



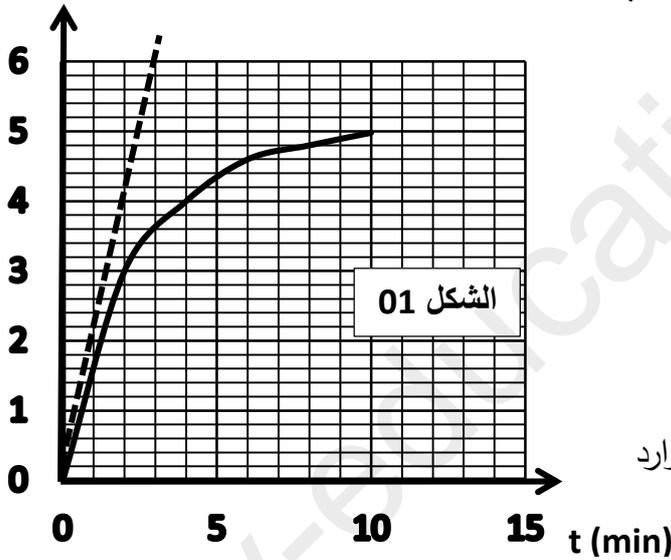
التمرين 01 (09 نقاط)

لدراسة سرعة تشكل شوارد المغنيزيوم $Mg_{(aq)}^{2+}$ نجري التفاعل التام لحمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ مع معدن المغنيزيوم $Mg_{(s)}$ فينتج غاز ثنائي الهيدروجين وتتشكل شوارد المغنيزيوم وفق المعادلة التالية :



- عند اللحظة $t=0$ نضع $m=1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V=30 ml$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي هو $c=0,10 mol / L$.

$[Mg^{2+}] (10^{-2} mol / L)$



الشكل 01

I. 1- حدد الثنائية (Oxd/Red) الداخلتين في التفاعل مع كتابة

المعادلتين النصفيتين .

2- هل التفاعل الحادث ستوكيومتري ؟

3- أنجز جدول تقدم التفاعل , وإستنتج المتفاعل المُحد .

4- إستنتج تركيز شاردة $Mg_{(aq)}^{2+}$ عند نهاية التفاعل .

II. بمتابعة تطور تركيز شاردة $H_3O^+_{(aq)}$ خلال الزمن و

إستنتاج التركيز المولي لشاردة $Mg_{(aq)}^{2+}$ نحصل على

البيان المقابل (شكل 01) والذي يمثل تغيرات تركيز شوارد

المغنيزيوم بدلالة الزمن .

1- هل ينتهي التفاعل عند اللحظة $t=12 min$, علل .

2- أحسب السرعة الحجمية لشوارد المغنيزيوم عند اللحظة $t=0 min$, ثم إستنتج السرعة الحجمية للتفاعل

عند نفس اللحظة .

3- عرف زمن نصف التفاعل وأحسب قيمته .

4- أحسب كمية المادة لجميع الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول عند اللحظة $t=2 min$

5- أرسم شكل المنحنى بشكل كافي إذ وضعنا في البداية $1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V=30 ml$ من

محلول كلور الماء تركيزه $c' = 0,30 mol/l$, ماهو العامل الحركي الذي أثر على التفاعل في هذه الحالة

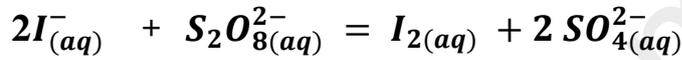
يُعطى : $M (Mg) = 24 g/mol$

- فسر مجهريا ؟

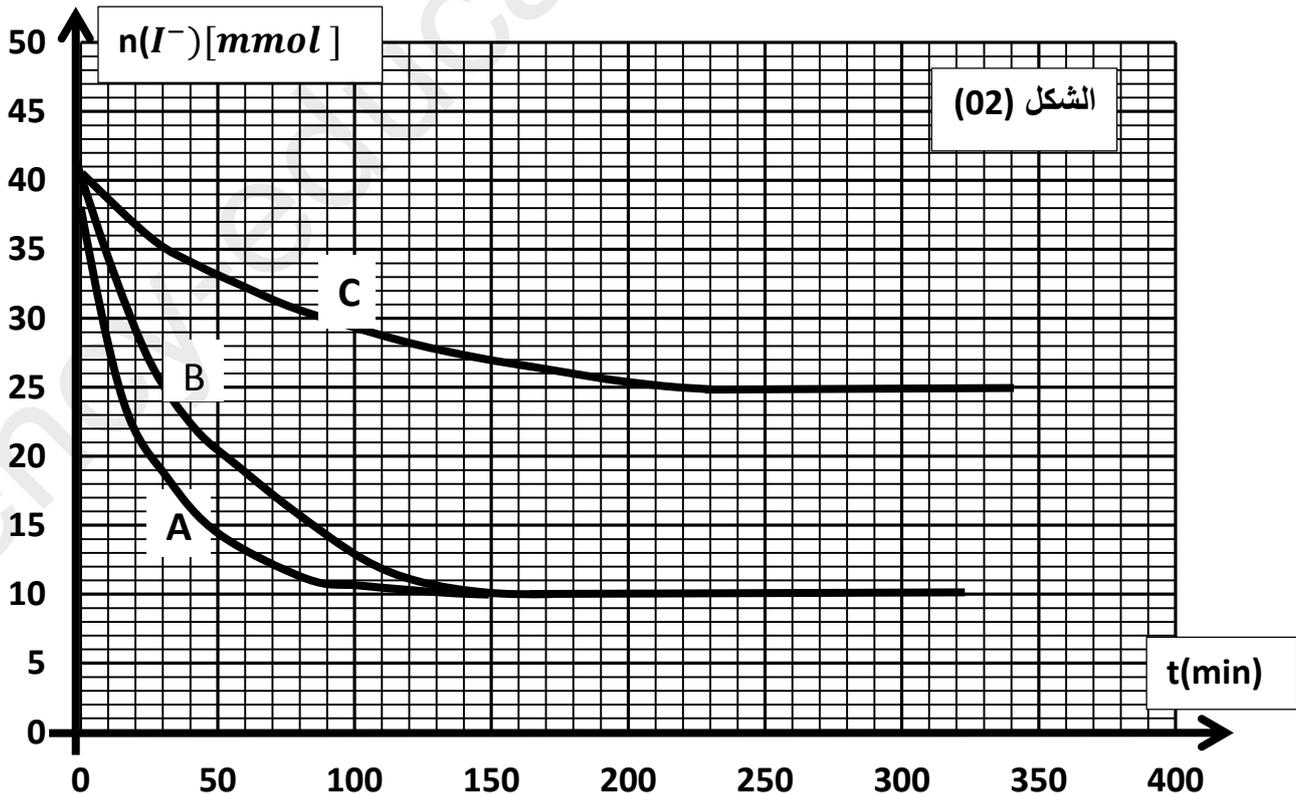
- نقوم بأكسدة شوارد اليود (I^-) بواسطة شوارد بيروكسو ثنائي الكبريت ($S_2O_8^{2-}$) , نجري ثلاث تجارب حيث يكون حجم الوسط التفاعلي هو نفسه في كل تجربة ونغير في كمية المادة الابتدائية لـ ($S_2O_8^{2-}$) ودرجة الحرارة حسب الجدول التالي :

| التجربة | (1) | (2) | (3) |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| $n_0(I^-)$ [mmol] | 40 | 40 | 40 |
| $n_0(S_2O_8^{2-})$ [mmol] | n_1 | n_2 | n_2 |
| درجة الحرارة (C°) | 20 | 40 | 20 |

- نمثل بيان تطور كمية مادة اليود بدلالة الزمن $n(I^-) = f(t)$ في كل تجربة فنحصل على الشكل 02 , نمذج التفاعل الحادث التام بالمعادلة :

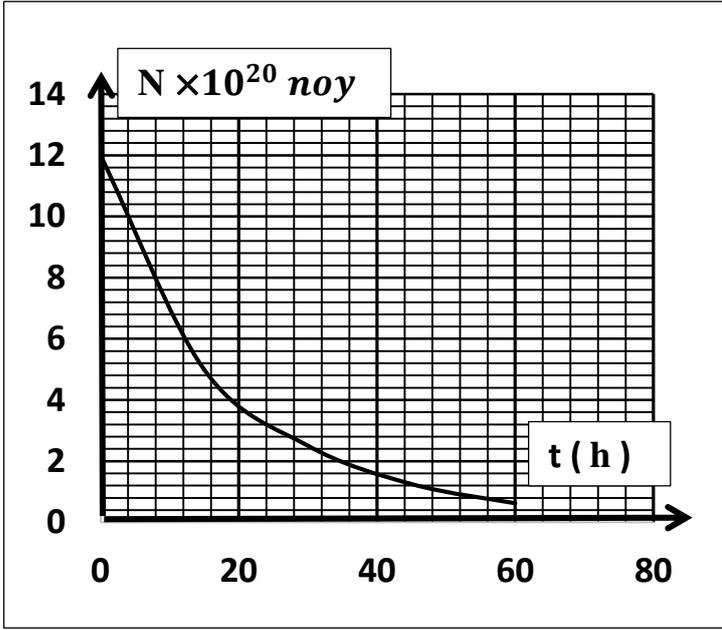


- 1- هل التفاعل الحادث : سريع , بطيء , بطيء جدا , علل ؟
- 2- أرفق كل بيان بالتجربة الموافقة مع التعليل .
- 3- مثل جدول تقدم تفاعل التجربة (1) .
- 4- في كل تجربة حدد المتفاعل المحد , ثم إستنتج النقص النهائي x_f .
- 5- أحسب قيمتي n_1 و n_2 .



التمرين 03 (07 نقاط) : الجزء الأول :

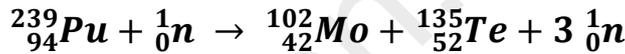
لدينا عينة من الصوديوم $^{24}_{11}Na$ النشط إشعاعيا عن طريق إصدار إشعاع β^- حيث كتلة العينة عند اللحظة $t=0$ هي m_0 .
يبين الشكل المقابل تغيرات عدد الأنوية N المشعة المتبقية بدلالة الزمن .



- 1- أكتب معادلة تفكك الصوديوم 24 , حيث :

| | | | |
|---------|---------|-----------|-----------|
| $_{8}O$ | $_{9}F$ | $_{10}Ne$ | $_{12}Mg$ |
|---------|---------|-----------|-----------|
 - 2- أكتب قانون التناقص الإشعاعي بدلالة عدد الأنوية المتبقية $N(t)$.
 - 3- إستنتج بيانيا N_0 (عدد الأنوية الابتدائية) ثم أحسب الكتلة الابتدائية للعينة m_0
 - 4- عرف زمن نصف العمر لنواة مشعة , ثم أوجد قيمته بالنسبة لنواة الصوديوم 24 .
 - 5- أحسب ثابت النشاط الإشعاعي لنواة الصوديوم 24
 - 6- أحسب قيمة نشاط العينة الابتدائي A_0 بوحدة Bq .
- المعطيات :**
 $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$
 $M(^{24}_{11}Na) = 24 g/mol$

الجزء الثاني : يُنمذج أحد التفاعلات الممكنة لإنشطار البلوتونيوم 239 بالمعادلة :

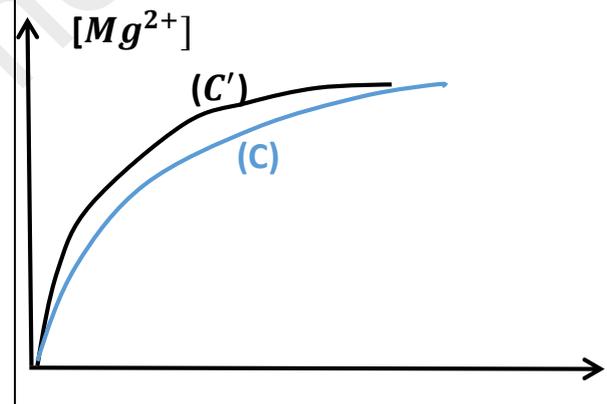


- 1- عرف تفاعل الإنشطار النووي .
- 2- ماهي النواة الأكثر إستقرارا من بين النوى الواردة في معادلة الإنشطار . علل ؟
- 3- أحسب الطاقة المتحررة E_{lib} عن نواة واحدة من البلوتونيوم 239 .
- 4- أحسب الطاقة المتحررة E'_{lib} من العينة السابقة حيث كتلتها عند $t=0$ هي : $m = 1 g$ بوحدة الـ MeV ثم بوحدة الجول (Joules) .
- 5- نستعمل الطاقة السابقة في توليد الكهرباء في مفاعل نووي إستطاعته الكهربائية $P = 30 MW$ بمرود طاقي قدره $r=30\%$.
 - أحسب المدة اللازمة لإستهلاك الكتلة السابقة .
- 6- ضع مخططا يوضح الحصيلة الطاقوية لتفاعل إنشطار البلوتونيوم 239 . **يُعطى :**

| | | |
|---------------|---|-----------------------------------|
| $1MW = 10^6W$ | عدد أفوغادرو : $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$ | $1MeV = 1,6 \times 10^{-13} joul$ |
|---------------|---|-----------------------------------|

| | | |
|--|--|---|
| $\frac{E_l}{A} (^{135}_{52}Te) = 8,3MeV/nuc$ | $\frac{E_l}{A} (^{102}_{42}Mo) = 8,6MeV/nuc$ | $\frac{E_l}{A} (^{239}_{94}Pu) = 7,5 MeV/nuc$ |
|--|--|---|

إنتهى.... بالتوفيق للجميع

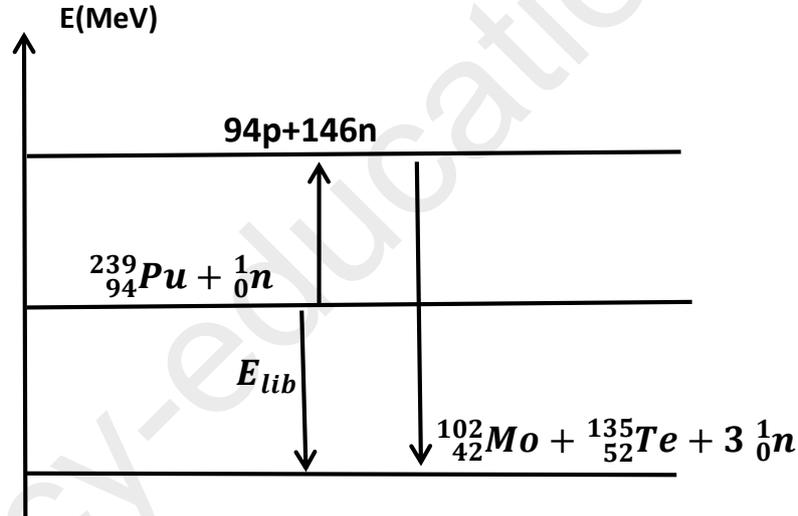
| التقريب | التمرين 01 (09 نقاط) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|------------------------|------------------------|--------------------|--------|------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----|---------------|----|---|---|-------|------------|------|-------------------|---------|---|---|-------|----------|-------|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| 0,5 ×4 | I. 1- $Mg(s) = Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ (أكسدة) ، $2H_3O^+_{(aq)} + 2e^- = H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ (إرجاع) (Mg^{2+}/Mg) (H_3O^+/H_2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 2- هل المزيج ستوكيومترى : $\rightarrow \frac{n_0(H_3O^+)}{2} = \frac{cV}{2} = 1,5 \cdot 10^{-3} mol$ $\rightarrow \frac{n_0(Mg)}{1} = \frac{m}{M} = 0,042 mol$ $0,042 \neq 1,5 \cdot 10^{-3}$ أي ان المزيج ليس ستوكيومترى | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 3- جدول التقدم : <table border="1"> <thead> <tr> <th>الحالة</th> <th>التقدم</th> <th colspan="5">كمية المادة بالمول</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الابتدائية</td> <td>x=0</td> <td>$\frac{m}{M}$</td> <td>cV</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>زيادة</td> </tr> <tr> <td>الانتقالية</td> <td>x(t)</td> <td>$\frac{m}{M} - x$</td> <td>cV - 2x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>زيادة</td> </tr> <tr> <td>النهائية</td> <td>x_f</td> <td>$\frac{m}{M} - x_f$</td> <td>cV - 2x_f</td> <td>x_f</td> <td>x_f</td> <td>زيادة</td> </tr> </tbody> </table> | الحالة | التقدم | كمية المادة بالمول | | | | | الابتدائية | x=0 | $\frac{m}{M}$ | cV | 0 | 0 | زيادة | الانتقالية | x(t) | $\frac{m}{M} - x$ | cV - 2x | x | x | زيادة | النهائية | x_f | $\frac{m}{M} - x_f$ | cV - 2x _f | x_f | x_f | زيادة |
| الحالة | التقدم | كمية المادة بالمول | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الابتدائية | x=0 | $\frac{m}{M}$ | cV | 0 | 0 | زيادة | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الانتقالية | x(t) | $\frac{m}{M} - x$ | cV - 2x | x | x | زيادة | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| النهائية | x_f | $\frac{m}{M} - x_f$ | cV - 2x _f | x_f | x_f | زيادة | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | - المتفاعل المحد هو : H_3O^+ لأن : $0,0015 < 0,042$ - أي : $x_{max} = 0,0015 mol$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 4- عند نهاية التفاعل (تفاعل تام $x_f = x_{max}$) لدينا : $[Mg^{2+}]_f V = x$ عند t_f يصبح : $[Mg^{2+}]_f V = x_f$ أي : $[Mg^{2+}]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{x_{max}}{V} = \frac{0,0015}{30 \times 10^{-3}} = 0,05 mol/l$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 0,5 | II. 1- نعم ينتهي التفاعل - لأنه بلغ قيمته الأعظمية والتي توافق : $[Mg^{2+}]_f = 0,05 mol/l = 5 \times 10^{-2} mol/l$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 2- السرعة الحجمية لتشكل شوارد المغنيزيوم : $v_{vol}(Mg^{2+}) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn(Mg^{2+})}{dt} = \frac{1}{V} \frac{d([Mg^{2+}]V)}{dt} = \frac{d[Mg^{2+}]}{dt}$ عند اللحظة t=0 يصبح : $v_{vol(0min)}(Mg^{2+}) = \frac{d[Mg^{2+}]}{dt} (t=0min) = \frac{(6-0)10^{-2}}{(3-0)} = 0,02 mol/L.min$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | إستنتاج السرعة الحجمية للتفاعل ككل v_{vol} : $v_{vol} = \frac{v_{vol}(Mg^{2+})}{\text{مُعَامَلَةُ السُّتُوكِيُومَتْرِي}} = \frac{0,02}{1} = 0,02 mol/L.min$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 3- $t_{\frac{1}{2}}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي $x(t_{\frac{1}{2}}) = \frac{x_f}{2}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | - زمن نصف التفاعل يوافق : $\frac{[Mg^{2+}]_f}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{2} = 2,5 \times 10^{-2} mol/L$ أي $t_{\frac{1}{2}} = 1,5 min$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 ×4 | 4- التركيب المولي للمزيج عند اللحظة t=2min : بالإسقاط في البيان اللحظة t=2min يقابلها : $[Mg^{2+}]_{2min} = 3 \times 10^{-2} mol/l$ ولدينا من جدول التقدم : $[Mg^{2+}]_f V = x$ وعند t=2min يكون : $x_{2min} = [Mg^{2+}]_{2min} \times V$ أي : $x_{2min} = 3 \times 10^{-2} \times 30 \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-4} mol$ بتعويض قيمة x_{2min} مكان x في المرحلة الانتقالية في جدول التقدم نجد : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mg</th> <th>H_3O^+</th> <th>Mg^{2+}</th> <th>Cl^-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,0411 mol</td> <td>$1,2 \times 10^{-3} mol$</td> <td>$9 \times 10^{-4} mol$</td> <td>$3 \times 10^{-3} mol$</td> </tr> </tbody> </table> | Mg | H_3O^+ | Mg^{2+} | Cl^- | 0,0411 mol | $1,2 \times 10^{-3} mol$ | $9 \times 10^{-4} mol$ | $3 \times 10^{-3} mol$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | H_3O^+ | Mg^{2+} | Cl^- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,0411 mol | $1,2 \times 10^{-3} mol$ | $9 \times 10^{-4} mol$ | $3 \times 10^{-3} mol$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 0,5 | 5-  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - العامل الحركي هو التراكيز الابتدائية للمتفاعلات - التفسير المجهري : زيادة التراكيز الابتدائية للمتفاعلات يزيد من زخم وتواجد الافراد الكيميائية التي تسبح في المائع ومنه تزيد التصادمات الفعالة ومنه تزيد سرعة التفاعل (كذلك كلما زادت السرعة نقص زمن نصف التفاعل $(t_{\frac{1}{2}})$) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

التمرين 02 (04 نقاط)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|--|-------------|--|--|--|--------|--------|---------------------------|-----|--|------------|--------|----|-------|---|------------|-------|---------|-----------|-----|----------|-------|-----------|-------------|-------|
| التقريب | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 | 1- التفاعل بطيء | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 | - نلاحظ أنه من المنحنى إستغرق عدة دقائق للوصول لحالته النهائية فهو بطيء | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | 2- في (A) و (B) لديهم نفس القيمة النهائية لكمية المادة لشاردة اليود $n(I^-)_f$ أي هم يوافقو التجريبتين (2) و (3) وبما ان (A) أسرع من (B) فإن درجة حرارة التفاعل أكبر أي : (A)→(2) (B)→(3) (C)→(1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 3- جدول التقدم <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td>$2 I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2 SO_4^{2-}_{(aq)}$</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>الحالة</td> <td>التقدم</td> <td>كمية المادة المدة بالممول</td> <td>مول</td> <td></td> </tr> <tr> <td>الابتدائية</td> <td>$x(t)$</td> <td>40</td> <td>n_1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>الانتقالية</td> <td>x_0</td> <td>$40-2X$</td> <td>$n_1 - X$</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>النهائية</td> <td>x_f</td> <td>$40-2X_f$</td> <td>$n_1 - X_f$</td> <td>X_f</td> </tr> </table> | | | $2 I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2 SO_4^{2-}_{(aq)}$ | | | الحالة | التقدم | كمية المادة المدة بالممول | مول | | الابتدائية | $x(t)$ | 40 | n_1 | 0 | الانتقالية | x_0 | $40-2X$ | $n_1 - X$ | X | النهائية | x_f | $40-2X_f$ | $n_1 - X_f$ | X_f |
| | | $2 I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2 SO_4^{2-}_{(aq)}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الحالة | التقدم | كمية المادة المدة بالممول | مول | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الابتدائية | $x(t)$ | 40 | n_1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| الانتقالية | x_0 | $40-2X$ | $n_1 - X$ | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| النهائية | x_f | $40-2X_f$ | $n_1 - X_f$ | X_f | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 | 4- المتفاعل المحد في كل التجارب الثلاثة هو $S_2O_8^{2-}$ لأن شاردة اليود I^- في نهاية التفاعل بزيادة في جميع المنحنيات . • x_f في كل تجربة : من جدول التقدم $n(I^-) = 40 - 2x$ أي $x = \frac{n(I^-)-40}{-2}$ ولما $t=t_f$ معناه : $x_f = \frac{n(I^-)_f-40}{-2}$ - لدينا من البيان في التجريبتين (2) و (3) لما $t=t_f$ نجد $n_{(I^-)_f} = 10 \text{ mmol}$ أي : $x_f = \frac{10-40}{-2} = 15 \text{ mmol}$ - ولدينا في التجربة (1) لما $t=t_f$ نجد $n_{(I^-)_f} = 25 \text{ mmol}$ أي : $x_f = \frac{25-40}{-2} = 7,5 \text{ mmol}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,25 | حساب قيمتي n_1 و n_2 : - بما ان التفاعل تام $x_f = x_{max}$ • في التجربة الأولى المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$ أي : $n_1 - x_f = 0$ أي أن $n_1 = x_f = 7,5 \text{ mmol}$ • في التجربة الثانية او الثالثة المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$ كذلك أي : $n_2 - x_f = 0$ أي أن $n_2 = x_f = 15 \text{ mmol}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

التمرين الثالث (07 نقاط)

| | |
|---------|---|
| التقريب | |
| 0,25 | الجزء الأول : (03 نقاط) 1- بتطبيق قانوني الانحفاظ (صودي) : ${}_{11}^{24}Na \rightarrow {}_{12}^{24}Mg + {}_{-1}^0e$ |
| 0,25 | 2- العلاقة : $N(t) = N_0 e^{\lambda t}$ |
| 0,5 | 3- من البيان وعند اللحظة $t=0$ نجد : $N_0 = 12 \times 10^{20} \text{ noy}$ |
| 0,5 | - حساب m_0 : لدينا : $\frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A}$ ومنه : $m_0 = \frac{N_0 \times M}{N_A} = \frac{12 \times 10^{20} \times 24}{6,02 \times 10^{23}} = 4,784 \times 10^{-2} \text{ g}$ |
| 0,5 | 4- $t_{\frac{1}{2}}$: زمن نصف العمر هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية حينها يكون : $N(t_{\frac{1}{2}}) = \frac{N_0}{2}$ |
| 0,5 | يتم إستخراجه بيانيا بالمطابقة مع القيمة $\frac{N_0}{2}$ نجد : $t_{\frac{1}{2}} = 12 \text{ h}$ |
| 0,25 | 5- حساب λ : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0,693}{12} = 5,775 \times 10^{-2} \text{ h}^{-1} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ |
| 0,25 | 6- $A_0 = \lambda N_0 = 1,6 \times 10^{-5} \times 12 \times 10^{20} = 19,2 \times 10^{15} \text{ Bq}$ |

| | |
|-----|--|
| 0,5 | <p>الجزء الثاني : (04 نقاط)</p> <p>1- الانشطار النووي : : تفاعل نووي مفتعل , حيث يتم قذف نواة ثقيلة غير مستقرة بواسطة نوترون بطيء (بطيء) : حتى نتحكم في التفاعل ويحدث الانشطار (لتتفكك كليا ثم تتجمع في أنوية أخف وأكثر إستقرارا مع ظهور جسيمات وتحرير طاقة</p> |
| 0,5 | <p>2- النواة الأكثر إستقرار هي : $^{239}_{94}\text{Pu}$ ثم $^{135}_{52}\text{Te}$ ثم $^{102}_{42}\text{Mo}$</p> <p>- التعليل لأن : $\frac{E_l(^{239}_{94}\text{Pu})}{A} < \frac{E_l(^{135}_{52}\text{Te})}{A} < \frac{E_l(^{102}_{42}\text{Mo})}{A}$</p> |
| 0,5 | <p>3- الطاقة المحررة من نواة واحدة منشطرة للبلوتونيوم E_{lib}:</p> $E_{lib} = \Delta mc^2 = E_l(\text{Pu}) - [E_l(\text{Mo}) + E_l(\text{Te})]$ $= (7,5 \times 239) - [(8,6 \times 102) + (8,3 \times 135)]$ $= 1792,5 - [877,2 + 1120,5] = -205,2 \text{ MeV}$ <p>(سالبة لأنها طاقة محررة)</p> |
| 0,5 | <p>4- حساب الطاقة المحررة الكلية E'_{lib} :</p> $E'_{lib} = N \times E_{lib} = \frac{m \times N_A}{M} \times E_{lib} = \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{239} \times 205,5 = 5,17 \times 10^{23} \text{ MeV}$ <p>- نحولها للجول لدينا : $1 \text{ MeV} \rightarrow 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$</p> <p>- أي : $E'_{lib} = 5,17 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-13} = 8,28 \times 10^{10} \text{ J}$</p> |
| 01 | <p>5- المدة الزمنية Δt لإستهلاك الكتلة السابقة :</p> <p>لدينا : $\Delta t = \frac{E_{\text{مستهلكة}}}{P}$ ولدينا : $E_{\text{مستهلكة}} = r \times E'_{lib}$ ومنه : $\Delta t = \frac{r \times E'_{lib}}{P} = \frac{0,3 \times 8,28 \times 10^{10}}{30 \times 10^6} = 828 \text{ s} = 13,8 \text{ min}$</p> <p>ملاحظات : - $r = \frac{30}{100} = 0,3$ أي $r = 30\%$</p> <p>- كذلك الواط (W) هو عبارة عن الجول/ثانية (joules/s) لذلك نحول E'_{lib} الى الجول والنتيجة تكون بالثانية</p> |
| 01 | <p>6- الحصيلة الطاقوية :</p>  <p>The diagram shows energy levels for the reactants and products. The reactants are $^{239}_{94}\text{Pu} + ^1_0\text{n}$ and the products are $94\text{p} + 146\text{n} + ^{102}_{42}\text{Mo} + ^{135}_{52}\text{Te} + 3^1_0\text{n}$. The energy level for the reactants is higher than the energy level for the products, and the difference is labeled E_{lib}.</p> |

إنتهى