BAC 2021

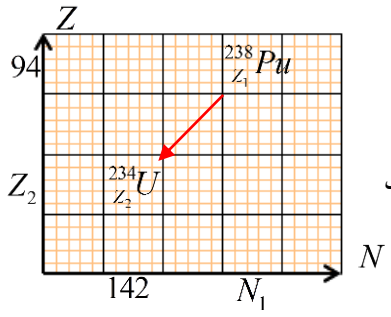
سلسلة وحدة التحولات النووية

BAC 2021

التمرين رقم 01 :

الجزء الأول: نواة البلوتونيوم (238) مشعة تتميز بثابت نشاط اشعاعي $\left(\lambda = 2,5.10^{-10}\,s^{-}\right)$ تتفكك تلقائيا لتنتج نواة اليورانيوم (234)

الدراسة النظرية مكنتنا من رسم المخطط $(N-Z)$ المبين في الشكل المقابل.



1-حدد خصائص النشاط الاشعاعي.

2-اعتمادا على مخطط الشكل المقابل أ-حدد التركيب النووي لكل نواة.

ب-ما نمط التفكك النووي الحادث. ج-استنتج معادلة التفكك للتحول النووي التلقائي الحادث

3-لدينا في اللحظة $(t=0)$ عينة من البلوتونيوم (238) نشاطها الاشعاعي $A_0 = 6,34.10^{10}\,Bq$

أ-أكتب قانون التناقص الاشعاعي $N(t)$ ثم بين أن قانون النشاط الاشعاعي $A(t)$ يكتب بالشكل $A(t) = \lambda N(t)$ حيث $N(t)$ عدد الأنوية المشعة المتبقية عند اللحظة (t)

ب-أحسب كتلة العينة المشعة الابتدائية (m_0)

جـ-أحسب كتلة العينة المتبقية بعد ساعة.

د-بين أن عبارة زمن نصف العمر تكتب من الشكل $\left(t_{1/2} = 0,69.\lambda^{-}\right)$ ثم جد قيمة $(t_{1/2})$

الجزء الثاني: من نظائر اليورانيوم نجد $\left(^{235}_{92}U\right)$ الذي تحدث له عملية انشطار نووي حسب معادلة التفاعل النووية التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{A}_{Z}X$$

1-عرف الانشطار النووي. وماذا تتوقع حدوثه لو لا يتم مراقبة التحول بفصل او توقيف النيترونات المحررة

2-جد قيمة كل من (A) و (z) ثم حدد الجسيم $^{A}_{Z}X$

3-احسب النقص في الكتلة $|\Delta m|$ لهذا التحول، ثم استنتج الطاقة المحررة E_{lib} من هذا الانشطار

4-أحسب قيمة الطاقة المحررة عن انشطار كتلة قدرها $1kg$ من اليورانيوم.

$M(^{238}Pu) = 238g/mol, m(^{235}_{92}U) = 234,9159u, M(^{235}_{92}U) = 235g/mol, N_A = 6,02.10^{23}\,mol^{-}$

معطيات

$m(^{140}Xe) = 139,8920u, m(^{1}_{0}n) = 1,0086u, 1u = 931,5Mev/C^2$

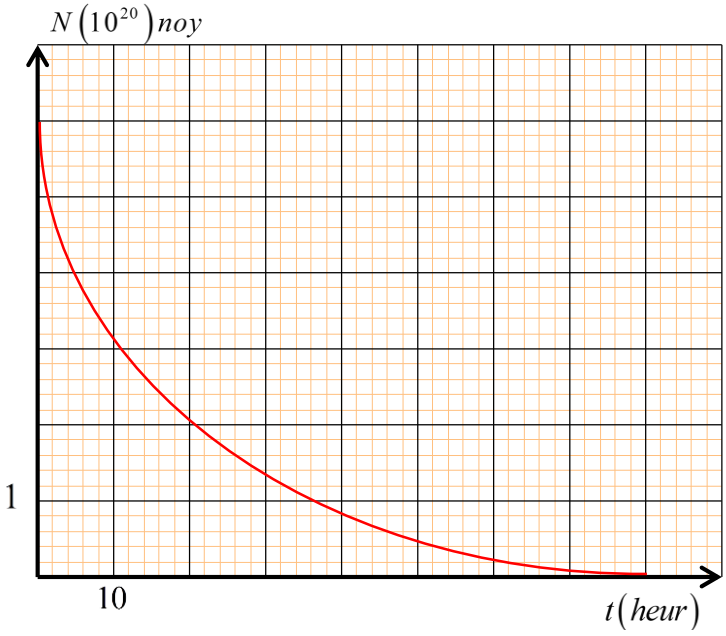
$m(^{94}Sr) = 93,8934u, m(^{1}_{1}p) = 1,0073u, 1Mev = 1,6.10^{-13}\,j$

التمرين رقم 02 :

لعنصر الصوديوم عدة نظائر منها $\left(^{24}_{11}Na\right)$ نظير مشع نعتبر في اللحظة $(t=0)$ عينة منه كتلتها (m_0).

1-ما المقصود بـ النظائر – النواة المشعة.

2-سمحت متابعة النشاط الاشعاعي لعينة من النواة $\left(^{24}_{11}Na\right)$ من رسم المنحنى $N(^{24}_{11}Na) = f(t)$ الموضح في الشكل المقابل حيث $N(^{24}_{11}Na)$ يمثل عدد الأنوية المتبقية الموجودة في العينة في اللحظة (t)



أ-بالاعتماد على البيان أوجد المقادير التالية:

$m_0, \lambda, t_{1/2}, N_0(^{24}_{11}Na)$

ب-أحسب نشاط العينة عند اللحظة $(t = 30h)$.

3-ان تفكك النواة $\left(^{24}_{11}Na\right)$ يعطي نواة ابن $\left(^{A}_{Z}X\right)$ وجسيم $\left(\beta^{-}\right)$

أ-أكتب معادلة التفكك النووي وتعرف على $\left({}^{A}_{Z}X\right)$ من بين الأنوية التالية: $\left({}_{12}Mg, {}_{10}Ne, {}_{13}Al\right)$

ب-هل يمكن أن يحدث لنواة الصوديوم التفكك ألفا؟ علل.

4-أ-ذكر بقانون التناقص الاشعاعي ثم بين أنه يمكن كتابة عبارة كتلة العينة في أي لحظة بالشكل: $\left(m(t) = m_0.e^{-\lambda t}\right)$

ب-ماهي المدة الزمنية اللازمة لتفكك (80%) من كتلة العينة الابتدائية. يعطى لك $\left(N_A = 6,02.10^{23} mol^{-}\right)$

التمرين رقم 03 :

I-تنشطر نواة اليورانيوم 235 عند قذفها بنيترون بطيء، وفق التفاعل ذي المعادلة: ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{A}_{40}Zr + {}^{138}_{Z}Te + 3{}^{1}_{0}n$

بهدف دراسة هذا التفاعل النووي نأخذ عينة من اليورانيوم 235 كتلتها $(m = 1g)$

1-أعط تركيب نواة اليورانيوم.

2-عرف تفاعل الانشطار.

3-حدد قيمة كل من Z, A مبرزا قوانين الإنحفاظ المستعملة في ذلك ثم أعد كتابة المعادلة السابقة.

4-تستخدم عادة النيترونات في قذف أنوية اليورانيوم بدل البروتونات، علل.

5-فسر الطابع التسلسلي لهذا التفاعل، مستعينا بمخطط توضيحي.

6-أحسب طاقة الربط لكل من النواتين ${}^{235}_{92}U$ و ${}^{A}_{40}Zr$. أيهما أكثر استقرارا؟

7-أحسب قيمة الطاقة المحررة E_{lib} من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235. ثم استنتج الطاقة المحررة لانشطار $(m = 1g)$

II-يستعمل اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$ كوقود في محركات غواصة حيث يعمل مفاعلها النووي على إنتاج الطاقة من انشطار اليورانيوم حسب التفاعل السابق وذلك بمردود $(30\ \%)$ ، تقدر استطاعة هذا المفاعل النووي $P = 20\ MW$.

- احسب كتلة اليورانيوم 235 التي يستهلكها مفاعل الغواصة خلال أسبوع دون انقطاع.

المعطيات:

$m\left({}^{235}U\right) = 234,9935\,u$; $m\left({}^{138}Te\right) = 137,9007\,u$; $m\left({}^{A}Zr\right) = 94,8861\,u$; $m_n = 1,0087\,u$; $m_P = 1,0073\,u$

$1u = 931,5\,MeV\ /c^2$; $N_A = 6,023\times10^{23} mol^{-1}$; $1MeV = 1,6\times10^{-13}\,joul$.

حلول سلسلة التحولات النووية

التمرين رقم 01 :

الجزء الأول:

1-خصائص النشاط الإشعاعي: تلقائي (لا يتأثر بالشروط الخارجية) وعشوائي (لا يمكن توقع معدل التفكك) وحتمي (لا يمكن إيقاف التفكك لعينة مشعة)

2-أ-تحديد التركيب النووي لكل نواة.

بالنسبة لنواة البلوتونيوم $\left({}^{A_1}_{Z_1}Pu\right)$ العدد الكتلي $A_1 = 238$ والرقم الذري $Z_1 = 94$ معناه أن عدد النيترونات $N_1 = A_1 - Z_1 = 238 - 94 = 144$ ونكتب $\left({}^{238}_{94}Pu\right)$

بالنسبة لنواة اليورانيوم $\left({}^{A_2}_{Z_2}U\right)$ العدد الكتلي $A_2 = 234$ والرقم الذري $Z_2 = 92$ معناه أن عدد النيترونات $N_2 = A_2 - Z_2 = 234 - 92 = 142$ ونكتب $\left({}^{234}_{92}U\right)$

ب-نمط التفكك النووي الحادث هو (α) لأن كل من عدد النيترونات وعدد البروتونات نقصت بـ 2 وأيضا النواة ثقيلة $(A > 82)$

جـ-استنتاج معادلة التفكك للتحول النووي التلقائي الحادث بالاعتماد على قانونا الانحفاظ ${}^{238}_{94}Pu \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{4}_{2}He$

3-أ-قانون التناقص الاشعاعي $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$ حيث $N(t)$ عدد الأنوية المتبقية في لحظة (t) و N_0 عدد الأنوية الابتدائية

ايجاد قانون النشاط الاشعاعي $A(t)$

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{d\left(N_0.e^{-\lambda.t}\right)}{dt} = \lambda.N_0.e^{-\lambda.t} = \lambda.N(t)$$

ب-حساب كتلة العينة المشعة الابتدائية (m_0)

$$m_0 = \frac{N_0.M}{N_A} = \frac{A_0.M}{\lambda.N_A} = \frac{6,34.10^{10}.238}{2,5.10^{-10}.6,02.10^{23}} = 0,1g = 10^{-1}\,g$$

جـ-حساب كتلة العينة المتبقية بعد ساعة

$$m(t) = m_0.e^{-\lambda.t} \Rightarrow m(1h) = m_0.e^{-\lambda.t}$$

$$m(1h) = 0.1.e^{-2,5.10^{-10}.3600s} = ...g$$

د-عبارة زمن نصف العمر نعلم أن $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$ وعند اللحظة $\left(t = t_{1/2}\right)$ نجد $N(t_{1/2}) = N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}$

ونعلم أن $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ ومنه $\left(\frac{N_0}{2} = N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}\right)$ بعد التبسيط نجد أن $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 0,69.\lambda^{-}$

قيمة $(t_{1/2})$ من العلاقة السابقة $t_{1/2} = 0,69.\lambda^{-} = 0,69.(2,5.10^{-10})^{-1} = 2,76.10^{9}\,s$

الجزء الثاني:

1-تعريف الانشطار النووي هو تحول نووي مفتعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة انشطارية بنيترون بطيء لتنتج نواتين أخف منها وانبعاث نيترونات وطاقة كبيرة وإذا لم نراقب التحول فانه يحدث سلسلة انشطارات وتنتهي بانفجارات خطيرة

2-ايجاد قيمة كل من A وZ ثم حدد الجسيم $\left({}^{A}_{Z}X\right)$

باستعمال قانونا الانحفاظ $(Z = 0)$ و $(A = 1)$ الجسيم عبارة عن نيترون ${}^{1}_{0}n$

3-احسب النقص في الكتلة $|\Delta m|$ **لهذا التحول**

$$|\Delta m| = \left[m\left({}^{235}_{92}U\right) + m\left({}^{1}_{0}n\right)\right] - \left[m\left({}^{94}_{38}Sr\right) + m\left({}^{140}_{54}Xe\right) + 2m\left({}^{1}_{0}n\right)\right]$$

$$|\Delta m| = [234,9159 + 1,0086] - [93,8934 + 139,8920 + 2.1,0086] = 235,9245 - 235,8026 = 0,1219u$$

استنتاج قيمة الطاقة المحررة E_{lib} **عن انشطار نواة واحدة من اليورانيوم.**

$$E_{lib} = |\Delta E| = |\Delta m|.931 = 0,1219.931 = 113,54Mev$$

4-قيمة الطاقة المحررة عن انشطار كتلة قدرها $1kg$ **من اليورانيوم.**

$$E_{lib}(1kg) = N.E_{lib} = \frac{m}{M}.N_A.E_{lib} = \frac{1000}{235}.6,02.10^{23}.113,54 = 2,90.10^{26}\,Mev$$

التمرين رقم 02 :

1-تعريف النظائر: هي مجموعة الأنوية من نفس النوع التي تتشابه في العدد الذري Z وتختلف في العدد الكتلي A

النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتتحول الى نواة أكثر استقرارا بواسطة النشاط الاشعاعي

2-أ-إيجاد المقادير بيانيا:

حساب $N_0(^{24}_{11}Na)$ من خلال البيان وعند الزمن $(t=0)$ نجد $N_0(^{24}_{11}Na)=6.10^{20}noy$

حساب زمن نصف العمر $(t_{1/2})$ من البيان هو زمن نصف القيمة الابتدائية $t_{1/2}=t\left(\frac{N_0}{2}\right)=t\left(\frac{6.10^{20}}{2}\right)=t\left(3.10^{20}\right)=11h$

حساب (λ) من خلال القانون نجد $t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{\ln 2}{t_{1/2}}=\frac{0,69}{11.3600}=1,74.10^{-5}s$

حساب m_0 من القانون $m_0=\frac{N_0.M}{N_A}=\frac{6.10^{20}.24}{6,02.10^{23}}=0,023g$

ب-أحسب نشاط العينة عند اللحظة $t=30h$.

باستعمال القانون $A(t)=\lambda.N(t)$ معناها أن $A(30h)=\lambda.N(30h)$ وباستعمال البيان نجد قيمة $N(30h)=1.4.10^{20}noy$

اذن $A(30h)=N(30h).\lambda=1,4.10^{20}.1,74.10^{-5}=2,43.10^{15}Bq$

3-أ-كتابة معادلة التفكك النووي نكتب من الشكل $^{24}_{11}Na\rightarrow{}^{A}_{Z}X+{}^{0}_{-1}e$ حيث باستعمال قانونا الانحفاظ نجد أن

$A=24,Z=12$ اذن النواة هي $^{24}_{12}Mg$ اذن $^{24}_{11}Na\rightarrow{}^{24}_{12}Mg+{}^{0}_{-1}e$

ب-هل يمكن أن يحدث لنواة الصوديوم التفكك ألفا؟ علل. لا لأنها تعتبر من الأنوية الخفيفة $(Z<82)$

4-أ-قانون التناقص الاشعاعي $N(t)=N_0.e^{-\lambda.t}$ حيث $N(t)$ عدد الانوية المتبقية و N_0 الابتدائية و λ ثابت التفكك

برهان العلاقة $m(t)=m_0.e^{-\lambda t}$ من خلال قانون التناقص الاشعاعي $N(t)=N_0.e^{-\lambda.t}$

ونعلم أن $N_0=\frac{m_0}{M}.N_A$ و $N(t)=\frac{m(t)}{M}.N_A$ بالتعويض نجد $\frac{m(t)}{M}.N_A=\frac{m_0}{M}.N_A.e^{-\lambda t}\Rightarrow m(t)=m_0.e^{-\lambda t}$.

ب-المدة الزمنية اللازمة لتفكك 80% **من كتلة العينة الابتدائية:**

تفكك 80% من كتلة العينة الابتدائية يعني أنه يتبقى 20% منها أي $m(t)=20\%m_0$ يعني $\frac{m(t)}{m_0}=20\%=0,02$

من خلال العلاقة $m(t)=m_0.e^{-\lambda t}$ نجد:

$$m(t)=m_0.e^{-\lambda t}\Rightarrow e^{-\lambda t}=\frac{m(t)}{m_0}\Rightarrow-\lambda t=\ln\frac{m(t)}{m_0}\Rightarrow t=-\frac{1}{\lambda}.\ln\frac{m(t)}{m_0}=-\frac{t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\frac{m(t)}{m_0}$$

$$t=-\frac{t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\frac{m(t)}{m_0}=-\frac{8}{0,69}.\ln 0,02=45,3h$$

التمرين رقم 03 :

1-**تركيب نواة اليورانيوم:** 92 بروتون و143 نيترون

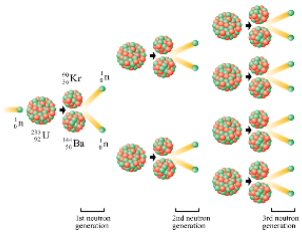
2-تعريف تفاعل الانشطار: الانشطار هو تفاعل نووي يحدث عند قذف نواة ثقيلة غير مستقرة بنيترون فيحولها إلى نواتين أخف وأكثر استقرارا مع تحرير طاقة كبيرة.

3-تحديد قيمة كل من Z,A بتطبيق قانونا الانحفاظ نجد: $(Z=52,A=95)$ ونكتب $^{235}_{92}U+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{95}_{40}Zr+{}^{138}_{52}Te+3{}^{1}_{0}n$

4-التعليل: تستخدم النيترونات لأنها متعادلة كهربائيا.

5-تفسير الطابع التسلسلي لتفاعل الانشطار:

انشطار النواة الأولى اليورانيوم يعطي نيترونات تؤدي بدورها إلى انشطار أنوية جديدة، وهكذا يتسلسل تفاعل الانشطار.



6-حساب طاقة الربط لكل من النواتين $^{235}_{92}U$ و $^{A}_{40}Zr$

$$E_l(^{235}_{92}U)=\Delta m\times c^2=\left[(92\times m_p+143\times m_n)-m(^{235}_{92}U)\right]\times 931,5=1790,53\,MeV$$

$$E_l(^{95}_{40}Zr)=\Delta m\times c^2=\left[(40\times m_p+55\times m_n)-m(^{95}_{40}Zr)\right]\times 931,5=823,82\,MeV$$

$$\frac{E_l(^{235}_{92}U)}{235}=7,62\,MeV/nuc,\frac{E_l(^{95}_{40}Zr)}{95}=8,67\,MeV$$

ومنه $^{95}_{40}Zr$ أكثر استقرارا من $^{235}_{92}U$

7-حساب قيمة الطاقة المحررة (E_{lib}) من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235:

أولا حساب التغير في الكتلة Δm خلال هذا التحول:

$$\Delta m=\left[3m_n+m(^{138}_{52}Te)+m(^{95}_{40}Zr)\right]-\left[m(^{235}_{92}U)+m_n\right]=-0,1893u$$

اذن $$E_{lib}=|\Delta m|\times 931,5=176,33\,MeV$$

8-استنتاج الطاقة المحررة من انشطار $(1g)$

$$E_{Lib}(T)=N\times E_{lib}=\frac{m}{M}\times N_A\times E_{lib}=\frac{1}{235}\times 6,02\times 10^{23}.176,33=4,52\times 10^{23}\,MeV$$

حساب كتلة اليورانيوم 235 التي يستهلكها مفاعل الغواصة خلال أسبوع دون انقطاع.

أولا حساب الطاقة التي استهلكها مفاعل الغواصة بوحدة (Mev) : **من القانون** $P=\frac{E_e}{t}\Rightarrow E_e=P\times t$

اذن $$E_e=P\times t=20\times 10^6\times 7\times 24\times 3600=1,2096\times 10^{13}\,joul=7,56\times 10^{25}\,MeV$$

ثانيا نحسب الطاقة الكلية: لدينا من خلال قانون المردود $\rho=\frac{E_e}{E_T}\times 100$ اذن $E_T=\frac{E_e.100}{\rho}$

اذن $$E_T=\frac{E_e.100}{\rho}=\frac{7,56\times 10^{25}.100}{30}=2,52.10^{26}\,Mev$$

في الأخير نستنتج الكتلة

$$1g\ \rightarrow 4,52\times 10^{23}\,MeV$$
$$m_T\rightarrow 2,52\times 10^{26}\,MeV$$
$$m_T=557,52g$$