

## الموضوع رقم 05

## التمرين رقم 01:

- تفاعل مسحوق الألمنيوم مع محلول حمض كلور الهيدروجين هو تفاعل تام وبطيء.
- عند اللحظة  $t = 0$  نضيف حجما  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول حمض كلور الهيدروجين  $(H_3O^+ + Cl^-)$  تركيزه المولي هو  $C_0 = 6 \times 10^{-2} \text{ mol / L}$  إلى حوجلة عيارية تحوي كتلة  $m_0 = 270 \text{ mg}$  من مسحوق الألمنيوم  $(Al)$ ، ثم نتابع تطور التحول الكيميائي بواسطة قياس الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل.
- الدراسة التجريبية لهذا التحول الكيميائي مكنت من رسم المنحنى  $\sigma = f(t)$  كما هو موضح في الشكل 1.
- تعطى الثنائيتين الداخلتين في التفاعل:  $(H_3O^+ / H_2)$ ،  $(Al^{3+} / Al)$ .
- أكتب معادلة تفاعل أكسدة-إرجاع.
  - أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل، ثم أحسب التقدم الأعظمي  $x_{\max}$  وحدد المتفاعل المحد.
  - بين أن عبارة الناقلية عند اللحظة  $t$  تكتب من الشكل:  $\sigma(t) = \sigma_0 - 1740x(t)$  حيث  $\sigma_0$  هي الناقلية النوعية الابتدائية.
  - بالاعتماد على البيان:
    - استنتج قيمة الناقلية النوعية النهائية  $(\sigma_f)$  للمزيج.
    - بين أنه عند زمن نصف التفاعل  $(t_{1/2})$  تكون الناقلية النوعية للمزيج المتفاعل:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$ ، ثم استنتج زمن نصف التفاعل.
    - أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$ .

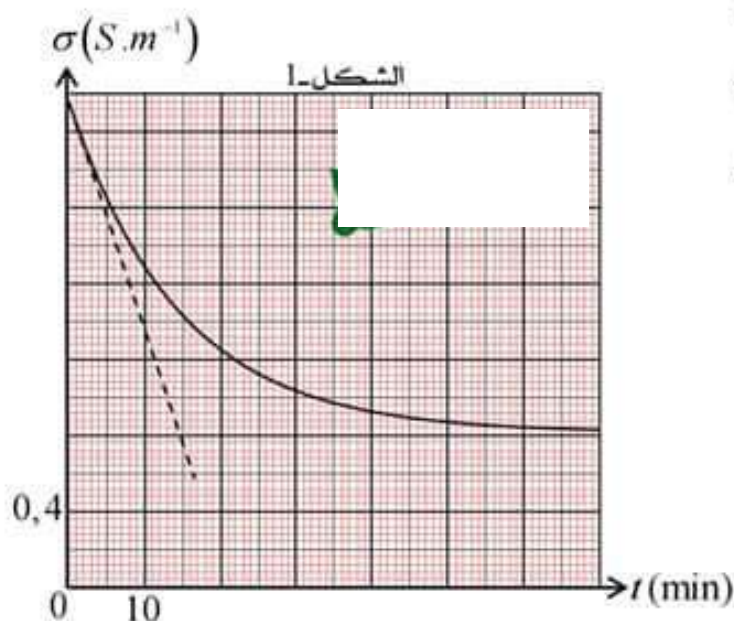
## المعطيات:

$$M(Al) = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(Cl^-) = 7,63 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(H_3O^+) = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(Al^{3+}) = 18 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$



إليك منحني أستون (*Aston*) المبين في الشكل-2 يحوي أربعة أنوية :

- 1- ماذا يمثل ؟ بين أهميته .
- 2 - مثل محور تزايد الاستقرار، ثم ضع عليه النوى الأربعة أسفله مع التعليل .
- 3- النواة  $X_3$  هي نظير لعنصر البلوتونيوم  ${}_{94}Pu$  .  
أجد تركيبها النووي .  
بأحسب قيمة كتلة نواة  ${}_{94}Pu$  بوحدة الكتلة الذرية  $u$  .
- 4- تقذف النواة السابقة بنيوترون بطيئ فتنتشر إلى نواتي التكنيسيوم  ${}_{43}Tc$  والأنتيموان  ${}_{51}Sb$  وتنبعث عددا من النيوترونات.

أ- عرف الانشطار النووي .

ب- اكتب معادلة التفاعل للانشطار النووي الحادث .

ج- احسب الطاقة المحررة  $E_{lib}$  عن هذا التفاعل بوحدة الـ  $MeV$  .

د- استنتج قيمة النقص الكتلي للتفاعل النووي  $\Delta m$  بوحدة الكتلة الذرية  $u$  .

هـ- جد قيمة الطاقة المحررة الكلية  $E_T$  عن انشطار كتلة من نوى البلوتونيوم  ${}_{94}Pu$  قدرها  $m = 10^{-1} kg$  .

5- تمثل النواة  $X_4$  في المخطط نواة الأنشتانيوم  ${}_{99}Es^{248}$  سميت تكريما للعالم ألبرت أنشتاين، تمتاز بنشاط إشعاعي طبيعي حيث تتفكك عينة منه إلى ربعها خلال مدة زمنية قدرها  $54 mois$  معطية نواة الكاليفورنيوم  ${}_{98}Cf^{248}$  .

أ- اكتب معادلة التفكك النووي الحادث مع تحديد طبيعة الجسيمة المنبعثة .

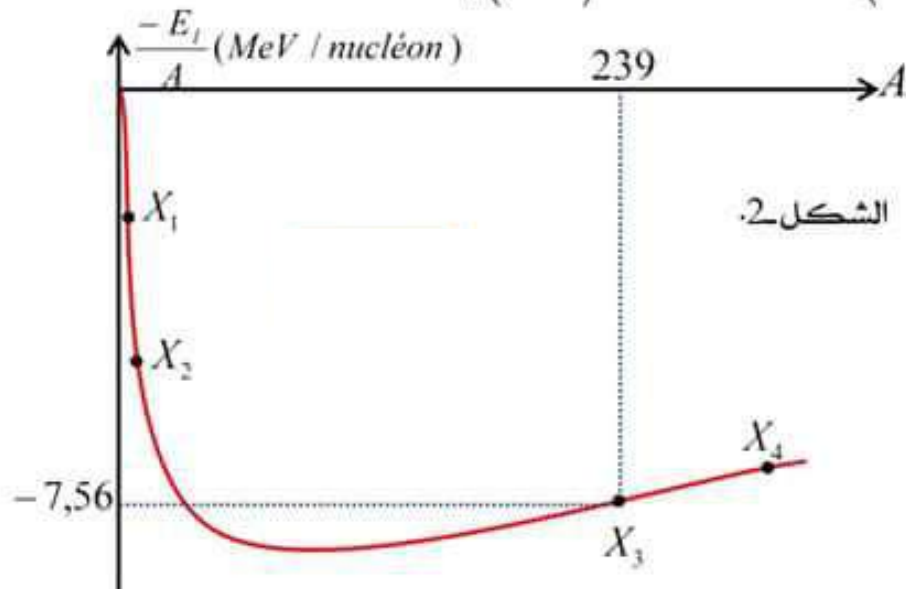
ب- احسب ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  لنواة الأنشتانيوم  ${}_{99}Es^{248}$ ، واستنتج عدد الأنوية الموجودة في عينة نشاطها الإشعاعي  $5,5 \times 10^5 Bq$  .

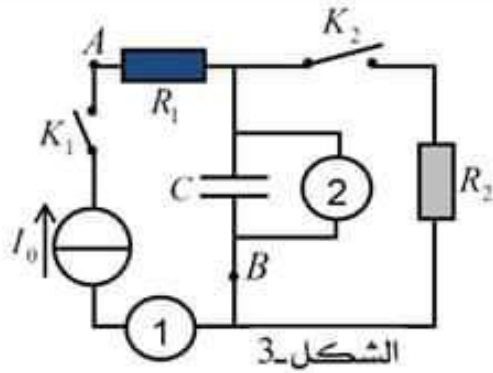
ج- جد قيمة زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  لنواة الأنشتانيوم  ${}_{99}Es^{248}$  .

**المعطيات:**

$$1 mois = 30 j, m_n = 1,0087u, m_p = 1,0073u, 1u = 931,5 \frac{MeV}{c^2}$$

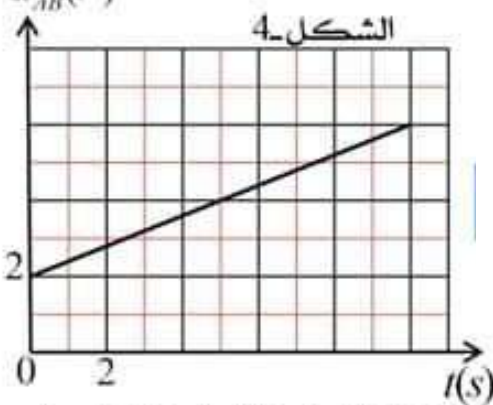
$$E_l({}^{126}Sb) = 1063 MeV, E_l({}^{111}Tc) = 931,9 MeV$$





- نحقق التركيب التجريبي الموضح في الشكل - 3 والذي يتكون من:
- مولد التيار شدته ثابتة  $I_0 = 4 \mu A$ .
  - مكثفة فارغة سعتها  $C$ .
  - ناقلين أميين  $R_1$  و  $R_2$ .
  - ميكرو أمبير متر ( $\mu A$ ) وفولط متر ( $V$ ).
  - أسلاك توصيل وقاطعتان  $K_1$  و  $K_2$ .

$I$  - نترك القاطعة  $K_2$  مفتوحة وعند اللحظة  $t = 0$  نغلق القاطعة  $K_1$  وبواسطة راسم اهتزاز ذي ذاكرة نشاهد البيان لتغيرات التوتر الكهربائي  $u_{AB} = f(t)$  : بدلالة الزمن  $t$  الموضح في الشكل - 4.



- 1- حدد الموضع المناسب لكل من الفولط متر والميكرو أمبير متر.
- 2- اعتمادا على قانون جمع التوترات بين أن:  $u_{AB} = \frac{I_0}{C}t + R_1 I_0$ .
- 3- اعتمادا على البيان  $u_{AB} = f(t)$  جد قيمة:
  - سعة المكثفة  $C$ .
  - مقاومة الناقل الأومي  $R_1$ .

$II$  - عندما يشير الفولط المتر للقيمة  $u_0 = 10 V$  نفتح القاطعة  $K_1$  ثم نغلق القاطعة  $K_2$  في لحظة نعتبرها مبدأ جديد للأزمنة  $t = 0$ .

- 1- أ- اكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي  $u_{R_2}(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R_2$ .
- ب- حل المعادلة التفاضلية يكتب بالشكل:  $u_{R_2}(t) = -u_0 e^{-Bt}$ .

حيث:  $B$  ثابت يطلب تعيين عبارتيه بدلالة  $R_2$  و  $C$ .

ج- استنتج العبارة الزمنية للتوتر الكهربائي  $u_C(t)$  بين طرفي المكثفة  $C$ .

- 2- البيان الموضح في الشكل - 5 يمثل تغيرات الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن  $E_C = g(t)$ .

أ- اكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C(t)$ .

ب- بين أن المعاس عند اللحظة  $t = 0$  للمنحنى  $E_C = g(t)$  يقطع

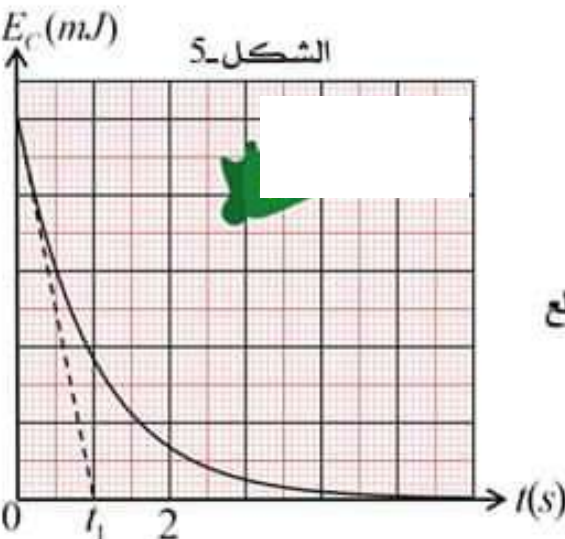
محور الأزمنة عند  $t_1 = \frac{\tau}{2}$ .

حيث:  $\tau$  ثابت الزمن يطلب إيجاد قيمته.

ج- استنتج قيمة الناقل الأومي  $R_2$ .

د- البيان ينقصه سلم لمحور الترتيب، عينه مع التعليل.

هـ- احسب الطاقة المستهلكة بفعل جول عند الناقل الأومي  $R_2$  عند اللحظة  $t_2 = \tau$ .

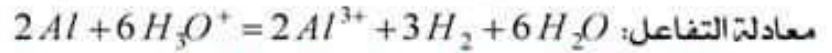
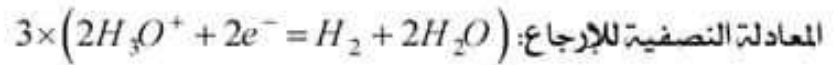
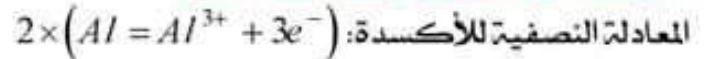


عامل الناس بما رأيته منهم ..... ولا نعاملهم بما سمعته عنهم





1. كتابة معادلة تفاعل أكسدة. ارجاع.



2. جدول التقدم لهذا التفاعل، ثم حساب التقدم الأعظمي  $x_{\max}$  وتحديد المتفاعل المحد.

معادلة التفاعل	$2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$				
الحالة الابتدائية	$n_{01}$	$n_{02}$	0	0	بالزيادة
الحالة الانتقالية	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - 6x$	$2x$	$3x$	بالزيادة
الحالة النهائية	$n_{01} - 2x_{\max}$	$n_{02} - 6x_{\max}$	$2x_{\max}$	$3x_{\max}$	بالزيادة

$$x_{\max} = \frac{n_{01}}{2} = \frac{m}{2M} = \frac{270 \times 10^{-3}}{2 \times 27} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ لدينا: } n_{01} - 2x_{\max} = 0 \text{ ومنه:}$$

$$x_{\max} = \frac{n_{02}}{6} = \frac{C_0 V}{6} = \frac{6 \times 10^{-2} \times 10^{-1}}{6} = 10^{-3} \text{ mol} \text{ ومنه: } n_{02} - 6x_{\max} = 0$$

ومنه: قيمة التقدم الأعظمي  $x_{\max} = 10^{-3} \text{ mol}$  ومنه: المتفاعل المحد هي شوارد  $H_3O^+$ .

3. بين أن عبارة الناقلية عند اللحظة  $t$  تكتب من الشكل:  $\sigma(t) = \sigma_0 - 1740x(t)$

$$\sigma(t) = \lambda(H_3O^+)[H_3O^+] + \lambda(Cl^-)[Cl^-] + \lambda(Al^{3+})[Al^{3+}] \text{ لدينا:}$$

$$\begin{cases} [H_3O^+] = C_0 - \frac{6}{V}x(t) \\ [Al^{3+}] = 2\frac{x(t)}{V} \\ [Cl^-] = C_0 \end{cases} \text{ حيث:}$$

$$\sigma(t) = \lambda(H_3O^+)\left(C_0 - \frac{6}{V}x(t)\right) + \lambda(Cl^-)C_0 + 2\lambda(Al^{3+})\frac{x(t)}{V} \text{ ومنه:}$$

$$\sigma(t) = \left(\lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-)\right)C_0 + \frac{2}{V}\left(\lambda(Al^{3+}) - 3\lambda(H_3O^+)\right)x(t) \text{ وعليه:}$$

حيث:

$$\frac{2}{V}\left(\lambda(Al^{3+}) - 3\lambda(H_3O^+)\right) = \frac{2}{10^{-4}}(18 - 105) \times 10^{-3} = -1740 \text{ و } \sigma_0 = \left(\lambda(H_3O^+) + \lambda(Cl^-)\right)C_0$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 - 1740x(t) \text{ ومنه: (1).....}$$

4. استنتاج قيمة الناقلية النوعية النهائية  $(\sigma_f)$  للمزيج.

من بيان الشكل 1:  $\sigma_f = 0,82 S \cdot m^{-1}$

ب- تبين أنه عند زمن نصف التفاعل ( $t_{1/2}$ ) تكون الناقليّة النوعيّة للمزيج المتفاعل:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$  ، ثم استنتاج زمن نصف التفاعل.

$$\begin{cases} \sigma(t_{1/2}) = \sigma_0 - 1740 x(t_{1/2}) \dots\dots (2) \\ x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} \end{cases} \text{ من العلاقة (1) لما } t = t_{1/2}$$

في نهاية التفاعل تكتب العلاقة (1) من الشكل:  $\sigma_f = \sigma_0 - 1740 x_{\max}$  ومنه:  $\frac{x_{\max}}{2} = \frac{\sigma_0 - \sigma_f}{2 \times 1740}$   
نعوض في العلاقة (2) نجد:  $\sigma(t_{1/2}) = \sigma_0 - 1740 \left( \frac{\sigma_0 - \sigma_f}{2 \times 1740} \right)$  ومنه:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{2\sigma_0}{2} - \left( \frac{\sigma_0 - \sigma_f}{2} \right)$   
إذن:  $\sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$

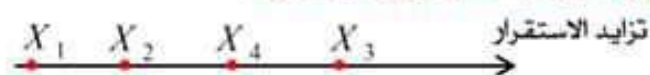
$$t_{1/2} = 10 \text{ min} \text{ نجد من البيان } \sigma(t_{1/2}) = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2} = \frac{2,56 + 0,82}{2} = 1,7 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$$

جـ- أحسب السرعة الحجميّة للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$ .

لدينا: (3)  $v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt}$  حيث:  $\sigma(t) = \sigma_0 - 1740 x(t)$  ومنه:  $x(t) = \frac{1}{1740} (\sigma_0 - \sigma(t))$   
نعوض في العلاقة (3) نجد:  $\frac{dx(t)}{dt} = -\frac{1}{1740} \frac{d\sigma(t)}{dt}$   
 $v_{\text{vol}} = -\frac{1}{1740 V} \frac{d\sigma(t)}{dt} = -\frac{1}{174} \frac{d\sigma(t)}{dt}$  ومنه:  $\left. \frac{d\sigma(t)}{dt} \right|_{t=0} = \frac{2,56 - 1}{0 - 13} = -0,12 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$   
 $v_{\text{vol}} = -\frac{1}{174} \times (-0,12) = 6,89 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

## التمرين رقم 02.

- 1- منحني أستون يمثل تغيرات طاقة الربط لكل نوية بقيمة سالبة بدلالة العدد الكتلي. أهميته: يمكننا من مقارنة مدى استقرار النوى وتفسير إمكانية تحول النوى إلى نوى أخرى. التنبؤ بآلية التحول النووي الحادث هل هو انشطار نووي لنواة ثقيلة أو اندماج نووي لنواة خفيفة.
- 2- ترتيب الأنوية الأربعة حسب تزايد استقرارها.



التعليل: النواة التي لها أكبر طاقة ربط لكل نوية هي أكثر استقرارا.

3- ا. التركيب النووي لنواة البلوتونيوم ( ${}_{94}\text{Pu}$ ).

عدد البروتونات  $Z = 94$  ، عدد النوترونات  $N = A - Z = 239 - 94 = 145$

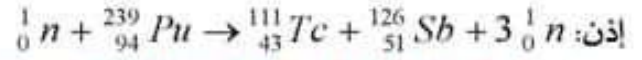
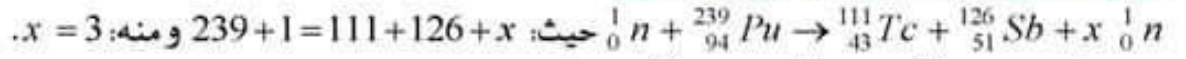
ب- حساب قيمة كتلة نواة ( ${}_{94}\text{Pu}$ ) بوحدة الكتلة الذرية  $u$ .

لدينا:  $E_I = \Delta m \times 931,5 \dots\dots (1)$  من العلاقة (1):  $\Delta m = \frac{E_I}{931,5} = \frac{7,56 \times 239}{931,5} = 1,9397 u$   
 $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m({}_{94}^{239}\text{Pu}) \dots\dots (2)$   
 ومن العلاقة (2):  $m({}_{94}^{239}\text{Pu}) = 94m_p + 145m_n - \Delta m$   
 $m({}_{94}^{239}\text{Pu}) = 94,6862 + 146,2615 - 1,9397$  ومنه:  $m({}_{94}^{239}\text{Pu}) = 239,0080 u$

4- تعريف الانشطار النووي: هو تفاعل نووي مفتعل ، يتم خلاله قذف نواة ثقيلة بنيترين بطيئ فيحولها على نواتين أخف وأكثر استقرارا مع انبعاث عدد معين من النوترونات وتحرير طاقة.



ب- معادلة التفاعل للانحطاط النووي الحادث .



ج- حساب الطاقة المحررة  $E_{lib}$  عن هذا التفاعل بوحدة الـ  $\text{MeV}$  .

$$E_{lib} = E_{I_f} - E_{I_i} = E_I({}_{43}^{111}\text{Tc}) + E_I({}_{51}^{126}\text{Sb}) - E_I({}_{94}^{239}\text{Pu}) = 1063 + 931,9 - 1806,06$$

$$E_{lib} = 188,06 \text{ MeV}$$

د- استنتاج قيمة النقص الكتلي للتفاعل النووي  $\Delta m$  بوحدة الكتلة الذرية  $u$  .

$$\Delta m = \frac{E_{lib}}{931,5} = \frac{188,06}{931,5} = 0,2u \text{ ومنه: } E_{lib} = \Delta m \times 931,5$$

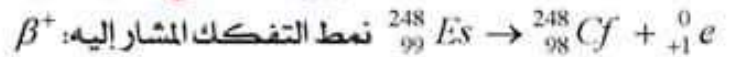
هـ- قيمة الطاقة المحررة الكلية  $E_T$  عن انحطاط كتلة من نوى البلوتونيوم ( ${}_{94}\text{Pu}$ ) قدرها  $m = 10^{-1} \text{ kg}$  .

- حساب عدد الأنوية ( $N$ ) الموجودة في الكتلة  $100 \text{ g}$  :

$$N = \frac{100 \times 1,023 \times 10^{23}}{239} = 2,5 \times 10^{23} \text{ نو} \text{ وعليه: } N = \frac{m N_A}{M} \text{ ومنه: } \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$$\text{ولدينا: } E_T = N E_{lib} = 2,52 \times 10^{23} \times 188,06 = 4,70 \times 10^{25} \text{ MeV}$$

و- كتابة معادلة التفكك النووي الحادث مع تحديد طبيعة الجسيمة المنبعثة .



ب- حساب ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  لنواة الأنشتانيوم  ${}_{99}^{248}\text{Es}$  . استنتاج عدد الأنوية الموجودة في عينة نشاطها

الإشعاعي  $5,5 \times 10^5 \text{ Bq}$  .

$$\text{لدينا: } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \text{ و } N(t) = \frac{N_0}{4} \text{ ومنه: } \frac{1}{4} = e^{-\lambda t} \text{ إذن: } \frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 4}{t} = \frac{\ln 4}{1,4 \times 10^8} = 9,9 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1} \text{ ومنه: } \ln 4 = \lambda t \text{ على الطرفين نجد: } \ln 4 = \lambda t$$

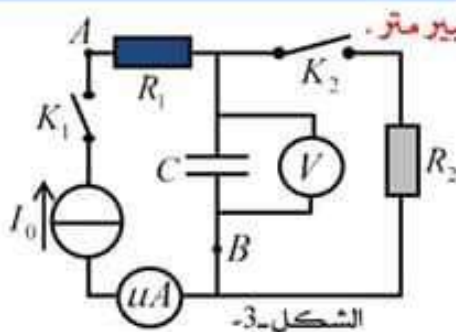
- استنتاج عدد الأنوية الموجودة في عينة نشاطها الإشعاعي  $5,5 \times 10^5 \text{ Bq}$  .

$$\text{نعلم أن: } A = \lambda N \text{ ومنه: } N = \frac{A}{\lambda} = \frac{5,5 \times 10^5}{9,9 \times 10^{-9}} = 5,56 \times 10^{13} \text{ نو}$$

ج- قيمة زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  لنواة الأنشتانيوم  ${}_{99}^{248}\text{Es}$  .

$$\text{لدينا: } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 7 \times 10^7 \text{ s} \text{ ومنه: } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

التمرين رقم 03.



1- تحديد الموضع المناسب لكل من الفولط متر والميكرو أمبير متر .

- الموضع (1) يوافق ميكرو أمبير متر .

- الموضع (2) يوافق الفولط متر .

$$2- \text{تبيان أن: } u_{AB} = \frac{I_0}{C}t + R_1 I_0$$

بتطبيق قانون جمع التوترات:  $u_{AB} = u_C + u_{R_1}$  ولدينا:

$$u_{AB} = \frac{I_0}{C}t + R_1 I_0 \text{ ومنه: } \begin{cases} I_0 = \frac{q}{t} = \frac{Cu_C}{t} \Rightarrow u_C = \frac{I_0}{C}t \\ u_{R_1} = R_1 I_0 \end{cases}$$

3- اعتمادا على البيان  $u_{AB} = f(t)$  ايجاد قيمة :

- سعة المكثفة  $C$  ومقاومة الناقل الأومي  $R_1$ .

البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته:  $u_{AB} = at + b$

$$u_{AB} = 0,4t + 2 \dots (1) \text{ ومنه: } b = 2V \text{ و } a = \frac{6-2}{10} = 0,4V.s^{-1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{I_0}{C} = 0,4 \\ R_1 I_0 = 2 \end{array} \right. \text{ ولدينا مع سبق: (2) } u_{AB} = \frac{I_0}{C}t + R_1 I_0 \dots (2) \text{ من العلاقة (1) و (2) نجد:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C = \frac{I_0}{0,4} = \frac{4 \times 10^{-6}}{0,4} = 10^{-5} F \\ R_1 = \frac{2}{I_0} = \frac{2}{4 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^4 \Omega \end{array} \right. \text{ ومنه:}$$

II- أ- كتابة المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي  $u_{R_2}(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R_2$ .

$$\text{بتطبيق قانون جمع التوترات: } u_C + u_{R_2} = 0 \text{ بالاشتقاق بالنسبة للزمن نجد: } \frac{du_C}{dt} + \frac{du_{R_2}}{dt} = 0$$

$$\text{ومنه: } \frac{du_{R_2}}{dt} + \frac{1}{R_2 C} u_{R_2} = 0 \text{ إذن: } \frac{R_2 i}{R_2 C} + \frac{du_{R_2}}{dt} = 0$$

ب- عبارة الثابت  $B$  بدلالة  $R_2$  و  $C$ .

بالاشتقاق عبارة الحل بالنسبة للزمن نجد:  $\frac{du_{R_2}}{dt} = u_0 B e^{-Bt}$  بتعويض عبارة الحل والمشتقة في المعادلة

$$\text{التفاضلية نجد: } u_0 B e^{-Bt} - \frac{1}{R_2 C} u_0 e^{-Bt} = 0 \text{ ومنه: } \left( B - \frac{1}{R_2 C} \right) u_0 e^{-Bt} = 0$$

$$\text{ومنه: } \left\{ \begin{array}{l} u_0 e^{-Bt} \neq 0 \\ B - \frac{1}{R_2 C} = 0 \end{array} \right. \text{ إذن: } B = \frac{1}{R_2 C}$$

ج- العبارة الزمنية للتوتر الكهربائي  $u_C(t)$  بين طرفي المكثفة  $C$ .

$$\text{من قانون جمع التوترات: } u_C + u_{R_2} = 0 \text{ ومنه: } u_C = -u_{R_2} \text{ إذن: } u_C(t) = u_0 e^{-\frac{1}{R_2 C}t}$$

2- أ- كتابة العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C(t)$ .

$$E_C(t) = \frac{1}{2} C u_C(t)^2$$

$$E_C(t) = \frac{1}{2} C \left( u_0 e^{-\frac{1}{R_2 C}t} \right)^2$$

$$E_C(t) = \frac{1}{2} C u_0^2 e^{-\frac{2}{\tau}t} \text{ حيث: } \tau = R_2 C$$

ب- تبين أن المماس عند اللحظة  $t = 0$  للمنحنى  $E_C = g(t)$  يقطع محور الأزمنة عند  $t_{1/2} = \frac{\tau}{2}$ .

البيان عبارة عن خط مستقيم معادلته:  $E_C(t) = at + b$  حيث  $a$  معامل توجيه المماس عند اللحظة  $t = 0$

$$\text{ومنه: (1) } a = \left. \frac{dE_C}{dt} \right|_{t=0} = -\frac{Cu_0^2}{\tau} \dots\dots\dots$$

$$\text{ومن البيان: (2) } a = \frac{E_C(0) - 0}{0 - t_1} = -\frac{Cu_0^2}{2t_1} \dots\dots\dots$$

$$\text{بالمطابقة بين (1) و (2) نجد: } -\frac{Cu_0^2}{\tau} = -\frac{Cu_0^2}{2t_1} \text{ ومنه: } \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2t_1} \text{ إذن: } t_1 = \frac{\tau}{2}$$

ج- استنتاج قيمة الناقل الأومي  $R_2$ .

$$\text{لدينا: } \tau = R_2 C \text{ ومنه: } R_2 = \frac{\tau}{C} \text{ من البيان: } \tau = 2s \text{ ومنه: } R_2 = \frac{2}{10^{-5}} = 2 \times 10^5 \Omega$$

د- تعيين سلم لمحور الترتيب.

$$E_C(0) = \frac{1}{2} Cu_0^2$$

$$E_C(0) = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times 10^2$$

$$E_C(0) = 0,5 \times 10^{-3} J$$

$$E_C(0) = 0,5 mJ$$

$$\text{لدينا: } 5cm \rightarrow 0,5mJ \text{ ومنه: } 1cm \rightarrow 0,1mJ$$

هـ- حساب الطاقة المستهلكة بفعل جول عند الناقل الأومي  $R_2$  عند اللحظة  $t = \tau$ .

$$\text{عند اللحظة } t = \tau : E_C(\tau) = 0,065mJ \text{ و } E_C(0) = 0,5mJ$$

$$\text{ومنه: } E'(\tau) = E_C(0) - E_C(\tau) \text{ (الطاقة المستهلكة بفعل جول)}$$

$$E'(\tau) = 0,5 - 0,065 \text{ ومنه: } E'(\tau) = 0,435mJ$$