)$$ حيث a و b ثوابت و t الزمن.

ب) ما هو المدلول الفيزيائي لكل من a و b ؟ احسب قيمة كل منهما.

5) عرّف زمن نصف العمر ثم أوجد قيمته $t_{1/2}$ و $t'_{1/2}$ لكل من النواتين I و Cs على الترتيب.

6) أوجد في اللحظة t ,النسبة بين عدد أنوية السيزيوم و عدد أنوية اليود $\frac{N(Cs)}{N(I)}$ بدلالة $t_{1/2}$ و $t'_{1/2}$ عند بلوغ التوازن القرني للعينتين (أي عندما يصبح لهما نفس النشاط الإشعاعي) , ثم احسب هذه النسبة.

7) لما انفجر المفاعل النووي في حادثة فوكوشيما سنة 1986, حدث تسرب السيزيوم Cs مما أدى إلى التلوث النووي لمنطقة مساحتها 10000 km^2 (حوالي مساحة لبنان). كان حينها نشاطه الإشعاعي مقدر ب: $A = 5,55.10^{15}\ Bq$. مع العلم أن الخطر الذي تسببه الإشعاعات الناتجة تزول بعد تفكك أنوية السيزيوم بنسبة 90 % من عددها الإبتدائي.

أ) في أي سنة يمكن اعتبار هذه المنطقة أصبحت غير ملوثة نوويا؟

ب) احسب كتلة السيزيوم Cs التي انتشرت في الطبيعة عند تسربه من المفاعل النووي.

ج)اقترح حلا لتفادي هذا النوع من الأخطار الناجمة عن انفجار المفاعلات النووية.

المعطيات:

$\frac{E_l(^{137}_{53}I)}{A} = 8,13\ MeV/n \quad m(^1_1P) = 1,00728\ u \quad m(^1_0n) = 1,00866\ u$

$1MeV = 1,6 \times 10^{-13}\ J \quad 1u = 931,5\ MeV/C^2 \quad 1\ u = 1,66 \times 10^{-27}\ kg \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$

$m(^{137}_{53}I) = 136,917877\ u \quad m(^{97}_{Z}Y) = 96,918129\ u$

الجزء الثاني: (10 نقاط)

التمرين التجريبي:

قصد دراسة حركية التحول الكيميائي البطيء و التام, الحاصل بين معدن الألمنيوم Al و محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ و الذي يمكن نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

أمر أستاذ الكيمياء تلاميذه أن يقوموا في مخبر الثانوية بدراسة تجريبية لهذه الحركية بطريقتين مختلفتين:

التجربة الأولى:

أضاف التلاميذ عند اللحظة (t=0) كمية من مسحوق الالمنيوم كتلتها $m_0 = 270\ mg$ إلى حجم قدره V=100 ml من محلول كلور الهيدروجين تركيزه المولي C=0.06 mol/L ثم تابعوا تطور التحول الكيميائي بواسطة مقياس الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل .

1) اكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين لعمليتي الأكسدة و الارجاع ثم استنتج الثنائيتين Ox/Red الداخلتين في التفاعل المدروس.

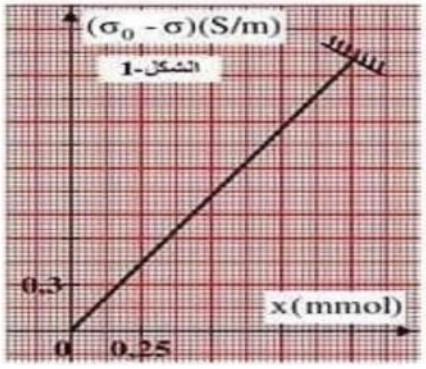
2) انشئ جدول التقدم لهذا التفاعل ثم احسب قيمة التقدم الأعظمي x_{max} و حدد المتفاعل المحد إن وجد.

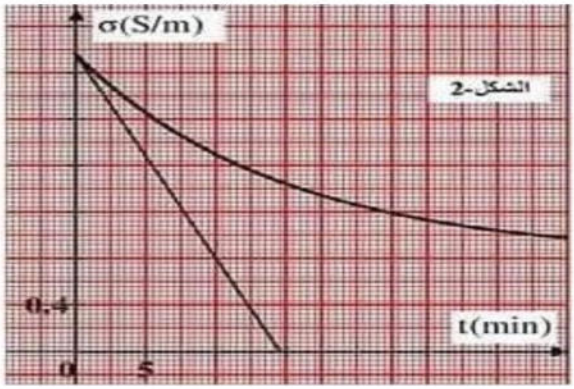
3) أ- احسب قيمة الناقلية النوعية σ_0 للمحلول قبل اضافة الالمنيوم Al.

ب- بين أن عبارة الناقلية النوعية □ للوسط التفاعلي في لحظة t تعطى بالعلاقة:

$$\sigma = \frac{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}{V} x + \sigma_0$$

4/- مثل التلاميذ بيانيا تغيرات المقدار ($\sigma - \sigma_0$) بدلالة التقدم x للتفاعل في (الشكل-1-) ومثلوا كذلك المنحنى البياني لتغيرات الناقلية النوعية للمزيج بدلالة الزمن في (الشكل-2-).





أ) ماذا تلاحظ فيما يخص بيان (الشكل-1-)؟استنتج معادلته الرياضية $\sigma_0 - \sigma = f(x)$.

ب) حدد قيمة الناقلية النوعية النهائية σ_f للمزيج.

ج) بين ان الناقلية النوعية المولية لشاردة الالمنيوم Al^{3+} تساوي : $\lambda(Al^{3+}) = 18\ mS.m^2/mol$

5)أ - عرف زمن نصف التفاعل ثم بين أنه عند $t = t_{1/2}$ يكون: $\sigma_{1/2} = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$

ب) عرف السرعة الحجمية للتفاعل ثم بين أن عبارتها تعطى بالعلاقة:

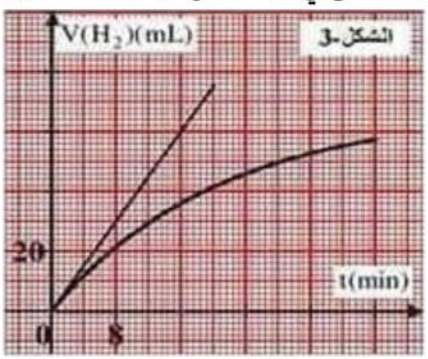
$$v_{vol} = \frac{1}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)} \frac{d\sigma}{dt}$$

ج/- استنتج من بيان (الشكل-2-) قيمة كل من زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $(t = 0)$.

6) قصد تسريع التفاعل السابق, تدخل أحد التلاميذ قائلا: "علينا أن نعيد التجربة في نفس الشروط السابقة و لكن باستعمال صفيحة من الألمنيوم كتلتها $m_0 = 270\ mg$ ". هل اقتراحه صحيح؟ برر اجابتك

<u>التجربة الثانية:</u>

في نفس درجة الحرارة ,قام التلاميذ بإضافة حجما قدره V_e=100ml من الماء المقطر الى محلول كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي C=0.06 mol/L و حجمه V=100 ml ثم أضافوا للمحلول الجديد كمية من مسحوق الألمنيوم كتلتها m0 =270mg و قاموا بعد ذلك بمتابعة التحول الكيميائي عن طريق قياس حجم غاز ثنائي الهيدروجين H_2المنطلق في لحظات زمنية مختلفة فجمعوا القياسات و دونوها في جدول ثم مثلوا بيانيا $v(H_2) = g(t)$ في (الشكل-3-).



1) اذكر اسم العملية التي قام بها التلاميذ عند إضافة الماء المقطر لمحلول كلور الهيدروجين ثم استنتج تركيزه المولي الجديد C'.

2) هل تتغير قيمة التقدم الأعظمي x_{max} للتفاعل مقارنة بقيمته المحسوبة في التجربة الأولى؟ علل إجابتك.

3) عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

4)أثبت أن السرعة الحجمية اللحظية للتفاعل يعبر عنها بالعلاقة الأتية ثم احسب قيمتها عند اللحظة$(t = 0)$:

$$v_{vol} = \frac{1}{3(V+V_e)V_M} \frac{dV(H_2)}{dt}$$

5) أ- قارن بين النتائج التي تحصل عليها التلاميذ في كل من التجربتين من حيث زمن نصف التفاعل و السرعة الحجمية الابتدائية.ما تعليقك؟

ب) ارسم مع بيان الشكل-3- المنحنى$v(H_2) = g(t)$ المتوقع بالنسبة للتجربة الأولى.

يعطى: V_M=24L/mol , $\lambda(Cl^-)$=7,63 mS.m²/mol, $\lambda(H_3O^+)$=35 mS.m²/mol, M(Al)=27g/mol

الأستاذ: زاهري عبد الوهاب

ع ت	التصحيح النموذجي لاختبار الفصل الأول - مادة: العلوم الفيزيائية -	مدرسة: الرجاء والنجاح ديسمبر 2018

الجزء الأول:

(I) - 1/ - أ - لقد تم قذف نواة "U" بواسطة بروتون لأن نواة "U" هي مركبة، تتفاعل مع النواة التي شحنتها موجبة.

ب/ - التحول النووي السابق: مفتعل

- استنتاج نوعه: انشطار نووي
- تمثل الطاقة المحررة منه: حرارية، حركية وإشعاعية

2/ - حساب الطاقة المحررة: E_{lib}

$E_{lib} = |\Delta E_3| = |E_3 - E_1|$

$= |2,19697 - 2,19882| \cdot 10^5$

$E_{lib} = 185$ MeV

- استنتاج النقص الكتلي Δm له:

$E_{lib} = \Delta m . C^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{E_{lib}}{C^2}$

$\Delta m = \frac{185}{93,15} = 0,1986$ u

ب/ - حساب كتلة نواة "U":

$\Delta m = m$(النويدات المتفاعلة) $- m$(النويدات الناتجة)

$\Delta m = m(U) + m(n) - [m(I) + m(Y) + 2m(n)]$

$\Delta m = m(U) - m(n) - m(I) - m(Y)$

$m(U) = \Delta m + m(n) + m(I) + m(Y)$

$= 0,1986 + 1,00866 + 136,9177 + 96,91812 9$

$m(U) = 235,043266$ u

ج/ - حساب طاقة الربط E_ℓ:

- لنواة "U":

$\Delta E_1 = E_\ell(U) = E_1 - E_2$

$\Rightarrow E_\ell(U) = (2,21619 - 2,19882) 10^5$

$\Rightarrow E_\ell(U) = 1737$ MeV

- لنواة "Y":

$\Delta E_2 = -[E_\ell(I) + E_\ell(Y)]$

$E_\ell(Y) = -\Delta E_2 - E_\ell(I)$

$= -(E_3 - E_1) - E_{\ell/A}(I) \times A$

$= -(2,19697 - 2,21619) \cdot 10^5 - 137 \times 8,13$

$E_\ell(Y) = 808,19$ MeV

د/ - النواة الأكثر استقرارا:

$E_{\ell/A}(Y) = \frac{E_\ell(Y)}{A} = \frac{808,19}{94} = 8,597$ MeV/nuc

$E_{\ell/A}(U) = \frac{E_\ell(U)}{A} = \frac{1737}{235} = 7,391$ MeV/nuc

$E_{\ell/A}(I) = 8,13$ MeV/nuc

وعليه النواة الأكثر استقرارا هي "Y" لأن

II/ - 1/ - تفكك تلقائي: هو تفكك نواة دون تدخل أي عامل خارجي كالضغط أو درجة الحرارة أو التركيب الجديد

- إشعاعات β^-: الكترونات $_{-1}^{0}e$ منبعثة من النواة الى الخارج على شكل الكترونات

2/ - معادلة التفكك النووي:

$$^{137}_{53}I \xrightarrow{\beta^-} ^{137}_{55}Cs + x\,{}^{0}_{-1}e$$

- حسب قانون انحفاظ الشحنة:

$$53 = 55 - x \Rightarrow x = 55 - 53$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 2}$$

$$\Rightarrow {}^{137}_{53}I \xrightarrow{\beta^-} {}^{137}_{55}Cs + 2\,{}^{0}_{-1}e$$

3/ - العنصر الخطر إشعاعيا على الطبيعة هو: Cs

- التعليل: وجود Cs في الطبيعة عند الشرب يكون بالسوائل، أما اليود فيستقر لأيام.

4/ - حساب ثابت الزمن τ لعينة مشعة:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{1}{\tau}}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{30,2 \times 365 \times 24 \times 3600}$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = 1,05 \cdot 10^{-9}\ s^{-1}}$$

5/ - حساب عمر النصف $t_{1/2}$:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{1,05 \cdot 10^{-9}}$$

$$\Rightarrow \boxed{t_{1/2} = 6,6 \cdot 10^{8}\ s}$$

6/ - حساب عدد الأنوية N المتبقية بعد $t = 3\tau$:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 3\tau}$$

$$\Rightarrow N = N_0 \cdot e^{-3}$$

$$\Rightarrow \boxed{N = 0,05\, N_0}$$

7/ - حساب النسبة المئوية للأنوية المتبقية:

$$\frac{N}{N_0} = 0,05 \Rightarrow \boxed{\frac{N}{N_0} = 5\%}$$

8/ - حساب النشاط الإشعاعي A بعد $t = 3\tau$:

$$A = \lambda \cdot N \Rightarrow A = \lambda \cdot 0,05\, N_0$$

$$\Rightarrow A = 0,05\, \lambda \cdot N_0$$

$$\Rightarrow \boxed{A = 0,05\, A_0}$$

9/ - حساب النسبة المئوية للنشاط الإشعاعي المتبقي:

$$\frac{A}{A_0} = 0,05 \Rightarrow \boxed{\frac{A}{A_0} = 5\%}$$

10/ - حساب عدد الأنوية N_0 في العينة:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N_0}{N_A} \Rightarrow N_0 = \frac{m \cdot N_A}{M}$$

$$\Rightarrow N_0 = \frac{1 \times 6,02 \cdot 10^{23}}{137}$$

$$\Rightarrow \boxed{N_0 = 4,39 \cdot 10^{21}}$$

11/ - حساب النشاط الإشعاعي A_0 في العينة:

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow A_0 = 1,05 \cdot 10^{-9} \times 4,39 \cdot 10^{21}$$

$$\Rightarrow \boxed{A_0 = 4,61 \cdot 10^{12}\ Bq}$$

12/ - حساب $\ln N$:

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

$$\ln N = \ln N_0 + \ln e^{-\lambda t}$$

$$\boxed{\ln N = -\lambda t + \ln N_0}$$

من الشكل: $\ln N = -a t + \ln(b)$

حيث: $a = \lambda$ ، $b = N_0$

13/ - حساب كتلة اليود المستعملة في المفاعل:

1/ حساب الطاقة الكهربائية المنتجة: E_e

$$P = \frac{E_e}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{E_e = P \cdot \Delta t}$$

$$\Rightarrow E_e = 900 \cdot 10^6 \times 24 \times 3600$$

$$\Rightarrow \boxed{E_e = 7,776 \cdot 10^{13}\ J}$$

2/ حساب الطاقة النووية المحررة الكلية: E_{libT}

$$r = \frac{E_e}{E_{libT}} \Rightarrow \boxed{E_{libT} = \frac{E_e}{r}}$$

$$\Rightarrow E_{libT} = \frac{7,776 \cdot 10^{13}}{0,4}$$

$$\Rightarrow \boxed{E_{libT} = 1,944 \cdot 10^{14}\ J}$$

3/ حساب عدد أنوية U المستهلكة:

$$E_{libT} = N \times E_{lib}$$

$$\Rightarrow \boxed{N = \frac{E_{libT}}{E_{lib}}} = \frac{1,944 \cdot 10^{14}}{185 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}$$

$$\Rightarrow \boxed{N = 6,567567568 \cdot 10^{24}}$$

4/ حساب كتلة أنوية U المستهلكة:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow \boxed{m = \frac{M \cdot N}{N_A}}$$

$$\Rightarrow m = \frac{235 \cdot 6,5675 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

$$\Rightarrow \boxed{m = 2563,7514\ g}$$

1- أ- المدلول الفيزيائي لكل من:
$\lambda = a$: ثابت النشاط الإشعاعي لليود I.
$N_0 = b$: عدد النوى المشعة في بداية التجربة لعينة اليود I.

ب- حساب قيمة a و b:
البيان $\ln N = f(t)$ عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ، معادلته من الشكل:
$\ln N = A.t + B$

حيث: $A = \text{الميل} = \frac{46,1 - 0}{0 - 535} = -0,086$

$B = 46,1$

$\Rightarrow \boxed{\ln N = -0,086.t + 46,1}$

بالمطابقة مع العبارة:
$\ln N = -a.t + \ln b$

حيث: $\boxed{\lambda = a = 0,086\ j^{-1}}$

$\ln(b) = B \Rightarrow b = e^B$

$\Rightarrow \boxed{N_0 = b = e^{46,1} = 1,049.10^{20}\ \text{نواة}}$

ج- زمن نصف العمر: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى المشعة الابتدائية وبقاء نصفها الآخر.
حساب $t_{\frac{1}{2}}(I)$:

$\boxed{t_{\frac{1}{2}}(I) = \frac{\ln 2}{\lambda_I} = \frac{\ln 2}{0,086} = 8,06\ j}$

2- حساب $t'_{\frac{1}{2}}(Cs)$:
عند $t = t'_{\frac{1}{2}}$ يكون $N'(t'_{\frac{1}{2}}) = \frac{N'_0}{2}$

$= \frac{10 \times 0,11 \times 10^{20}}{2} = 0,5.10^{20}$ نواة

بتعيين هذه القيمة على البيان $N' = g(t)$ ثم الإسقاط على محور الأزمنة:

$\boxed{t'_{\frac{1}{2}} = 30\ ans}$

3- عند التوازن العفوي يكون:
$A(I) = A(Cs)$
$\lambda_I . N(I) = \lambda_{Cs} . N(Cs)$

$\frac{N(Cs)}{N(I)} = \frac{\lambda_I}{\lambda_{Cs}} = \frac{\frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}}}{\frac{\ln 2}{t'_{\frac{1}{2}}}}$

$\boxed{\frac{N(Cs)}{N(I)} = \frac{t'_{\frac{1}{2}}}{t_{\frac{1}{2}}}}$

ج- $\frac{N(Cs)}{N(I)} = \frac{30 \times 365,25}{8,06} = 1359,5$

4- حساب مدة زوال الثلوث النووي:
$N_{Cs}(t) = N_0 . 10\%$ (المتبقية)
$N_0 . e^{-\lambda.t} = N_0 . 10\%$
$\ln e^{-\lambda.t} = \ln(0,1)$
$-\lambda_{Cs} . t = \ln(0,1)$
$-\frac{\ln 2}{t'_{\frac{1}{2}}} . t = \ln(0,1)$

$\boxed{t = -\frac{t'_{\frac{1}{2}} . \ln(0,1)}{\ln 2}}$

$$E = -\frac{30}{\ln 2} \cdot \ln(0,1) = 99,65 \text{ an}$$

وعليه يمكن اعتبار هذه المنطقة آمنة بعد ثلاث مئة سنة:

$$1986 + 100 = 2086 \text{ م}$$

ب- حساب m كتلة السيزيوم المتسربة من المفاعل:

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{N \cdot M}{N_A}$$

$$A = \lambda_{Cs} \cdot N \Rightarrow N_{Cs} = \frac{A}{\lambda_{Cs}}$$

$$N_{Cs} = \frac{A}{\frac{\ln 2}{t'_{1/2}}} = \frac{A \cdot t'_{1/2}}{\ln 2}$$

$$N_{Cs} = \frac{5,55 \cdot 10^{15} \cdot 30 \times 365,25 \times 24}{\ln 2}$$

$$N_{Cs} = 7,58 \cdot 10^{24} \text{ ذرة}$$

$$m_{Cs} = \frac{7,58 \cdot 10^{24} \cdot 137}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

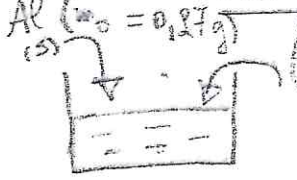
$$m_{Cs} = 1725,11 \text{ g}$$

2/- التفاعل وحيد النوع من الأخطار (تسرب العناصر الخطيرة على البيئة عند انفجار المفاعلات النووية): يجب توفير شروط تخزين خاصة للمفاعلات النووية عند انتهاء التفاعلات داخل المفاعلات.

الجزء الثاني:

التمرين التجريبي:

التجربة ①:



① - المعادلة المنمذجة لتحول:

- لعملية الأكسدة:

$2\times\left(Al_{(s)} = Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-\right)$

- لعملية الإرجاع:

$3\times\left(2H_3O^+ + 2e^- = H_2 + 2H_2O\right)$

- بجمع المعادلتين النصفيتين نتحقق من صحة المعادلة الإجمالية:

$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O$

- استنتاج الثنائيتين (Ox/Red):

(Al^{3+}/Al) و (H_3O^+/H_2)

② - جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل	$2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$				
$t=0$	$n_0(Al)$	$n_0(H_3O^+)$	0	0	وفرة
$t>0$	$n_0(Al)-2x$	$n_0(H_3O^+)-6x$	$2x$	$3x$	"
t_f	$n_0(Al)-2x_f$	$n_0(H_3O^+)-6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	"

- حساب كميات المادة البدائية للمتفاعلات:

$n_0(Al) = \frac{m_0}{M} = \frac{0,27}{27} = 0,01\ mol$

$n_0(H_3O^+) = C.V = 0,06\times0,1 = 6.10^{-3}\ mol$

- حساب التقدم الأعظمي x_{max}:

* نفرض أن Al متحد:

$n_{max}(Al) = 0 \Rightarrow n_0(Al) - 2x_{max} = 0$

$\Rightarrow x_{max} = \frac{n_0(Al)}{2} = \frac{0,01}{2} = 0,005\ mol$

* نفرض أن H_3O^+ متحد:

$n_{max}(H_3O^+) = 0 \Rightarrow n_0(H_3O^+) - 6x_{max} = 0$

$\Rightarrow x_{max} = \frac{n_0(H_3O^+)}{6} = \frac{6.10^{-3}}{6} = 10^{-3}\ mol$

من ① و ②: $\boxed{x_{max} = 10^{-3}\ mol}$ (0,25)

والمتفاعل المحد هو: H_3O^+ (0,25)

③ - حساب الناقلية النوعية البدائية σ_0:

$\sigma_0 = \lambda_{H_3O^+}\cdot[H_3O^+]_0 + \lambda_{Cl^-}\cdot[Cl^-]_0$

$[H_3O^+]_0 = [Cl^-]_0 = C$

$\Rightarrow \sigma_0 = \lambda_{H_3O^+}\cdot C + \lambda_{Cl^-}\cdot C$

$\Rightarrow \boxed{\sigma_0 = C\cdot(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-})}$ (0,25)

$\Rightarrow \sigma_0 = 0,06.10^3\,(35 + 7,63).10^{-3}$

$\Rightarrow \boxed{\sigma_0 = 2,5578\ S/m}$ (0,25)

④ - عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج عند لحظة t:

$\sigma = \lambda_{H_3O^+}\cdot[H_3O^+] + \lambda_{Cl^-}\cdot[Cl^-] + \lambda_{Al^{3+}}\cdot[Al^{3+}]$ (0,25)

$[Cl^-] = C$

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V} = \frac{n_0(H_3O^+) - 6x}{V}$$

$$[Al^{3+}] = \frac{n(Al^{3+})}{V} = \frac{2x}{V}$$

$$\Rightarrow \sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{n_0(H_3O^+) - 6x}{V} + \lambda_{Cl^-} \cdot C + \frac{2x}{V} \cdot \lambda_{Al^{3+}}$$

$$\Rightarrow \sigma = \lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{n_0(H_3O^+)}{V} - 6\lambda_{H_3O^+} \frac{x}{V} + \frac{2}{V}\lambda_{Al^{3+}} \cdot x + C \cdot \lambda_{Cl^-}$$

$$\Rightarrow \sigma = (2 \cdot \lambda_{Al^{3+}} - 6)\lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{x}{V} + \underbrace{\lambda_{H_3O^+} \cdot \frac{C \cdot V}{V} + C \cdot \lambda_{Cl^-}}_{\sigma_0}$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma = \frac{2 \cdot \lambda_{Al^{3+}} - 6 \cdot \lambda_{H_3O^+}}{V} \cdot x + \sigma_0}$$

4- P-1/ عند تعيين بيان الشكل ①: $\sigma_0 - \sigma = f(x)$، نلاحظ أنه عبارة عن دالة خطية مرة مستقيم يمر من المبدأ أي دالة خطية. (0,25)

- استنتاج معادلة الرياضية:

$$\sigma_0 - \sigma = f(x) = a \cdot x$$

حيث: a هو معامل المستقيم.

$$a = \frac{0 - 0,3 \times 5,8}{(0 - 1) \cdot 10^{-3}} = 1740 \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_0 - \sigma = 1740 \cdot x} \quad (0,25)$$

ب/ - تحديد المتفاعل المحد للتحول التام $t = t_{sat}$ بيانيا:

أي عندما يكون: $x = x_f = x_{max} = 10^{-3}\ mol$

$$\sigma_0 - \sigma_f = f(x_f) = 18 \cdot x_f$$

$$= 1,74 \times 10^3 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \sigma_0 - \sigma_f = 1,74 \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \sigma_f = \sigma_0 - 1,74 = 2,5578 - 1,74$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_f = 0,8178\ S/m} \quad (0,25)$$

ج/ - بتعبير آخر: $\lambda(Al^{3+}) = 18\ mS.m^2/mol$ من العبارة النظرية السابقة:

$$\sigma = \frac{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x + \sigma_0$$

$$\Rightarrow \sigma_0 - \sigma = -\frac{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_0 - \sigma = \frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x}$$

وبالمطابقة مع العبارة البيانية:

$$\boxed{\sigma_0 - \sigma = a \cdot x}$$

نجد: (0,25)

$$\frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} = a$$

$$\Rightarrow -2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+) = a \cdot V$$

$$\Rightarrow -2\lambda(Al^{3+}) = a \cdot V - 6 \cdot \lambda(H_3O^+)$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda(Al^{3+}) = \frac{a \cdot V - 6 \cdot \lambda(H_3O^+)}{-2}}$$

$$\Rightarrow \lambda(Al^{3+}) = \frac{1740 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 35 \times 10^{-3}}{-2} \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \lambda(Al^{3+}) = 1,8 \cdot 10^{-2}\ S.m^2/mol = 18\ mS.m^2/mol$$

ج-1- تعريف زمن نصف التفاعل: هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي.

- نبين أن: $\sigma_{1/2} = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$

عند $t = t_{1/2}$ يكون: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

- ولدينا: عند $t = t_{1/2}$:

$$\sigma_0 - \sigma_{1/2} = \frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} x(t_{1/2})$$

$$\sigma_0 - \sigma_{1/2} = \frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot \frac{x_f}{2} \quad (1)$$

- وعند $t = t_f$:

$$\sigma_0 - \sigma_f = \frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x_f \quad (2)$$

بقسمة (1)/(2):

$$\frac{\sigma_0 - \sigma_{1/2}}{\sigma_0 - \sigma_f} = \frac{\frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot \frac{x_f}{2}}{\frac{-2\lambda(Al^{3+}) + 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x_f}$$

ومنه: $\boxed{\frac{\sigma_0 - \sigma_{1/2}}{\sigma_0 - \sigma_f} = \frac{1}{2}}$

- ولدينا:

$$\sigma_0 - \sigma_{1/2} = \frac{1}{2}(\sigma_0 - \sigma_f)$$

$$\sigma_0 - \frac{\sigma_0 - \sigma_f}{2} = \sigma_{1/2}$$

$$\sigma_{1/2} = \frac{2\sigma_0 - \sigma_0 + \sigma_f}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_{1/2} = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}}$$

- حساب $t_{1/2}$ بيانيا:

عند $t = t_{1/2}$ يكون: $\sigma_{1/2} = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2} = \frac{2,55 \cdot 10^{-2} + 0,81 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,68 \cdot 10^{-2} S/m$

- بإسقاط هذه القيمة على بيان الشكل (2): $\sigma = f(t)$ نجد:

$$\boxed{t_{1/2} = 10\ min}$$

ب-1- تعريف السرعة الحجمية للتفاعل: هي تغير تقدم التفاعل x بالنسبة للزمن t لوحدة الحجم.

- عبارتها:

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \quad \cdots (3)$$

ولدينا:

$$\sigma = \frac{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x + \sigma_0$$

$$\Rightarrow \sigma - \sigma_0 = \frac{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}{V} \cdot x$$

$$\Rightarrow \boxed{x = \frac{(\sigma - \sigma_0) \cdot V}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}} \quad (4)$$

- نعوض (3) و (4):

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{d}{dt}\left[\frac{(\sigma - \sigma_0) \cdot V}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)}\right]$$

$$= \frac{1}{V} \cdot \frac{V}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)} \cdot \frac{d(\sigma - \sigma_0)}{dt}$$

$$\boxed{v_{vol} = \frac{1}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)} \cdot \frac{d\sigma}{dt}}$$

$v_{vol}(t=0)$: حساب

$$v_{vol}(t=0) = \frac{1}{2\lambda(Al^{3+}) - 6\lambda(H_3O^+)} \cdot \left(\frac{dh}{dt}\right)$$

$$= \frac{1}{(2.18 - 6.35)\cdot 10^{-3}} \times \left(\text{معامل توجيه المستقيم عند } t=0\right)$$

$$= \frac{1}{(2.18-6.35)\cdot 10^{-3}} \times \frac{2,56 - 0}{0 - 14,}$$

$$v_{vol}(t=0) = 1,0146 \text{ mol/m}^3.\text{mi}$$

1/ - إقتراح التلميذ الطريقة:

- التبرير: استعمال صفيحة الألمنيوم بدل مسحوق الألمنيوم يؤدي إلى تناقص سطح التلامس بين المتفاعلات، وبالتالي تناقص التصادمات الفعالة بينها، وبالتالي تناقص سرعة التفاعل.

التجربة (2):

1/ - إسم العملية عند إضافة الماء المقطر: التمديد.

- إستنتاج التركيز الجديد C':

- حسب قانون التمديد:

$$n = n'$$

$$\Rightarrow C.V = C'.V'$$

$$\Rightarrow C' = \frac{C.V}{V'} = \frac{C.V}{V+V_e}$$

$$\Rightarrow C' = \frac{6.10^{-3}}{0,1+0,1} = 0,03 \text{ mol/L}$$

2 - تغير قيمة التقدم النهائي x_f للتفاعل:

- التعليل عند تخفيف محلول كلور الهيدروجين، فإن كمية مادة H_3O^+ تبقى ثابتة أي:

$$n = n'$$

وبما أن H_3O^+ متفاعل محد فإن:

$$n_0(H_3O^+) - 6x_{max} = 0$$

$$\hookrightarrow n'_0(H_3O^+) - 6x_{max} = 0$$

أو $n_0(H_3O^+) = n'_0(H_3O^+)$

$$x_{max} = \frac{n_0(H_3O^+)}{6} = \frac{n'_0(H_3O^+)}{6}$$

3 - تعيين $t_{1/2}$:

عند $t = t_{1/2}$: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

ولدينا:

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = n_{t_{1/2}}(H_2) \cdot V_M$$

$$= 3\,x(t_{1/2}) \cdot V_M$$

$$= 3\frac{x_f}{2} \cdot V_M$$

$$V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{3}{2} x_f \cdot V_M$$

$$\hookrightarrow V_{H_2}(t_{1/2}) = \frac{3}{2} \cdot 10^{-3} \times 24 = 36.10^{-3} L$$

$$= 36 \text{ mL}$$

- تعيين هذه القيمة على البيان $v(H_2) = f(t)$ ثم إسقاط على محور الأزمنة، حيث:

$$t_{1/2} = 16 \text{ min}$$

-/4- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة $V(H_2)$:

$$v_{vol} = \frac{1}{V'} \cdot \frac{dx}{dt} \quad \cdots (5)$$

ولدينا:

$$v(H_2) = n(H_2) \cdot V_M$$

$$v(H_2) = 3x \cdot V_M$$

$$\Rightarrow x = \frac{v(H_2)}{3V_M} \quad \cdots (6)$$

- بتعويض (6) في (5):

$$v_{vol} = \frac{1}{V+V_e} \cdot \frac{d}{dt}\left[\frac{v(H_2)}{3V_M}\right]$$

$$\boxed{v_{vol} = \frac{1}{3(V+V_e)\cdot V_M} \cdot \frac{dv(H_2)}{dt}}$$

- حسابها عند $(t=0)$:

$$v_{vol}(t=0) = \frac{1}{3(V+V_e)\cdot V_M} \cdot \left(\frac{dv(H_2)}{dt}\right)_{t=0}$$

$$= \frac{1}{3.(100+100).24.10^{-3}} \times \left(\text{معامل توجيه مماس لمنحنى } v(H_2)=g(t) \text{ عند } t=0\right)$$

$$= \frac{1}{3.0,2.24} \times \frac{(0-30).10^{-3}}{0-8}$$

$$v_{vol}(t=0) = 2,604.10^{-4} \text{ mol/L.min}$$

$$v_{vol}(t=0) = 2,604.10^{-4}.10^{3} \text{ mol/m}^3\text{.min}$$

$$\boxed{v_{vol}(t=0) = 0,2604 \text{ mol/m}^3\text{.min}}$$

-/P-/5- مقارنة بين نتائج التجربتين:

- من حيث زمن نصف التفاعل:

$$t_{\frac{1}{2}}(\text{تجربة ①}) < t_{\frac{1}{2}}(\text{تجربة ②})$$

- من حيث السرعة الحجمية البدائية:

$$v_{vol}(t=0)(\text{تجربة ①}) > v_{vol}(t=0)(\text{تجربة ②})$$

- التعليق:

عند تدبير المزيج التفاعلي في التجربة ①، فإن التركيز البدائي للمتفاعلات يتناقص، وبالتالي يتناقص عدد التصادمات الفعالة، وعليه سرعة التفاعل تنخفض وزمن نصف التفاعل يزداد.

ب/- بيان $v(H_2)=g(t)$ للتجربة ①: