**التمرين الأول (08 نقاط ):** نمزج محلولا مائيا محمضا من ثنائي كرومات البوتاسيوم $\left(2K^{+}+Cr_2O_7^{2-}\right)$ تركيزه المولي $C_1=1.67\times10^{2-}mol/l$ و حجمه $V_1=50mL$ مع محلول مائي لحمض الأكساليك $\left(H_2C_2O_4\right)$ تركيزه المولي $C_2=6\times10^{2-}mol/l$ و حجمه $V_2=50mL$ .

I - إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل هي $\left(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}\right)$ و $\left(CO_2/H_2C_2O_4\right)$ .

- برهن أن معادلة التحول الكيميائي للأكسدة الإرجاعية تكتب على الشكل :

$$3H_2C_2O_4+Cr_2O_7^{2-}+8H^{+}=6CO_2+2Cr^{3+}+7H_2O$$

II - نتابع بواسطة المعايرة التطور الزمني للتركيز المولي لشوارد الكروم $\left(Cr^{3+}\right)$ المتشكل خلال هذا التفاعل، فنحصل على البيان الموضح في الشكل( 01 ).

1 - هل هذا التحول الكيميائي بطيئ ؟ علل .

2 - أحسب كميات المادة الإبتدائية للمتفاعلات $\left(H_2C_2O_4\right)$ ، $\left(Cr_2O_7^{2-}\right)$ .

3 - أنجز جدول تقدم التفاعل الكيميائي و استنتج المتفاعل المحد.

4 - إستنتج زمن نصف التفاعل .

5 - عرف السرعة الحجمية للتفاعل . ما هي العلاقة التي تربط $V$ بـــ: $\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}$ ؟

6 - حدد السرعة الحجمية بين اللحظتين $t=0$ و $t=50s$ .

7 - فسر كيف تتطور هذه السرعة خلال الزمن $t$ .

**التمرين الثاني (06 نقاط ):** يصدر البولونيوم $^{210}_{84}Po$ جسيمات $a$ و يعطي نواة إبن من الرصاص $^{206}_{82}Pb$ .

1 - أكتب معادلة التفكك.2

2 - أحسب بالجول $(j)$ الطاقة المحررة عن هذا التفكك . يعطى :

| أنوية العناصر | $^{210}_{84}Po$ | $^{206}_{82}Pb$ | $a$ |
|---|---|---|---|
| كتلة النواة $M\ (u)$ | **210.0482** | **206.0385** | **4.0039** |

$1u=1.66\times10^{27-}kg$ ، $C=3\times10^{8}m/s$

1 - يتغير النشاط الإشعاعي $(A)$ للنواة $^{210}_{84}Po$ حسب الدالة $\ln(A)=f\ (t)$ حيث $(A)$ يساوي عدد التفككات الحادثة خلال كل ثانية .

أ - بين ان $A=lN$ و استنتج أن معادلة نشاط منبع مشع تكتب بالشكل $A=A_0e^{-lt}$.

ب - إستنتج من البيان الشكل ( 02 ) قيمتي ثابت النشاط الإشعاعي $l$ و قيمة $A_0$ .

جـــ - أحسب عدد الأنوية المشعة $N_0$ عند اللحظة $t=0$ .

د - أحسب زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

يعطى $\ln(a\times b)=\ln a+\ln b$ ، $\ln e^{x}=x\ \ln e=x$

4 - نعتبر عينة كتلتها $m_0=10g$ من أنوية البولونيوم عند اللحظة $t=0$ .

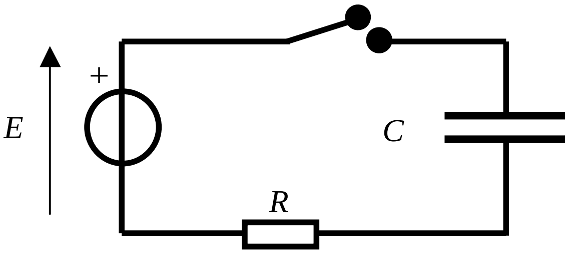
1 - أحسب الكتلة المتبقية بعد مرور مدة زمنية قدرها $t=1h$

**التمرين الثالث( 06 نقاط ):**

**تتكون الدارة الكهربائية من العناصر التالية موصولة على التسلسل:**

**مولد كهربائي توتره ثابت** $E = 6V$ ، **مكثفة سعتها** $C = 1.2mF$ ، **ناقل أومي مقاومته** $R = 5K\Omega$

**- نغلق القاطعة:**




**1- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة**

**التفاضلية التي تربط بين** $U_C(t), \dfrac{dU_C(t)}{t}, E, R, C$

**2- تحقق إن كانت المعادلة التفاضلية المحصل عليها**

**تقبل العبارة :** $U_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ **كحل لها.**

**3- حدد وحدة المقدار** $(RC)$ **، ما مدلوله العملي للدارة الكهربائية ؟ أذكر إسمه .**

**4- أحسب قيمة التوتر الكهربائي** $U_C(t)$ **في اللحظات المدونة في الجدول التالي:**

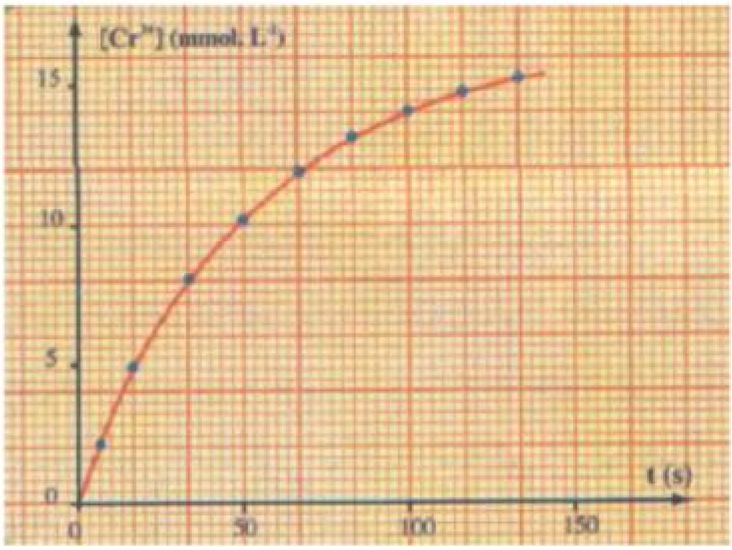
| $t(ms)$ | **0** | **6** | **12** | **18** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|
| $U_C(t)(V)$ | | | | | |

**5- أرسم المنحنى البياني** $U_C(t) = f(t)$ **. بأخذ السلم :** $1cm \rightarrow 6ms$ ، $1cm \rightarrow 1V$

**6- أوجد العبارة الحرفية للشدة اللحظية للتيار الكهربائي** $i(t)$ **بدلالة** $E, R, C$ **ثم أحسب قيمتها :**

**في اللحظتين** $(t = 0)$ **و** $(t \rightarrow \infty)$ **.**

**7- أكتب عبارة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة ، أحسب قيمتها عندما** $(t \rightarrow \infty)$ **.**




**الشكل -1-**


الشكل -2-

**التمرين الأول( 08 نقاط ):**

I - نبرهن على المعادلة بكتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع.

- المعادلة النصفية للإرجاع: **(0.5)**

$$\left(ox_1/\mathrm{Red}_1\right)\left(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}\right)$$

$$ox_1+n_1e^-=\mathrm{Red}_1$$

$$Cr_2O_7^{2-}+14H^++6e^-=2Cr^{3+}+7H_2O\rightarrow(1)$$

- المعادلة النصفية للاكسدة: **(0.5)**

$$\left(ox_2/\mathrm{Red}_2\right)\left(CO_2/H_2C_2O_4\right)$$

$$\mathrm{Red}_2=ox_2+n_2e^-$$

$$H_2C_2O_4=2CO_2+2H^++2e^-\rightarrow(2)$$

بضرب المعادلة (1) في العدد 1 و المعادلة (2) في العدد 3 ثم نجمع لنحصل على معادلة الأكسدة الإرجاعية:

$$1\times\left(Cr_2O_7^{2-}+14H^++6e^-=2Cr^{3+}+7H_2O\right)\rightarrow(1)$$

$$3\times\left(H_2C_2O_4=2CO_2+2H^++2e^-\right)\rightarrow(2)$$

---

**(0.25)** $$3H_2C_2O_4+Cr_2O_7^{2-}+8H^+=2Cr^{3+}+6CO_2+7H_2O$$

II - 1 - نعم هذا التحول الكيميائي بطيئ لأننا نستطيع متابعته زمنيا. **(0.5)**

2 - **كميات المادة الإبتدائية للمتفاعلات:**

**(0.5)** $$n_1=n\left(Cr_2o_7^{2-}\right)=C_1\times V_1=1.67\times10^{2-}\times0.05=0.000835mol/L=0.835mmol/L$$

**(0.5)** $$n_2=n\left(H_2C_2O_4\right)=C_2\times V_2=0.003mol/L=3mmol/L$$

3 - **جدول تقدم التفاعل:** **(1)**

| معادلة التفاعل | | $3H_2C_2O_4+Cr_2O_7^{2-}+8H^+=6CO_2+2Cr^{3+}+7H_2O$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حالة الجملة | **التقدم** | $n\left(H_2C_2O_4\right)$ | $n\left(Cr_2O_7^{-2}\right)$ | $n\left(H^+\right)$ | $n\left(CO_2\right)$ | $n\left(Cr^{+3}\right)$ | $n\left(H_2O\right)$ |
| الحالةالإبتدائية عند $t=0$ | 0 | $3\times10^{3-}mol$ | $8.35\times10^{4-}mol$ | بزيادة | 0 | 0 | بزيادة |
| حالة التحول عند $t$ | $X$ | $3\times10^{3-}-3x$ | $8.35\times10^{4-}-x$ | بزيادة | $6x$ | $2x$ | بزيادة |
| الحالة النهائية عند $t_f$ | $X_{\max}$ | $3\times10^{3-}-3x_{\max}$ | $8.35\times10^{4-}-x_{\max}$ | بزيادة | $6x_{\max}$ | $2x_{\max}$ | بزيادة |

- **تحديد المتفاعل المحد:** هو المتفاعل الذي يختفي أثناء مرحلة التحول الكيميائي .فمن أجل التعرف عنه نحسب قيم $x$ التي تعدم كمية مادة كل متفاعل . القيمة الصغرى لــ $x$ تحدد المتفاعل المحد

**أولا:** نحدد التقدم الأعظمي $X_{\max}$.

- إذاكان $H_2C_2O_4$ متفاعل محد فإن : $3\times10^{3-}-3x=0\Rightarrow X=10^{3-}MOL$

- إذا كان $Cr_2O_7^{2-}$ متفاعل محد فإن : $8.35\times10^{4-}-x=0\Rightarrow X=8.35\times10^{4-}MOL$

- التقدم العظمي هو أصغر قيمة للتقدم $X$ و منه $X_{\max}=8.35\times10^{4-}mol$ .

- إذا المتفاعل المحد هو شاردة البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}$ . **(0.5)**

**4- <u>زمن نصف التفاعل</u>** $\left(t_{1/2}\right)$ : هو الزمن اللازم لإختفاء نصف كمية المتفاعل المحد $\frac{X_{max}}{2}$. **و لكن** المنحنى يمثل $\left[Cr^{3+}\right]=f\left(t\right)$ و بالتالي نحسب التركيز الأعظمي $\left[Cr^{3+}\right]_{max}$ عند نهاية التفاعل.

**-حساب تركيز شوارد الكروم $\left[Cr^{3+}\right]$ في المزيج :**

$$n\left(Cr^{3+}\right)=2X_{max}=2\times8.35\times10^{4-}=16.7\times10^{4-}MOL=\left[Cr^{3+}\right]\times V$$

من جدول التقدم لدينا :

$$\left[Cr^{3+}\right]=\frac{2X_{max}}{V}=\frac{16.7\times10^{4-}}{0.1}=16.7\times10^{3-}mol/L=16.7mmol/L$$

**- نحسب نصف التركيز الأعظمي لشوارد الكروم كمايلي:**

$$\frac{\left[Cr^{3+}\right]_{max}}{2}=8.35mmol/L \quad \textbf{(1)}$$

- نحدد هذه القيمة على محور التراتيب في البيان $\left[Cr^{3+}\right]=f\left(t\right)$ ثم نحدد القيمة الموافقة لها على محور الأزمنة فنحصل على زمن نصف التفاعل $t_{1/2}\approx33.3s$ . **(0.5)**

- لأننا نلاحظ من البيان أن : $1.25cm\rightarrow5mmol/L$ ، $1.5cm\rightarrow50s$

**5- <u>السرعة الحجمية</u>** $V$ : نعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة التالية: $V=\frac{1}{v}\frac{dx}{dt}\rightarrow(1)$ **(0.25)**

حجم المزيج $v=v_1+v_2=100mL=0.1L$

- **العلاقة التي تربط السرعة الحجمية** $V$ **بـ** $\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}$ :

**من جدول تقدم التفاعل عند مرحلة التحول الكيميائي نلاحظ أن :**

$$n\left(Cr^{3+}\right)=2x=\left[Cr^{3+}\right]\times v\Rightarrow X=\frac{\left[Cr^{3+}\right]v}{2}\rightarrow(2)$$

**بتعويض العلاقة (2) في العلاقة (1) :**

$$V=\frac{1}{v}\frac{dx}{dt}=\frac{1}{v}\frac{d\left(\frac{v.\left[Cr^{3+}\right]}{2}\right)}{dt}=\frac{1}{v}\frac{v}{2}\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}=\frac{1}{2}\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt} \quad \textbf{(0.5)}$$

**6- <u>حساب السرعة الحجمية بين اللحظتين</u>** $t=0$ و $t=50s$ :

- عند اللحظة $t=0$ نرسم المستقيم المماس للمنحنى عند هذه اللحظة ثم نحسب ميل المستقيم الذي يمثل $\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}$ .

$$\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}=\frac{\Delta\left[Cr^{3+}\right]}{\Delta t}=\frac{14-0}{33.3-0}=0.42mmol/L.S$$

**و منه** $V=\frac{1}{2}\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}=\frac{1}{2}\times0.42=0.21mmol/L.S$ **(0.5)**

- عند اللحظة $t=50s$ **بنفس الطريقة السابقة :**

$$\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}=\frac{\Delta\left[Cr^{3+}\right]}{\Delta t}=\frac{14-10}{83.3-50}=0.12mmol/L.S$$ **و منه**

$$V=\frac{1}{2}\frac{d\left[Cr^{3+}\right]}{dt}=\frac{1}{2}\times0.12=0.06mmol/L.S \quad \textbf{(0.5)}$$

7- نلاحظ أن السرعة الحجمية لتشكل النوع الكيميائي شوارد الكروم $Cr^{3+}$ تتناقص بتطور الزمن . (0.25)

**التمرين الثاني (06 نقاط ):**

1- معادلة التفكك حيث $a\left({}_{2}^{4}He\right)$ :

$$ {}_{84}^{210}PO \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{82}^{206}Pb \quad (0.5)$$

2- الطاقة المحررة بالجول $(j)$ يجب ان تكون الكتل بــ $(Kg)$ : $E=\Delta mC^2=\left[m(PO)-m(He)-m(Pb)\right]\times C^2$

$$E=\left[210,0482-4,0039-206,0385\right]\times 1.66\times 10^{27-}\times 9\times 10^{16}=8.66\times 10^{13-}\,j \quad (1)$$

3- أ- البرهان على ان $A=l.N$ :

لدينا $$A=-\frac{dN(t)}{dt}=-\frac{dN_0e^{-lt}}{dt}=-N_0\frac{de^{-lt}}{dt}=lN_0e^{-lt}=lN(t) \quad (0.5)$$

- بمان $A_0=N_0l$ النشاط عند اللحظة $t=0$ و منه $A=A_0e^{-lt}$ (0.5)

ب- إستنتاج $l$ و $A_0$ من البيان $\ln(A)=f(t)$ :

البيان عبارة عن مستقيم يقطع محور التراتيب معادلته من الشكل :

$$Y=ax+b \Rightarrow \ln A=at+b \rightarrow (1) \quad (0.25)$$

- من البيان نلاحظ ان : $b=6.9$ (0.25).

- حساب الميل $a$ : $a=tg\,a=\frac{6.9-3.9}{0-600}=-5\times 10^{3-}\,jours^{1-}$ (0.25)

- لدينا $A=A_0e^{-lt}$ بإخال اللوغاريتم النيبري $\ln$ على طرفي المعادلة

$$\ln A=\ln A_0e^{-lt} \Rightarrow \ln A=\ln A_0+\ln e^{-lt}=\ln A_0-lt \rightarrow (2) \quad (0.25)$$

- بمطابقة المعادلتين $(1)=(2)$ نحصل على :

$$\ln A_0=b=6.9 \Rightarrow A_0=e^{6.9}Bq=992.27Bq \quad (0.25)$$

$$-5\times 10^{3-}=-lt \Rightarrow l=5\times 10^{3-}\,jours^{1-} \quad (0.25)$$

جــ- حساب $N_0$ عند اللحظة $t=0$ :

$$A_0=lN_0 \Rightarrow N_0=\frac{A_0}{l}=198,45\times 10^3 \text{ (نواة مشعة)} \quad (0.5)$$

د- زمن نصف العمر :

$$t_{1/2}=\frac{\ln 2}{l}=138,6\,jours=3312h \quad (0.5)$$

4- 1- حساب الكتلة $m$ المتبقية بعد مرور زمن قدره $t=1h$ :

- حساب عدد الأنوية المشعة $N_0$ الموجودة في الكتلة $m_0$ عند اللحظة $t=0$ :

$$N_A \rightarrow M \qquad N_0 \rightarrow m_0 \quad \text{و منه} \quad N_0=m_0\frac{N_A}{M} \rightarrow (1) \quad (0.25)$$

- حساب عدد الأنوية المشعة $N$ الموجودة في الكتلة $m$ عند اللحظة $t$ :

$$N_A \rightarrow M \qquad N \rightarrow m \quad \text{و منه} \quad N=m\frac{N_A}{M} \rightarrow (2) \quad (0.25)$$

- بتعويض العلاقتين (1) و (2) في علاقة التناقص الإشعاعي $N(t)=N_0e^{-lt}$

$(0.25)\quad m\frac{N_A}{M}=m_0\frac{N_A}{M}e^{-lt}\Rightarrow m=m_0e^{-lt}$

$(0.25)\quad m=10e^{\frac{-5\times10^{-3}}{24}\times1}=9.99g$

لم يتفكك بعد ساعة سوى $0.01g$ .

**التمرين الثالث ( 06 نقاط ) :**

1- المعادلة التفاضلية :

$(0.5)\quad E=U_C+U_R$ و منه $E=U_C+R.i$ و منه $E=U_C+RC\frac{dU_C}{dt}$

بقسمة طرفي المعادلة على الجداء $(RC)$:

$(0.5)\quad \frac{E}{RC}=\frac{U_C}{RC}+\frac{dU_C}{dt}\rightarrow(1)$

**2- البرهان على أن** $U_C(t)=E\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ **حل للمعادلة التفاضلية:**

$$U_C(t)=E\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)=E-Ee^{-\frac{t}{RC}}\rightarrow(2)$$

$$\frac{dU_C}{dt}=\frac{dE\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)}{dt}=E\frac{d\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)}{dt}=\frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}\rightarrow(3)$$

- بتعويض (2) و (3) في العلاقة (1):

$\frac{E}{RC}=\frac{E}{RC}-\frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}+\frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}$ و منه $0=0$ إذا المعادلة المعطاة حل للمعادلة التفاضلية. (1)

**3- وحدة المقدار** $RC$ :

بتطبيق علاقة التحليل البعدي:

$t=RC\Rightarrow[t]=[RC]\rightarrow(1)$ أي وحدة $[RC]$ = وحدة $[t]$

$$[R]=\frac{[U]}{[I]}\rightarrow(2),[C]=\frac{[q]}{[U]}=\frac{[I]\times[T]}{[U]}\rightarrow(3)$$

بتعويض (2) و (3) في العلاقة (1): نحصل على ان :

$(0.5)\quad [t]=\frac{[U]}{[I]}\times\frac{[I][T]}{[U]}=[T]\Rightarrow[t]=[T]$

إذا وحدة $RC$ هي الثانية $S$ .

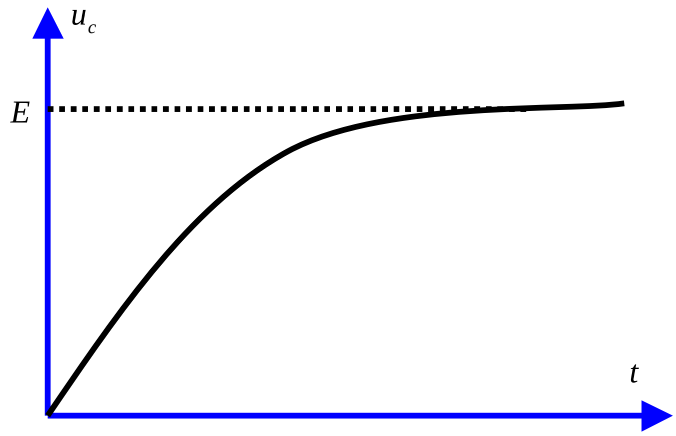
- المدلول العملي لثابت الزمن $t$ هو معرفة المدة الزمنية اللازمة لشحن المكثفة بنسبة $63\%$

4- أكمل الجدول : نعوض القيم في العلاقة $U_C(t)=E\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)\quad(1)$

حيث $t=RC=6\times10^{-3}S=6ms$

| $t\,(ms)$ | **0** | **6** | **12** | **18** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|
| $U_C\,(t)(V)$ | **0** | **3.79** | **5.18** | **5.70** | **5.89** |

**5- رسم البيان** $U_C\,(t)=f\,(t)$ **(0.5)**




**6- عبارة شدة التيار الكهربائي** $i\,(t)$ :

$$i\,(t)=\frac{dq}{dt}=C\frac{dU_C}{dt}=C\frac{dE\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)}{dt}=EC\frac{d\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)}{dt}=EC\frac{1}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}$$

و منه: $$i\,(t)=\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$$ **(0.5)**

- عندما $t=0$ فإن $i=\frac{E}{R}=0.0012A$ **(0.25)**

- عندما $t=\infty$ فإن $i\,(\infty)=\frac{E}{R}e^{-\frac{\infty}{RC}}=\frac{\frac{E}{R}}{e^{+\frac{\infty}{RC}}}=0$ **(0.25)**

**7- عبارة الطاقة الكهربائية :**

$$E_C=\frac{1}{2}CU_C{}^2=\frac{1}{2}1.2\times10^{6-}\,(6)^2=2.16\times10^{5-}\,JOULE$$

**(1)** $U_C\,(\infty)=E=6V$