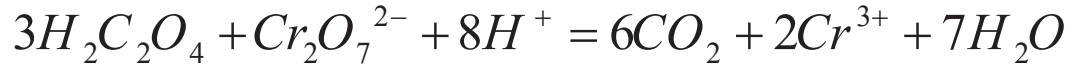


التمرين الأول (08 نقاط) : نمزج محلولاً مائياً حمضاً من ثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 1.67 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ وحجمه $V_1 = 50 \text{ mL}$ مع محلول مائي لحمض الأكساليك $(H_2C_2O_4)$ تركيزه المولي $C_2 = 6 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ وحجمه $V_2 = 50 \text{ mL}$.

I - إذا علمت أن الثنائيات الداخلة في التفاعل هي $(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+})$ و $(CO_2 / H_2C_2O_4)$ برهن أن معادلة التحول الكيميائي للأكسدة الإرجاعية تكتب على الشكل :



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

1 - هل هذا التحول الكيميائي بطيئ؟ علل.

2 - أحسب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات $(H_2C_2O_4)$ ، $(Cr_2O_7^{2-})$.

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

4 - استنتج زمن نصف التفاعل.

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

6 - حدد السرعة الحجمية بين اللحظتين $t = 0$ و $t = 50 \text{ s}$.

7 - فسر كيف تتطور هذه السرعة خلال الزمن t .

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

1 - أكتب معادلة التفكك.

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

أنوية العناصر	$^{210}_{84}Po$	$^{206}_{82}Pb$	α
كتلة النواة $M (u)$	210.0482	206.0385	4.0039

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} , C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

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 أن $A = \lambda N$ و استنتج أن معادلة نشاط منبع مشع تكتب بالشكل $A = A_0 e^{-\lambda t}$.

ب - استنتج من البيان الشكل (02) قيمتي ثابت النشاط الإشعاعي λ و قيمة A_0 .

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

د - أحسب زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

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

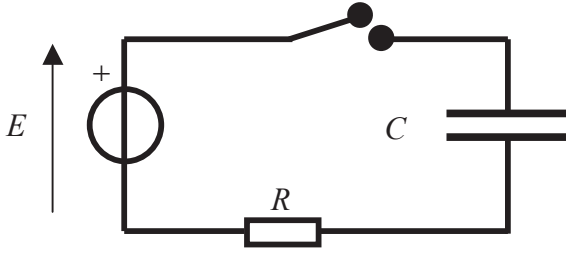
4 - نعتبر عينة كتلتها $m_0 = 10 \text{ g}$ من أنوية البولونيوم عند اللحظة $t = 0$.

1 - أحسب الكتلة المتبقية بعد مرور مدة زمنية قدرها $t = 1 \text{ h}$.

التمرين الثالث (06 نقاط) :

تتكون الدارة الكهربائية من العناصر التالية موصولة على التسلسل :

مولد كهربائي توتره ثابت $E = 6V$ ، مكثفة سعتها $C = 1.2\mu F$ ، ناقل أومي مقاومته $R = 5K\Omega$ - نغلق القاطعة :



1- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة

التفاضلية التي تربط بين $U_C(t)$, $\frac{dU_C(t)}{dt}$, 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 .

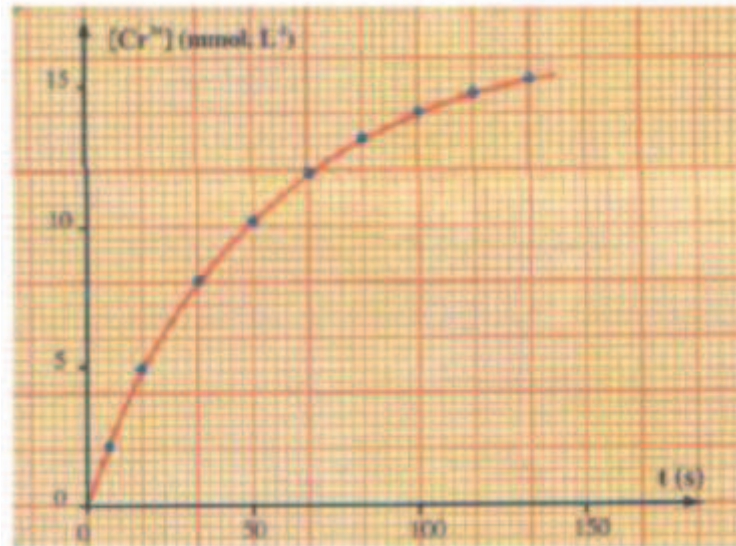
4- أحسب قيمة التوتر الكهربائي $U_C(t)$ في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

$t (ms)$	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 $(t \rightarrow \infty)$.

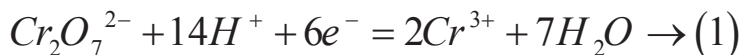
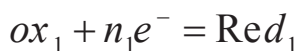


الشكل -1-

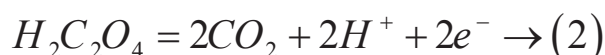
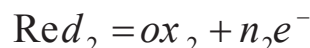


الشكل -2-

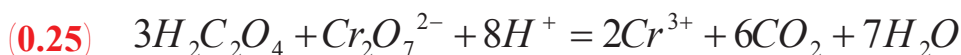
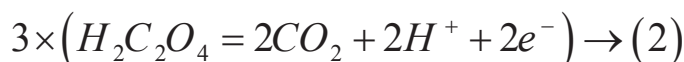
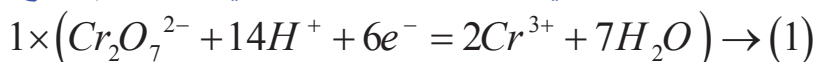
I - نبرهن على المعادلة بكتابة المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع.
- المعادلة النصفية للإرجاع: (0.5)



- المعادلة النصفية للأكسدة: (0.5)



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



Π - 1 - نعم هذا التحول الكيميائي بطيء لأننا نستطيع متابعته زمنيا. (0.5)

2 - كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات:

$$(0.5) \quad n_1 = n(Cr_2O_7^{2-}) = C_1 \times V_1 = 1.67 \times 10^{-2} \times 0.05 = 0.000835 \text{ mol} / L = 0.835 \text{ mmol} / L$$

$$(0.5) \quad n_2 = n(H_2C_2O_4) = C_2 \times V_2 = 0.003 \text{ mol} / L = 3 \text{ mmol} / L$$

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	$n(H_2C_2O_4)$	$n(Cr_2O_7^{2-})$	$n(H^+)$	$n(CO_2)$	$n(Cr^{3+})$	$n(H_2O)$
الحالة الابتدائية عند $t = 0$	0	$3 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$8.35 \times 10^{-4} \text{ mol}$	زيادة	0	0	زيادة
حالة التحول عند t	X	$3 \times 10^{-3} - 3x$	$8.35 \times 10^{-4} - x$	زيادة	$6x$	$2x$	زيادة
الحالة النهائية عند t_f	$X_{\max}$	$3 \times 10^{-3} - 3x_{\max}$	$8.35 \times 10^{-4} - x_{\max}$	زيادة	$6x_{\max}$	$2x_{\max}$	زيادة

- 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 لـ x تحدد المتفاعل المحد أولاً. نحدد التقدم الأعظمي $X_{\max}$.

- إذا كان $H_2C_2O_4$ متفاعل محد فإن: $3 \times 10^{-3} - 3x = 0 \Rightarrow X = 10^{-3} \text{ MOL}$

- إذا كان $Cr_2O_7^{2-}$ متفاعل محد فإن: $8.35 \times 10^{-4} - x = 0 \Rightarrow X = 8.35 \times 10^{-4} \text{ MOL}$

- التقدم الأعظمي هو أصغر قيمة للتقدم X و منه $X_{\max} = 8.35 \times 10^{-4} \text{ mol}$

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

4- زمن نصف التفاعل $(t_{1/2})$: هو الزمن اللازم لإختفاء نصف كمية المتفاعل المحد $\frac{X_{max}}{2}$. و لكن المنحنى يمثل

$[Cr^{3+}] = f(t)$ و بالتالي نحسب التركيز الأعظمي $[Cr^{3+}]_{max}$ عند نهاية التفاعل .

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

$$n(Cr^{3+}) = 2X_{max} = 2 \times 8.35 \times 10^{-4} = 16.7 \times 10^{-4} \text{ MOL} = [Cr^{3+}] \times V$$

$$[Cr^{3+}] = \frac{2X_{max}}{V} = \frac{16.7 \times 10^{-4}}{0.1} = 16.7 \times 10^{-3} \text{ mol / L} = 16.7 \text{ mmol / L}$$

من جدول التقدّم لدينا :

- نحسب نصف التركيز الأعظمي لشوارد الكروم كمايلي :

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

- نحدد هذه القيمة على محور الترتيب في البيان $[Cr^{3+}] = f(t)$ ثم نحدد القيمة الموافقة لها على محور الأزمنة

فنحصل على زمن نصف التفاعل $t_{1/2} \approx 33.3 \text{ s}$. (0.5)

$$1.25 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ mmol / L}$$

$$1.5 \text{ cm} \rightarrow 50 \text{ s}$$

- لأننا نلاحظ من البيان أن :

5- السرعة الحجمية V : نعرف السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة التالية : (1) $V = \frac{1}{v} \frac{dx}{dt}$ (0.25)

$$v = v_1 + v_2 = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

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

من جدول تقدّم التفاعل عند مرحلة التحول الكيميائي نلاحظ أن :

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

بتعويض العلاقة (2) في العلاقة (1) :

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

6- حساب السرعة الحجمية بين اللحظتين $t = 0$ و $t = 50 \text{ s}$:

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

$$(0.5) \quad V = \frac{1}{2} \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = \frac{1}{2} \times 0.42 = 0.21 \text{ mmol / L S}$$

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

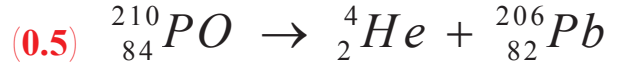
- عند اللحظة $t = 50 \text{ s}$ بنفس الطريقة السابقة :

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

$$(0.5) \quad V = \frac{1}{2} \frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = \frac{1}{2} \times 0.12 = 0.06 \text{ mmol / L S}$$

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 $\alpha(^4_2He)$:



2- الطاقة المحررة بالرجول (j) يجب ان تكون الكتلة بـ (Kg) : $E = \Delta m C^2 = [m(PO) - m(He) - m(Pb)] \times C^2$:

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

3- أ- البرهان على ان $A = \lambda \cdot N$:

$$(0.5) \quad A = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{dN_0 e^{-\lambda t}}{dt} = -N_0 \frac{de^{-\lambda t}}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t) \text{ لدينا}$$

- بمان $A_0 = N_0 \lambda$ النشاط عند اللحظة $t = 0$ و منه $(0.5) \quad A = A_0 e^{-\lambda t}$

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

البيان عبارة عن مستقيم يقطع محور الترتيب معادلته من الشكل :

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

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

$$(0.25) \quad a = \tan \alpha = \frac{6.9 - 3.9}{0 - 600} = -5 \times 10^{-3} \text{ j} \text{ } ^{-1} \text{ } : \text{ حساب الميل } a$$

- لدينا $A = A_0 e^{-\lambda t}$ بإخال اللوغاريتم النيبيري $\ln$ على طرفي المعادلة

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

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

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

$$(0.25) \quad -5 \times 10^{-3} = -\lambda t \Rightarrow \lambda = 5 \times 10^{-3} \text{ j} \text{ } ^{-1} \text{ } : \text{ حساب } N_0 \text{ عند اللحظة } t = 0$$

ج- حساب N_0 عند اللحظة $t = 0$:

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

د- زمن نصف العمر :

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

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

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

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

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

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

- بتعويض العلاقتين (1) و (2) في علاقة التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

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

$$(0.25) \quad m = 10e^{\frac{-5 \times 10^3}{24} \times 1} = 9.99g$$

لم يتفكك بعد ساعة سوى 0.01g .

التمرين الثالث (06 نقاط) :

1 - المعادلة التفاضلية :

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

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) :

$$(1) \quad \text{و} \quad \text{منه} \quad 0=0 \quad \text{إذا المعادلة المعطاة حل للمعادلة التفاضلية.}$$

3 - وحدة المقدار RC :

بتطبيق علاقة التحليل البعدي :

$$(1) \quad \tau = RC \Rightarrow [\tau] = [RC] \rightarrow \text{وحدة } [\tau] = [RC]$$

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

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

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

إذا وحدة RC هي الثانية S .

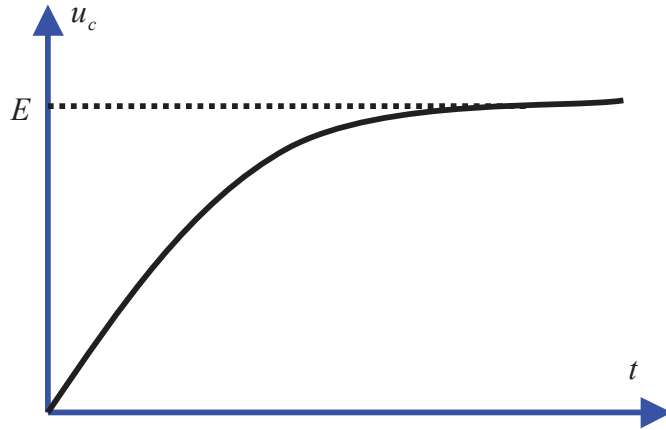
- المدلول العملي لثابت الزمن τ هو معرفة المدة الزمنية اللازمة لشحن المكثفة بنسبة 63%

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

$$\tau = RC = 6 \times 10^{-3} S = 6ms \quad \text{حيث}$$

$t (ms)$	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: (0.5) $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$

- 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 :

$$E_c = \frac{1}{2} C U_c^2 = \frac{1}{2} 1.2 \times 10^{-6} (6)^2 = 2.16 \times 10^{-5} \text{ JOULE}$$

(1) $U_c(\infty) = E = 6V$