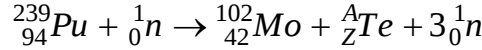


التمرين الأول: (10 نقطة)

I- يعتمد إنتاج الطاقة في بعض المفاعلات النووية على انشطار البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$. معادلة أحد تفاعلات الانشطار التي تحدث هي:



1- أ- عرف تفاعل الانشطار النووي.

ب- بتطبيق قانوني الانحفاظ لصودي حدد قيمتي A و Z .

2- احسب الطاقة المحررة E_{lib} من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$ بوحدة MeV .

3- احسب الطاقة المحررة من انشطار 1kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$.

4- يستهلك المفاعل النووي 10^3kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$ في كل سنة باستطاعة كهربائية قدرها $P = 9 \times 10^8\text{W}$.

- احسب r المردود الطاقوي للمفاعل النووي.

5- الديناميت مادة كيميائية تستعمل في أعمال الهدم وشق الطرقات في الجبال، عند انفجاره يحرر طاقة مشابهة لطاقة انشطار

البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$. علما أن: 1kg من الديناميت يحرر طاقة قدرها $7,5 \times 10^6\text{J}$.

- احسب كتلة الديناميت التي تحرر نفس الطاقة التي يحررها انشطار 1kg من البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$.

II- إن الأنوية الناتجة عن تفاعل الانشطار هي أنوية مشعة، من بين هذه الأنوية نواة السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ المشعة β^- .

- عن اللحظة $t = 0$ عينة من السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ كتلتها m_0 ، تصبح كتلة هذه العينة $m(t) = \frac{m_0}{8}$ بعد مدة زمنية قدرها 90ans يتفكك

السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ إلى باريوم $^{137}_{56}\text{Ba}$. علما أن نواة $^{137}_{56}\text{Ba}$ تنتج في حالة مثارة.

1- أ- ما معنى تنتج نواة باريوم مثارة.

ب- اكتب معادلة تفكك السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$.

ت- احسب زمن نصف العمر $t_{1/2}$ للسيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$.

2- يتسرب السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ من أماكن إجراء التجارب النووية، فيصيب الخضار والفواكه، الحيوان والإنسان عن طريق دورة التغذية

في جانفي 2018 وفي أحد مستودعات مصنع خل التفاح وجد قارورة خل مكتوب على بطاقتها "تاريخ الصنع جانفي 1990"، قام تقني بقياس

نشاط السيزيوم $^{137}_{55}\text{Cs}$ فيها فكان 400mBq .

أ- احسب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 .

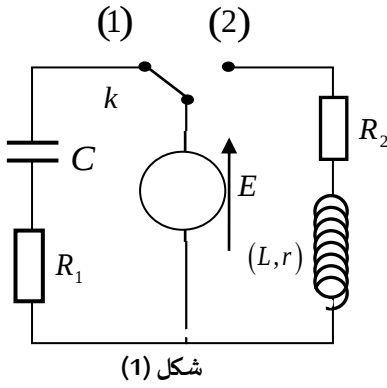
ب- احسب عدد الجسيمات β^- المنبعثة من القارورة منذ تاريخ الصنع حتى تاريخ القياس.

المعطيات: $N_A = 6,02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ ، $1\text{u} = 931,5\text{MeV}/c^2$ ، $m({}^1_0\text{n}) = 1,00866\text{u}$ ، $m({}^{102}_{42}\text{Mo}) = 101,88836\text{u}$

، $1\text{MeV} = 1,6 \times 10^{-13}\text{J}$ ، $m({}^{239}_{94}\text{Pu}) = 239,052\text{u}$ ، $m({}^A_Z\text{Te}) = 134,89445\text{u}$

التمرين الثاني: (10 نقطة)

لتحديد السعة C لمكثفة ومميزتي (L, r) للوشية نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) والذي يتكون من:



• مولد توتر قوته المحركة الكهربائية E .

• مكثفة غير مشحونة سعتها C .

• وشية ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r .

• ناقلا أوميان R_1 و R_2 متماثلان حيث: $R_1 = R_2 = 40\Omega$.

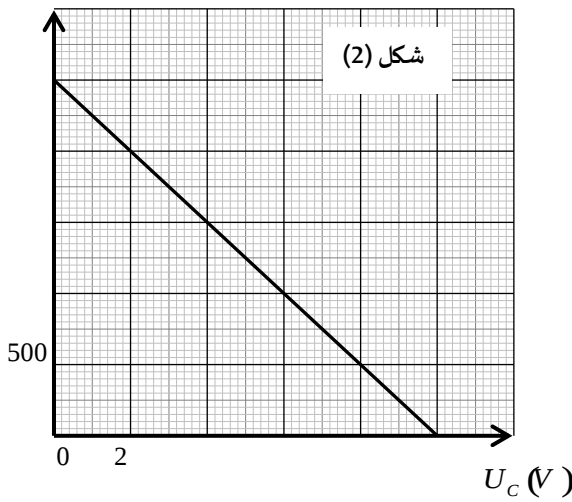
• بادلة k وأسلاك توصيل.

1- عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة k في الوضع (1):

1- أعد رسم الدارة مع تحديد جهة كل من التيار الكهربائي i وتمثيل أسهم جهة التوتر الكهربائي.

2- الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم المنحنى البياني $\frac{dU_C}{dt} = f(U_C)$ الموضح في الشكل (2):

$$\frac{dU_C}{dt} (V \cdot s^{-1})$$



أ- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة تكتب بالشكل:

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_1} U_C(t) = \frac{E}{\tau_1}$$

حيث τ_1 ثابت الزمن يطلب إيجاد عبارته بدلالة مميزات الدارة.

ب- بين أن: $U_C(t) = E \left(1 - e^{-t/\tau_1} \right)$ حل للمعادلة التفاضلية.

ت- اعتمادا على بيان شكل (2) أوجد قيمة كل من E و τ_1 .

ث- استنتج قيمة سعة المكثفة C .

ج- احسب قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة في النظام الدائم.

II- عند لحظة نعتبرها مبدأ جديد للأزمنة $t = 0$ نرجح البادلة k إلى الوضع (2):

1- أوجد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار $i(t)$.

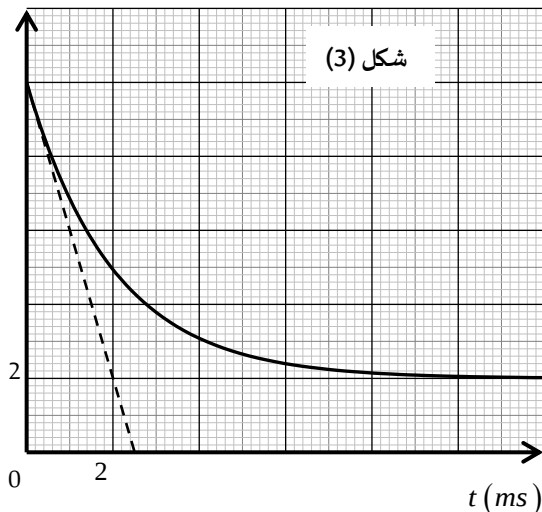
2- بين أن العبارة: $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-t/\tau_2} \right)$ حل للمعادلة التفاضلية.

حيث: I_0 شدة التيار الأعظمي في النظام الدائم.

3- بين أن عبارة التوتر بين طرفي الوشية تكتب على الشكل: $U_b(t) = R_2 I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} + r I_0$

4- الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم المنحنى البياني $U_b = g(t)$ الشكل (3).

$$U_b (V)$$



أ- اعتمادا على البيان أوجد:

– شدة التيار الأعظمي I_0 المار في الدارة.

– قيمة ثابت الزمن τ_2 .

– قيمة كل من الذاتية L والمقاومة r .

ب- احسب قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشية في النظام الدائم.

تصحيح الاختبار الأول

التمرين 01: (10 نقطة)

1-1- أ- تعريف الانشطار النووي *Fission* هو تفاعل نووي مفتعل، نقذف فيه نواة ثقيلة بـ بروتون بطيء فتنقسم إلى نواتين خفيفتين نسبياً

⟨0,5⟩...

وأكثر إستقراراً من النواة المنشطرة. ويرافق هذا التفاعل النووي تحرير طاقة ونيوترونات

⟨0,5⟩...

$$239 + 1 = 102 + A + 3 \times 1 \Rightarrow A = 135$$

ب- تحديد قيمتي A و Z بتطبيق قانوني الانحفاظ لصدوي:

$$94 + 0 = 42 + Z \Rightarrow Z = 52$$

2- حساب الطاقة المحررة E_{lib} من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 بوحدة MeV: $E_{lib} = (m_i - m_f) C^2$

⟨1⟩...

$$E_{lib} = \left[m \left({}^{239}_{94}\text{Pu} \right) + m \left({}^1_0\text{n} \right) - m \left({}^{102}_{42}\text{Te} \right) - m \left({}^{137}_{52}\text{Ba} \right) - 3 \times m \left({}^1_0\text{n} \right) \right] C^2$$

$$E_{lib} = [239,052 + 1,00866 - 134,89445 - 101,88836 - 3 \times 1,00866] C^2 = 234,61 \text{ MeV}$$

3- حساب الطاقة المحررة من انشطار 1kg من البلوتونيوم 239: $E_{lib(T)} = N \cdot E_{lib} = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot E_{lib}$

⟨1⟩...

$$E_{lib(T)} = \frac{1.10^3}{239} \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 234,61 = 5,909 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

4- حساب مردود التفاعل النووي r : $r = \frac{E_{ele}}{E_{lib(T)}} \times 100 = \frac{P \cdot \Delta t}{E_{lib(T)}} \times 100$

⟨1⟩...

$$\Rightarrow r = \frac{9 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600}{5,909 \times 10^{29} \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-13}} \times 100 = 30\%$$

5- حساب كتلة الديناميت التي تحرر نفس الطاقة التي يحررها انشطار 1kg من البلوتونيوم 239 Pu:

⟨1⟩...

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ kg} \rightarrow 7.5 \times 10^6 \text{ J} \\ m \text{ (kg)} \rightarrow E_{lib(T)} = 5,909 \times 10^{26} \text{ MeV} = 5,909 \times 10^{26} \times 1,6 \times 10^{-13} \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow m = \frac{5,909 \times 10^{26} \times 1,6 \times 10^{-13}}{7.5 \times 10^6} = 1,26 \times 10^7 \text{ j}$$

⟨0,5⟩...

1-1- أ- معنى نواة باريوم ${}^A_Z\text{Ba}$ مثارة: تصدر معها إشعاعات γ .

⟨0,5⟩...

ب- معادلة التفكك: ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}\text{e} + \gamma$

⟨1⟩...

ت- حساب زمن نصف العمر $t_{1/2}$: $m(t) = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{8} \Rightarrow \frac{1}{8} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \Rightarrow -\ln 8 = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2 t}{\ln 8} = \frac{\ln 2 \times 90}{\ln 8} = 30 \text{ ans}$

⟨0,5⟩...

2- أ- حساب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A_0 = A(t) e^{\lambda t}$

⟨1⟩...

$$\Rightarrow A_0 = A(t) e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} = 400 e^{\frac{\ln 2}{30} \times 28} = 760 \text{ mBq} \quad t = 2018 - 1990 = 28 \text{ ans}$$

⟨0,5⟩...

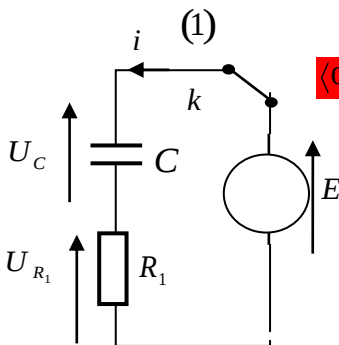
ب- احسب عدد الجسيمات β^- المنبعثة: $A(t) = \lambda N(t) \Rightarrow A(t) = \lambda (N_0 - N_d(t))$

⟨1⟩...

$$N_d(t) = \frac{\lambda N_0 - A(t)}{\lambda} \Rightarrow N_d(t) = \frac{(A_0 - A(t)) t_{1/2}}{\ln 2} = \frac{(760 - 400) \times 10^{-3} \times 30 \times 365 \times 24 \times 3600}{\ln 2} = 4,93 \times 10^8 \text{ corpu}$$

التمرين 02: (10 نقطة)

1-1- مخطط الدارة.



⟨0,75⟩...

2- أ- المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي U_C بين طرفي المكثفة:

$$u_{R_1}(t) + u_C(t) = E \Rightarrow R_1 i(t) + u_C(t) = E$$

⟨1⟩...

$$R_1 \cdot \frac{dq(t)}{dt} + u_C(t) = E \Rightarrow R_1 C \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = E$$

⟨0,25⟩...

$$\text{ومنه: } \tau_1 = R_1 C \quad \text{حيث: } \frac{du_C(t)}{dt} + \left(\frac{1}{R_1 C} \right) u_C(t) = \frac{E}{R_1 C}$$

ب- تبين أن $U_C(t) = E \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right)$ حل للمعادلة التفاضلية: ونعوض في المعادلة التفاضلية نجد:

$$\langle 0,5 \rangle \dots \frac{E}{\tau_1} e^{-t/\tau_1} + \frac{1}{\tau_1} \cdot E \left(1 - e^{-t/\tau_1}\right) - \frac{E}{\tau_1} = 0 \Rightarrow \left\langle \frac{E}{\tau_1} e^{-t/\tau_1} + \frac{1}{\tau_1} E - \frac{E}{\tau_1} e^{-t/\tau_1} - \frac{E}{\tau_1} = 0 \right\rangle$$

ت- إيجاد قيمة كل من τ_1 و E : معادلة البيان من الشكل (1): $\frac{dU_C}{dt} = aU_C + 2500$ (1) حيث: $a = -250s^{-1}$ معامل توجيه البيان

$$\langle 0,5 \rangle \dots \frac{dU_C(t)}{dt} = -\left(\frac{1}{\tau_1}\right)U_C(t) + \frac{E}{\tau_1} \dots (2)$$

$$\langle 1 \rangle \dots \left\langle \begin{aligned} a = \frac{1}{\tau_1} = 2500s^{-1} \Rightarrow \tau_1 = \frac{1}{250} = 4 \times 10^{-3}s = 4ms \\ \frac{E}{\tau_1} = 2500 \Rightarrow E = \tau_1 \times 2500 = 10V \end{aligned} \right\rangle \text{ بمطابقة (1) و (2) نجد:}$$

$$\langle 0,5 \rangle \dots \tau_1 = R_1 C \Rightarrow C = \frac{\tau_1}{R_1} = \frac{4 \times 10^{-3}}{40} = 10^{-4} F \quad \text{ث- استنتج قيمة سعة المكثفة } C$$

$$\langle 0,5 \rangle \dots E_{C_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 = \frac{1}{2} \cdot (10^{-4}) \cdot (10)^2 = 5 \times 10^{-3} J \quad \text{ج- حسب قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة:}$$

II-1- المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار $i(t)$: حسب قانون جمع التوترات نجد: $u_{R_2}(t) + u_b(t) = E$

$$\langle 1 \rangle \dots L \cdot \frac{di(t)}{dt} + (R_2 + r) \cdot i(t) = E \Rightarrow \left\langle \frac{di(t)}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) \cdot i(t) = \frac{E}{L} \Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2} i(t) = \frac{I_0}{\tau_2} \right\rangle$$

2- تبين أن $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-t/\tau_2}\right)$ حل للمعادلة التفاضلية: ونعوض في المعادلة التفاضلية نجد:

$$\langle 0,5 \rangle \dots \frac{I_0}{\tau_2} e^{-t/\tau_2} + \frac{I_0}{\tau_2} \left(1 - e^{-t/\tau_2}\right) - \frac{I_0}{\tau_2} = 0 \Rightarrow \left\langle \frac{I_0}{\tau_2} e^{-t/\tau_2} + \frac{I_0}{\tau_2} - \frac{I_0}{\tau_2} e^{-t/\tau_2} - \frac{I_0}{\tau_2} = 0 \right\rangle$$

3- تبين بين أن عبارة التوترين طرفي الوشيعة تكتب على الشكل $U_b(t) = R_2 I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} + r I_0$

لدينا: $\frac{di(t)}{dt} = \frac{I_0}{\tau_2} \cdot e^{-t/\tau_2} = \frac{(R+r)I_0}{L} \cdot e^{-t/\tau_2} \Leftrightarrow i(t) = I_0 \left(1 - e^{-t/\tau_2}\right)$ ونعوض في عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة

$$\langle 0,5 \rangle \dots U_b(t) = r I_0 - r I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} + r I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} + R_2 I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} \quad \text{نجد:} \quad U_b(t) = r i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

$$\text{ومنه: } U_b(t) = R_2 I_0 \cdot e^{-t/\tau_2} + r I_0$$

4- أشدة التيار الأعظمي I_0 المار في الدارة: من قانون جمع التوترات وفي النظام الدائم $u_{R_2}(\infty) + u_b(\infty) = E \Leftrightarrow I_0 = C^{te}$

$$\langle 1 \rangle \dots u_{R_2}(\infty) = R_2 I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{u_{R_2}(\infty)}{R_2} = \frac{8}{40} = 0,2 A \quad \text{ومن قانون أوم: } u_{R_2}(\infty) = E - u_b(\infty) \Rightarrow \langle u_{R_2}(\infty) = 10 - 2 = 8V \rangle$$

- قيمة ثابت الزمن τ_2 : بيانها $\tau_2 = 2ms$ $\langle 0,5 \rangle \dots$

$$\langle 0,5 \rangle \dots u_b(\infty) = r I_0 + L \frac{di_0}{dt} = 2V \Rightarrow r = \frac{u_b(\infty)}{I_0} = \frac{2}{0,2} = 10\Omega \quad \text{لدينا في النظام الدائم } r \text{ المقاومة و } L \text{ الذاتية}$$

$$\langle 0,5 \rangle \dots \tau_2 = \frac{L}{R_2 + r} \Rightarrow L = \tau_2 (R_2 + r) = 2 \times 10^{-3} (40 + 10) = 0,1H$$

$$\langle 0,5 \rangle \dots E_{L_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2 = \frac{1}{2} \cdot (0,1) \cdot (0,2)^2 = 2 \times 10^{-3} J \quad \text{ب- حساب قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة:}$$