تجميعية بكالوريا

التحولات النووية (النشاط الإشعاعي)

2008 - 2025

شعبة علوم تجريبية & تقني رياضي

مواضيع بكالوريا مع الحلول النموذجية

باكالوريا 2026

تحميل الملف الكامل

إعداد الأستاذ: بن ثابت مختار

منارة العلوم الفيزيائية

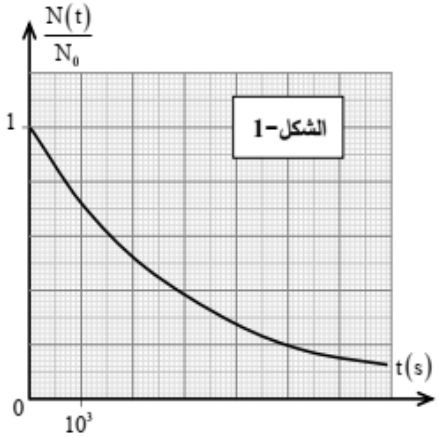
باك 26

التمرين 01 : باك 2008 – ع ت

تقذف عينة من نظير الكلور $^{35}_{17}C\ell$ المستقر (غير المشّع) بالنيترونات. تلتقط النواة $^{35}_{17}C\ell$ نيترونات لتتحول إلى نواة مشعة $^{A}_{Z}X$ توجد ضمن قائمة الأنوية المدونة في الجدول أدناه:

النواة	$^{38}_{17}C\ell$	$^{39}_{17}C\ell$	$^{31}_{14}Si$	$^{18}_{9}F$	$^{13}_{7}N$
زمن نصف العمر : $t_{½}(s)$	2240	3300	9430	6740	594

سمحت متابعة النشاط الإشعاعي لعينة من $^{A}_{Z}X$ برسم المنحنى $\frac{N(t)}{N_0}=f(t)$ الموضح بالشكل -1.



حيث: N_0 عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة في اللحظة $t=0$.

$N(t)$ عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة في اللحظة t.

1- أ) عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$.

ب) عيّن قيمة زمن نصف العمر للنواة $^{A}_{Z}X$ بيانيًا.

2- أ) أوجد العبارة الحرفية التي تربط $t_{½}$ بثابت التفكك λ.

ب) أحسب قيمة λ ثابت التفكك للنواة $^{A}_{Z}X$.

3- بالاعتماد على النتائج المتحصل عليها والقائمة الموجودة في الجدول عيّن النواة $^{A}_{Z}X$.

التمرين 02 : باك 2008 – ع ت

يستوجب استعمال الأنديوم 192 أو السيزيوم 137 في الطب، وضعهما في أنابيب بلاستيكية قبل أن توضع على ورم المريض قصد العلاج.

1- نواة السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ مشّعة، تصدر جسيمات β^- وإشعاعات γ.

أ) ما المقصود بالعبارة: (تصدر جسيمات β^- وإشعاعات γ). ما سبب إصدار النواة لإشعاعات γ؟

ب) أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي الذي يحدث للنواة "الأب" مستنتجًا رمز النواة "الابن" $^{A}_{Z}Y$ من بين الأنوية التالية: $^{131}_{54}Xe$ ، $^{137}_{56}Ba$ و $^{138}_{57}La$.

2- يحتوي أنبوب على عينة من السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ كتلتها $m=1,0\times10^{-6}\ g$ عند اللحظة $t=0$. أحسب:

أ) عدد الأنوية N_0 الموجودة في العينة.

ب) قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة.

3- تستعمل هذه العينة بعد ستة (06) أشهر من تحضيرها:

أ) ما مقدار النشاط الإشعاعي للعينة حينئذٍ؟

ب) ما هي النسبة المئوية لأنوية السيزيوم المتفككة؟

4- نعتبر نشاط هذه العينة معدومًا عندما يصبح مساويًا لـ 1% من قيمته الابتدائية. أحسب بدلالة ثابت الزمن τ، المدة الزمنية اللازمة لانعدام النشاط الإشعاعي للعينة، وهل يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشّعة؟

يعطى: ثابت آفوغادرو: $\mathcal{N}_A=6,023\times10^{23}\ mol^{-1}$.

ثابت الزمن للسيزيوم $^{137}_{55}Cs$: $\tau=43,3\ ans$.

الكتلة المولية الذرية للسيزيوم 137: $M_{(^{137}Cs)}=137\ g\cdot mol^{-1}$.

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 03 : باك 2009 – ع ت

البولونيوم عنصر مشع نادر الوجود في الطبيعة، رمزه الكيميائي Po ورقمه الذري 84.

أكتشف أول مرة سنة 1898م في أحد الخامات. لعنصر البولونيوم عدة نظائر لا يوجد منها في الطبيعة سوى البولونيوم 210 . يعتبر البولونيوم مصدر لجسيمات α لأن أغلب نظائره تصدر أثناء تفككها هذه الجسيمات.

1- ما المقصود بالعبارة: أ- عنصر مشع ب- للعنصر نظائر.

2- يتفكك البولونيوم 210 معطيا جسيمات α و نواة ابن هي $^{A}_{Z}Pb$. اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي الحاصل محددا قيمة كل من A ، Z.

3- إذا علمت أن زمن نصف حياة البولونيوم 210 هو $t_{1/2}=138\ j$ وأن نشاط عينة منه في اللحظة $t=0$ هو $A_0=10^8\ Bq$، احسب:

أ- λ ثابت النشاط الإشعاعي (ثابت التفكك).

ب- N_0 عدد أنوية البولونيوم 210 الموجودة في العينة في اللحظة $t=0$.

جـ- المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة مساويا رُبْعَ ما كان عليه في اللحظة $t=0$.

التمرين 04 : باك 2010 – ت ر

جهز مخبر بمنبع إشعاعي يحتوي على السيزيوم 137 المشع، الذي يتميز بزمن نصف العمر $t_{1/2}=30,2\ ans$. يبلغ النشاط الإشعاعي الابتدائي لهذا المنبع $A_0=3,0\times10^5\ Bq$.

1- تتفكك أنوية السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ مصدرة جسيمات β^-.

أ- اكتب معادلة التفكك النووي المنمذج لتفكك السيزيوم 137.

ب- أحسب قيمة λ ، ثابت التفكك لنواة السيزيوم.

جـ- أحسب m_0 كتلة السيزيوم 137 الموجودة في المنبع لحظة استلامه.

2- أ- أكتب عبارة قانون النشاط الإشعاعي $A(t)$ للمنبع.

ب- كم تصبح قيمة نشاط المنبع بعد سنة؟

جـ- ما قيمة التغير النسبي للنشاط الإشعاعي خلال سنة واحدة؟

3- يصبح المنبع غير صالح للاستعمال عندما يصبح لنشاطه قيمة حدية تساوي عُشر قيمته الابتدائية أي: $A(t)=\frac{A_0}{10}$. كم يدوم استغلال المنبع؟

$_{53}I$	$_{54}Xe$	$_{55}Cs$	$_{56}Ba$	$_{57}La$

المعطيات: $N_A=6,02\times10^{23}\ mol^{-1}$ ، $m(^{137}Cs)=136,9\ g/mol$.

باك 26

التمرين 05 : باك 2012 – ع ت

يستخدم اليود $^{131}_{53}I$ أساسا لمعالجة سرطان الغدة الدرقية.

1- أعط تركيب نواة اليود $^{131}_{53}I$.

2- احسب E_ℓ طاقة الربط لنواة اليود $^{131}_{53}I$.

3- إن اليود 131 يصدر β^-.

اكتب معادلة التفكك الحاصلة لنواة اليود 131، علما أن النواة البنت الناتجة $^{A}_{Z}X$ تكون واحدة من الأنوية التالية:

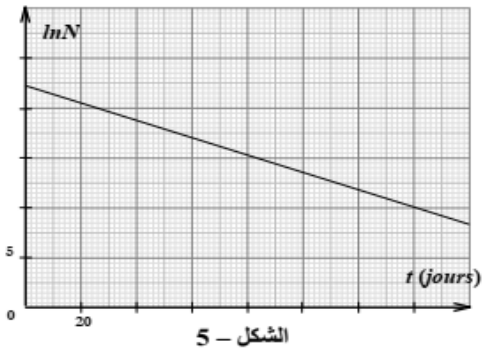
$^{127}_{51}Sb$ ؛ $^{131}_{52}Te$ ؛ $^{132}_{53}I$ ؛ $^{131}_{54}Xe$.

4- عينة من اليود 131 كتلتها $m_0 = 0,696\ g$.

أ- اكتب قانون التناقص الإشعاعي.

ب- يمثل (الشكل- 5) منحنى تطور $\ln N$ بدلالة الزمن t. استنتج منه قيمة λ ثابت التفكك و $t_{½}$ نصف العمر لليود 131 .

جـ- ما كتلة اليود 131 المتفككة بعد $16\ jours$؟



الشكل – 5

المعطيات:

$m(^1_1H) = 1,00728\,u$ ؛ $m(^{131}_{53}I) = 130,97851\,u$ ؛ $m(n) = 1,00866\,u$ ؛ $1u = 931,5\ MeV/c^2$

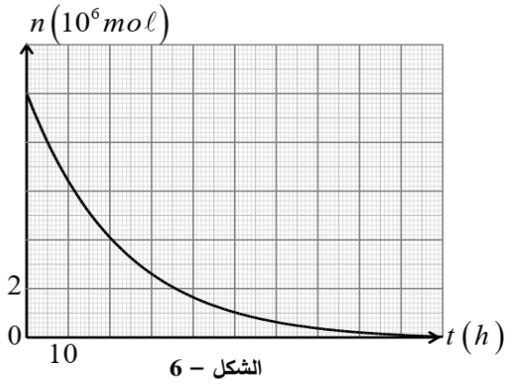
التمرين 06 : باك 2013 – ت ر

مع اكتشاف النشاط الإشعاعي الاصطناعي، أصبح من الممكن الحصول على أنوية مشعة اصطناعيا، ومن بينها نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$، نحصل على الصوديوم 24 بقذف النظير $^{23}_{11}Na$ الطبيعي بنيترون.

1- أ- ما المقصود بما يلي:

- نواة مشعة.
- النظائر.

ب- اكتب المعادلة النووية للحصول على النواة $^{24}_{11}Na$.



الشكل – 6

2- إنّ نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$ المشعة تصدر جسيمات β^-.

اكتب معادلة تفكك نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$، محدّدا النواة البنت من بين الأنوية التالية: $_{10}Ne$ ، $_{12}Mg$ ، $_{13}A\ell$ ، $_{14}Si$.

3- يُحقن مريض حجما: $V_1 = 10mL$ من محلول يحتوي على الصوديوم 24 في اللحظة: $t = 0h$.

(الشكل-6) يم ثّل تغيرات كمية مادة الصوديوم 24 بدلالة الزمن.

اعتمادا على البيان حدّد:

أ- n_0 كمية مادة الصوديوم 24 التي تمّ حقنها للمريض.

ب- عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$، ثمّ حدّد قيمته.

4- إنّ دم المريض لا يحتوي على الصوديوم 24 قبل اللحظة: $t = 0h$

أ- أثبت أنّ كمية مادة الصوديوم 24 في لحظة زمنية t، تكتب بالعلاقة: $n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$.

ب- بيّن أن كمية مادة الصوديوم 24المتبقية في دم المريض في اللحظة $t = 6h$ هي: $n_1 = 7,6\times10^{9}\,mol$.

5- في اللحظة $t = 6h$، نأخذ عينة من دم المريض حجمها $V_2 = 10mL$، فنجد أنها تحتوي على كمية مادة الصوديوم 24: $n_2 = 1,5\times10^{8}\,mol$.

جِدْ V حجم دم المريض، علما أن الصوديوم 24 موزع فيه بانتظام.

باك 26

التمرين 07 : باك 2014 – ت ر

إليك مستخرج من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية:

$_{20}Ca$	$_{82}Pb$	$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{84}Po$	$_{25}Mn$

تتفكك نواة البزموث $^{210}_{83}Bi$ بنشاط إشعاعي β^- و يرافقه إشعاع γ.

1- اكتب المعادلة المُعبِّرة عن التحول النووي الحادث وبيّن كيف نتج الإلكترون المرافق للإشعاع.

2- نعتبر عينّة من البزموث 210 عدد أنويتها $N(t)$ عند اللحظة t.

عبّر عن عدد الأنوية المتفككة $N_d(t)$ بدلالة كل من:

الزمن t، N_0 (عدد الأنوية عند $t=0$) ، λ ثابت النشاط الإشعاعي.

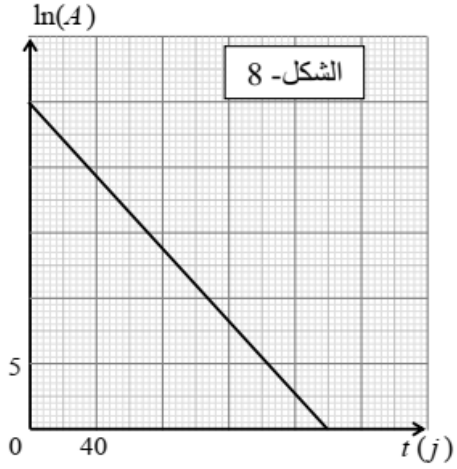
3- بواسطة برنامج خاص تم رسم المنحنى $\ln A = f(t)$، حيث A مقدار النشاط الإشعاعي للعينة في اللحظة t.

أ- عرّف النشاط الإشعاعي وحدّدْ وحدته.

ب- عبّر عن $\ln A(t)$ بدلالة λ، N_0 و t.

جـ- استنتج من المنحنى (الشكل-8):

- قيمة ثابت النشاط الإشعاعي λ للبزموث 210.
- قيمة ثابت النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0.



التمرين 08 : باك 2014 – ع ت

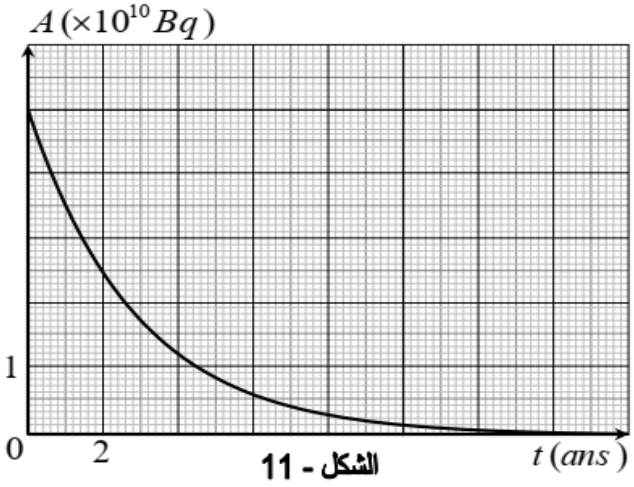
منبع مشّع يحتوي على نظير السيزيوم ^{134}Cs المشع لـ β^-.

1)عرّف ما يلي:

- النظير المشع.
- الإشعاع β^-.

2) اكتب معادلة النشاط الإشعاعي للسيزيوم ^{134}Cs.

3) من إحدى الموسوعات العلمية الخاصة بالبحث العلمي في ميدان الفيزياء النووية تم استخراج المنحنى $A = f(t)$ (الشكل-11) والذي يعبّر عن تطور النشاط الإشعاعي A لمنبع مشع من السيزيوم 134 مماثل للمنبع السابق كتلته m_0.



أ - استنتج من المنحنى قيمة النشاط الإشعاعي A_0 في اللحظة $t=0$.

ب - ما هي قيمة النشاط الإشعاعي في اللحظة $t=\tau$؟ استنتج قيمة ثابت الزمن τ.

جـ - بيّن أن $t_{1/2}$ نصف العمر لنظير السيزيوم $^{134}_{55}Cs$ يعطى بالعلاقة: $t_{1/2} = \tau \cdot \ln 2$ واحسب قيمته.

د- احسب كتلة العين m_0 ثم بين أن الكتلة المتفككة $m'(t)$ من السيزيوم 134 تعطى بالعلاقة: $m'(t) = m_0(1-e^{-\lambda t})$

هـ- مثّل كيفياً تطور الكتلة $m'(t)$ بدلالة الزمن t .

يعطى الجدول المقابل والمستخرج من الجدول الدوري:

العنصر	Xe	Cs	Ba	La
Z	54	55	56	57

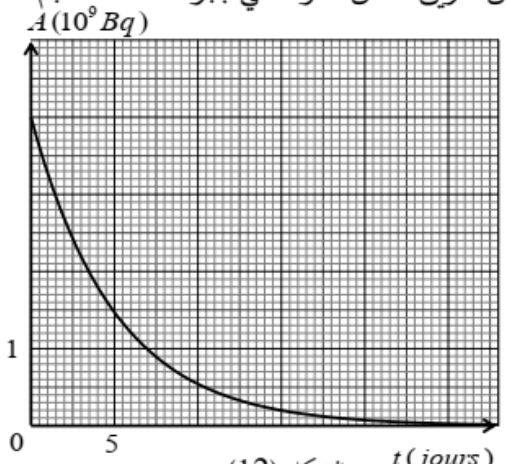
$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$.

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 09 : باك 2015 – ت ر

يُعتبر الطب أحد المجالات الرئيسية التي عرفت تطبيقات الأشعة النووية. حيث تستعمل بعض الأنوية المشعة لتشخيص الأمراض ومعالجتها. يستعمل الرينيوم $^{186}_{75}Re$ للتخفيف من آلام الروماتيزم عن طريق الحقن الموضعي بجرعات ذات حجم قدره $V_0 = 10mL$.



الشكل (12)

1- ينتج عن تفكك نواة الرينيوم $^{186}_{75}Re$ نواة الأوسميوم $^{186}_{76}Os$.

أ- اكتب معادلة التحول النووي الحادث.

ب- حدّد نمط التحول الحادث وعرفه.

2- البيان الموضح بالشكل (12) يمثل تغيرات النشاط الإشعاعي بدلالة الزمن $A = f(t)$.

أ- استنتج من البيان النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0.

ب- عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$، وحدّد قيمته من البيان.

جـ- احسب ثابت النشاط الإشعاعي λ للرينيوم $^{186}_{75}Re$.

3- باستعمال قانون التناقص الإشعاعي، احسب عدد أنوية الرينيوم $^{186}_{75}Re$ الموجودة في الجرعة عند اللحظة $t_1 = 10jours$.

4- عند اللحظة t_1 نأخذ من الجرعة بواسطة حقنة حجما V يحتوي على $1,2\times10^{14}$ نواة من الرينيوم $^{186}_{75}Re$ ونحقن بها مريض في مفصل الركبة. أوجد الحجم V المحقون.

التمرين 10 : باك 2015 – ع ت

المعطيات: الكتلة المولية لليود 131: $M = 131g/mol$ وثابت أفوغادرو: $N_A = 6,02\times10^{23}mol^{-1}$.

يعطى الجدول التالي لبعض العناصر الكيميائية:

الاسم	أنتموان	تيلير	يود	كزينون	سيزيوم
الرمز	Sb	Te	I	Xe	Cs
العدد الشحني (Z)	51	52	53	54	55

يستعمل عادة اليود 131 المشع في المجال الطبي والذي يصدر بتفككه جسيمات (β^-) وبزمن نصف عمر $t_{1/2}$.

يحقن مريض بالغدة الدرقية بكمية من اليود 131 المشع في الجسم.

يعطى المنحنى $\ln(A) = f(t)$ في الشكل-14 حيث A يمثل النشاط الإشعاعي (وحدته Bq) للعينة المحقونة في لحظة (t).

الشكل-14

1- أعط تركيب نواة اليود 131.

2- أ- ما هو الجسيم المنبعث خلال تفكك اليود 131؟

ب- اكتب معادلة تفكك اليود 131 مع ذكر قوانين الإنحفاظ المستعملة.

3- عبّر عن $\ln(A)$ بدلالة t، $t_{1/2}$ و $\ln(A_0)$.

4- اكتب العبارة البيانية (معادلة المستقيم) ثم استنتج قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 للعينة عند اللحظة $t = 0$ وقيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لليود 131.

5- احسب الكتلة الابتدائية m_0 لليود 131 المستعملة في الحقنة.

باك 26

التمرين 11 : باك 2016 – ع ت

المعطيات: ${}_3Li\,;{}_4Be\,;{}_5B\,;{}_6C$

$N_A = 6,023\times10^{23}\,mol^{-1}$ ، $1an = 365,25\,jours$

نواة البيريليوم ${}^{10}_{4}Be$ هي نواة مشعة تصدر الإشعاع β^-، وينتج عن تفككها نواة ${}^{A}_{Z}X$.

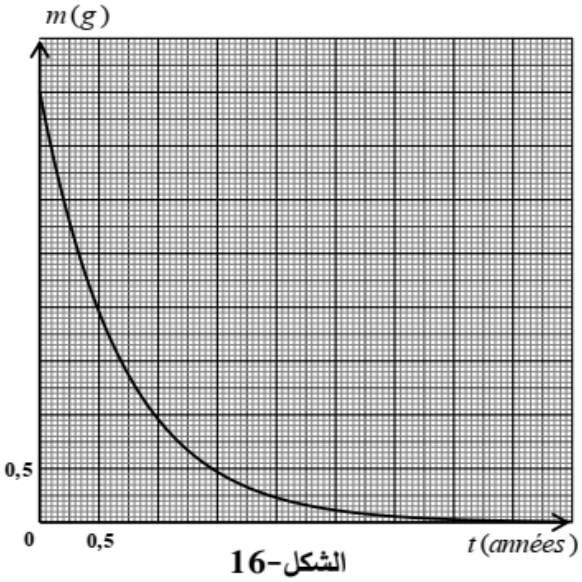
1. أ- اكتب معادلة التفكك النووي محددا قيمتي A و Z.

ب- كيف نفسر انبعاث جسيمات β^-.

2. مكنت المتابعة الزمنية لتطور الكتلة m لعينة من البريليوم كتلتها الابتدائية m_0 من رسم المنحنى البياني الموضح بالشكل-16.

أ- اكتب عبارة قانون التناقص الإشعاعي بدلالة N_0 (عدد الأنوية الابتدائية) وثابت التفكك λ.

ب- استنتج عبارة الكتلة $m(t)$ للعينة المتبقية من البيريليوم عند اللحظة t بدلالة m_0 (الكتلة الابتدائية للعينة) وثابت التفكك λ.



الشكل-16

3. أ- عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$ ثم أوجد عبارته بدلالة ثابت التفكك λ.

ب- عيّن بيانيا زمن نصف عمر البيريليوم واستنتج قيمة ثابت التفكك λ بالوحدة s^{-1}.

ج- احسب عدد الأنوية المتفككة عند $t = 1année$

4. قسنا بواسطة عداد جيجر النشاطية A لعينة من البيريليوم 10، فوجدنا $A = 1,06\times10^{15}\,Bq$.

أ- احسب الكتلة m للبيريليوم 10 المتسببة في هذه النشاطية.

ب- استنتج عمر هذه العينة إذا علمت أن كتلة البيريليوم الابتدائية هي $m_0 = 4g$.

التمرين 12 : باك 2016 – ت ر

يُستخدم الفوسفور 32 في الطب النووي لمعالجة ظاهرة الإفراط في انتاج كريات الدم الحمراء في نخاع العظام، وذلك بحقن عينة من محلوله في جسم الإنسان.

بطاقة تعريف الفوسفور 32	
رمز النواة	${}^{32}_{15}P$
نوع النشاط الإشعاعي	β^-
طاقة الربط لكل نوية	$8,46MeV$
نضف العمر $t_{½}$	$14\,jours$

مقتطف من المخطط $(N-Z)$		
${}^{32}_{15}P$	${}^{33}_{16}S$	${}^{34}_{17}C\ell$
${}^{31}_{15}P$	${}^{32}_{16}S$	${}^{33}_{17}C\ell$
${}^{30}_{15}P$	${}^{31}_{16}S$	${}^{32}_{17}C\ell$

$m\left({}^{32}_{15}P\right) = 31,9657u$
$m\left({}^{32}_{16}S\right) = 31,9633u$
$m\left({}^{1}_{1}p\right) = 1,00728u$
$m\left({}^{1}_{0}n\right) = 1,00866u$
$1u = 931,5MeV/c^2$

1. بالاستعانة بالمخطط المعطى وبطاقة تعريف الفوسفور:

أ- اكتب معادلة تفكك نواة الفوسفور 32.

ب- اكتب قانون التناقص الإشعاعي $N(t)$ ثم عبر عن هذا التناقص بكتلة العينة المتبقية من العنصر المشّع.

ج- تحقق من قيمة طاقة الربط لكل نوية المعطاة في البطاقة.

2. النواة الناتجة عن تفكك الفوسفور 32 هي نواة مستقرة، إذا كانت الكتلة $m'(t)$ هي كتلة العينة المشكلة من هذه الأنوية

باك 26

المستقرة في اللحظة t و m_0 هي الكتلة الابتدائية لعينة الفوسفور 32.

بيّن أن: $m'(t)=m_0\left(1-e^{-\lambda t}\right)$ λ هو ثابت النشاط الإشعاعي.

3. يمكن الحصول على النواة الناتجة السابقة من نواة أخرى موجودة على المقتطف $(N-Z)$. ما هي هذه النواة؟ اكتب معادلة هذا التحول النووي.

4. بفرض أن عينة من أنوية ${}^{32}_{15}P$ تصبح غير صالحة لما تصبح نسبة نشاطها على النشاط الابتدائي هي $\frac{A(t)}{A_0}=\frac{1}{4}$، بيّن أن المدة الزمنية لانتهاء صلاحية العينة ابتداء من تحضيرها هو $t=2t_{1/2}$.

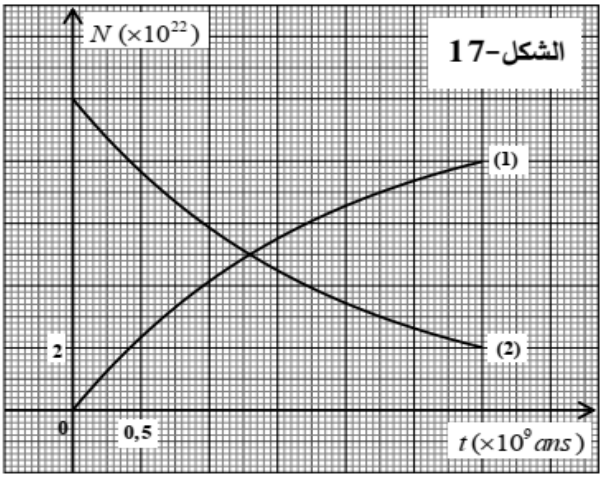
التمرين 13 : باك 2016 – ع ت – د إ

لنظير البوتاسيوم ${}^{40}_{19}K$ نشاط إشعاعي حيث يتفكك إلى كالسيوم ${}^{40}_{20}Ca$.

1. أ– ما هي خصائص ظاهرة النشاط الإشعاعي؟

ب– اكتب معادلة تفكك البوتاسيوم 40 مع تحديد نمط الإشعاع.

2. المنحنيان الممثلان في الشكل–17 يعبران عن تغيّر عدد أنوية كل من البوتاسيوم 40 والكالسيوم 40 بدلالة الزمن لعينة تحتوي في البداية على البوتاسيوم 40 فقط.



أ– أي المنحنيين يمثل تغيرات عدد أنوية الكالسيوم 40؟ علّل.

ب– ما المقدار الفيزيائي الذي تمثله فاصلة نقطة تقاطع المنحنيين؟ علّل، حدّد قيمته.

جـ– احسب قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي للعينة المشعة.

3. أ– عيّن بيانيا اللحظة t_1 التي يكون فيها عدد أنوية البوتاسيوم 40 مساويا لربع عدد أنوية الكالسيوم 40.

ب– تأكد من قيمة t_1 حسابيا.

يعطى: $1an=365,25\,jours$

التمرين 14 : باك 2016 – ت ر

البلوتونيوم Pu عنصر مُشِّع، نادر الوجود في الطبيعة، يتم اصطناع أحد نظائره ${}^{241}_{94}Pu$ في المفاعلات النووية بقذف نواة يورانيوم ${}^{238}_{92}U$ بنيترونات. يُنمْذَجُ هذا التحول بتفاعل ذي المعادلة: ${}^{238}_{92}U+x\,{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{241}_{94}Pu+y\,\beta^-$

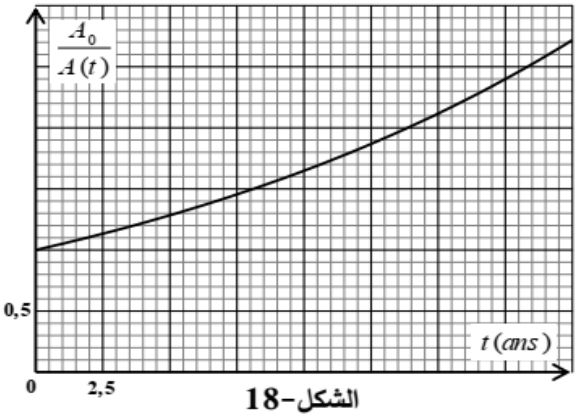
1. عَرِّفْ ما يلي: النظائر، النواة المشعة، جسيمات β^-.

2. جِد قيمة كل من x و y بتطبيق قانوني الانحفاظ.

3. تتفكك نواة البلوتونيوم ${}^{241}_{94}Pu$ تلقائياً معطيةً نواة امريكيوم ${}^{A}_{Z}Am$ وجسيمات β^-.

اكتب معادلة التفكك المنمذج لهذا التحول النووي، وعيّن قيمة كل من A و Z.

4. قياس نشاط عينة من هذا النظير ${}^{241}_{94}Pu$، مكننا من رسم بيان تغيرات النسبة $\frac{A_0}{A(t)}$ بدلالة الزمن $\frac{A_0}{A(t)}=f(t)$



حيث: $A(t)$ يمثل نشاط العينة في اللحظة t، A_0 يمثل نشاط العينة في اللحظة $t=0$. الشكل– 18.

باك 26

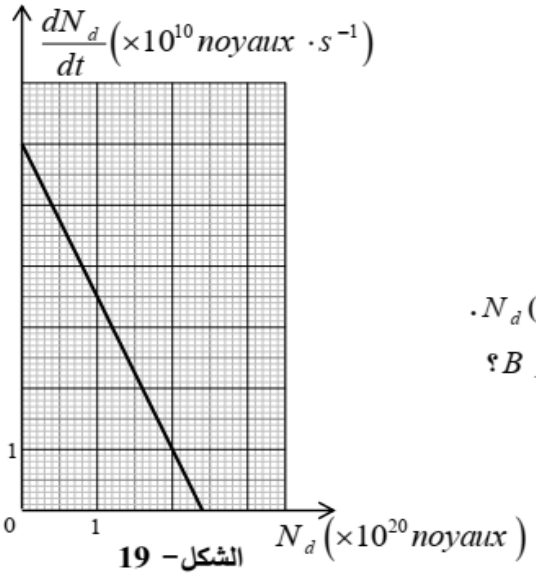
أ- اكتب عبارة النسبة $\frac{A_0}{A(t)}$ بدلالة λ و t حيث: λ ثابت التفكك.

ب- حدّد من البيان قيمة $t_{½}$ نصف عمر $^{241}_{94}Pu$ واستنتج عندئذ قيمة λ.

جـ- مثّل كيفياً البيان: $\frac{A(t)}{A_0} = g(t)$

التمرين 15 : باك 2017 – ت ر

II- تعتمد محركات التوجيه للأقمار الاصطناعية والمعدّات الأخرى على بطاريات نووية تولد طاقة متحررة من جراء انبعاث جسيمات α من أنوية البلوتونيوم المشّع $^{238}_{94}Pu$ ، ثابت التفكك له λ.



الشكل- 19

1) أكتب معادلة التحول النووي المنمذجة لتفكك نواة البلوتونيوم 238 للحصول على نواة اليورانيوم $^{A}_{Z}U$.

2) بيّن أن المعادلة التفاضلية التي تخضع لها الأنوية المتفككة N_d للبلوتونيوم 238 هي من الشكل: $\frac{dN_d}{dt} + \lambda \cdot N_d = \lambda \cdot N_0$

حيث N_0 هو عدد أنوية البلوتونيوم الابتدائية في العينة المشّعة.

3) إذا كان حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل: $N_d(t) = A \cdot e^{-\alpha \cdot t} + B$.

أوجد عبارة الثوابت: α، B و A. ما المدلول الفيزيائي لكل من α و B؟

4) نمثل $\frac{dN_d}{dt} = f(N_d)$ فنحصل على البيان (الشكل-19).

أ) باستغلال البيان استنتج قيمتي الثابتين λ و N_0.

ب) عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$ للعينة المشّعة واحسب قيمته.

5) تحتوي بطارية أحد الأقمار الاصطناعية على كتلة $m = 1,2kg$ من $^{238}_{94}Pu$.

تُقدم هذه البطارية خلال مدة اشتغالها استطاعة كهربائية متوسطة مقدارها $P_e = 888\,W$ وذلك بمردود $r = 60\%$.

أ) احسب الطاقة الكلية الناتجة عن التفكك الكلي للكتلة m.

ب) استنتج مدة اشتغال البطارية.

يعطى: $m(^{238}_{92}Pu) = 238,04768u$; $m(^{A}_{Z}U) = 234,04095u$; $m(^{4}_{2}He) = 4,00150u$

$1u = 931,5MeV/c^2$; $1MeV = 1,6 \times 10^{-13}J$; $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$.

التمرين 16 : باك 2017 – ت ر

لتقدير عمر بعض الصخور، يلجأ العلماء إلى طرائق وتقنيات مختلفة تعتمد أساسا على قانون التناقص الإشعاعي من بين هذه التقنيات تقنية التأريخ بواسطة اليورانيوم.

تتفكك أنوية اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ تلقائيا وفق سلسلة من التفككات α و β^- والتي تُنمذج بالمعادلة التالية:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow x\,\alpha + y\,\beta^- + {}^{206}_{82}Pb$$

1- أ) ما المقصود بـ α و β^-؟

ب) بتطبيق قانوني الانحفاظ، أوجد قيمتي العددين x و y.

2) بفرض أن عينة صخرية تحتوي على اليورانيوم $^{238}_{92}U$ فقط لحظة تشكلها $(t = 0)$ التي نعتبرها لحظة بداية التأريخ وأن الرصاص $^{206}_{82}Pb$ الموجود في العينة ناتج عن تفكك اليورانيوم $^{238}_{92}U$ فقط.

عند لحظة القياس t_m تكون النسبة المئوية الكتلية للرصاص 206 تساوي 31% من الكتلة الابتدائية لليورانيوم $^{238}_{92}U$

باك 26

– بتطبيق قانون التناقص الإشعاعي، أثبت أن كتلة الرصاص في العينة عند لحظة t تعطى بالعلاقة:

$$m_{Pb}(t)=0,866\cdot m_U(0)\left(1-e^{-\lambda t}\right)$$

حيث λ ثابت التفكك لليورانيوم 238.

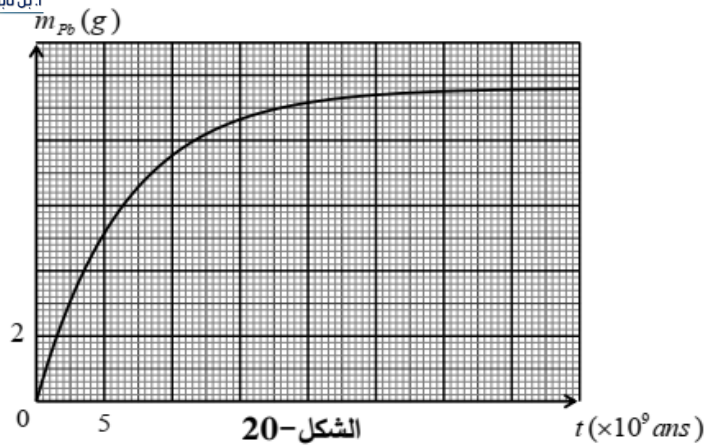
3) يمثل البيان الموضح في الشكل–20 تغيرات كتلة الرصاص المتشكل بدلالة الزمن $m_{Pb}=f(t)$.

اعتمادا على البيان جد:

أ) عدد أنوية اليورانيوم 238 الابتدائية $N_U(0)$ في العينة المدروسة.

ب) زمن نصف العمر $t_{½}$ لليورانيوم 238.

ج) عيّن بيانيا عمر العيّنة، ثم تحقق حسابيا من النتيجة.



الشكل–20

4) فسّر تواجد اليورانيوم $^{238}_{92}U$ في القشرة الأرضية إلى يومنا هذا.

يعطى: عمر الأرض $t=4,5\times 10^9 ans$ ، ثابت أفوقادرو $N_A=6,02\times 10^{23} mol^{-1}$

التمرين 17 : باك 2017 – ت ر

حدثت تطورات كبيرة وهامة في مجال الطب بفضل تقنية يُوَظَّفُ فيها النشاط الإشعاعي تتمثل في إدخال مواد نشطة إشعاعياً في جسم المريض تُسمى بالرسّامات، تُستَعمل في معالجة الأورام السرطانية.

يتم اختيار هذه الرسّامات لتناقص نشاطها بسرعة. تُعْرَف هذه الطريقة بالعلاج بالأشعة (الطب التصويري).

يتلخص مبدأ هذه التقنية في قصف الورم بواسطة الإشعاع الصادر عن المادة المشعة. من بين المواد المشعة المستعملة نظير الكوبالت $^{60}_{27}Co$ المُشّع لجسيمات β^- . ثابت التفكك له $\lambda=0,13 an^{-1}$.

1) عرّف النشاط الإشعاعي β^- واكتب معادلة تفكك نواة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ علماً أن النواة البنت تنتج في حالة مثارة. يعطى مستخرجا من الجدول الدوري:

$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$

2) يَستَقْبِل مخبرًا للتحاليل الطبية عينة من الكوبالت 60 كتلتها $m_0=2\mu g$.

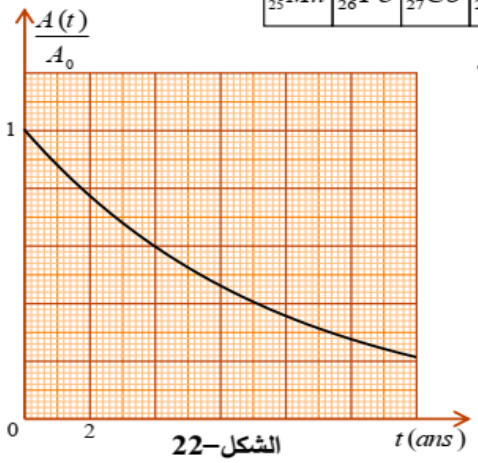
أ) احسب عدد الأنوية الابتدائية N_0 في العيّنة لحظة استقبالها $(t=0)$.

ب) عبّر عن قانون التناقص الإشعاعي لمتوسط عدد الأنوية المشّعة $N(t)$ بدلالة N_0، λ و t.

ج) يُعْرَفُ النشاط A لعينة مشعة بعدد التفككات ΔN الحادثة خلال مدة زمنية $\Delta t=1s$. عبّر عن قانون النشاط $A(t)$ بدلالة ثابت التفكك λ والنشاط الابتدائي A_0 والزمن t وبيّن أن:

$$\frac{A(t)}{A_0}=\frac{m(t)}{m_0}=e^{-\lambda t}$$

($m(t)$ كتلة العينة في اللحظة t).



الشكل–22

3) نرسم بالاعتماد على برنامج ملائم بيان النسبة $\frac{A(t)}{A_0}$ بدلالة الزمن t (**الشكل–22**).

أ) عرّف زمن نصف العمر $t_{½}$ ثم استنتج قيمته بيانياً.

ب) تأكد من أن العيّنة المستقبلة في مخبر التحاليل الطبية هي للنظير $^{60}_{27}Co$.

ج) احسب قيمة النشاط A في اللحظة $t_{½}$.

يعطى: $N_A=6,02\times 10^{23} mol^{-1}$

التمرين 18 : باك 2017 – ع ت

اليورانيوم عنصر كيميائي نشط إشعاعيا تم اكتشافه من طرف العالم الألماني $(Martin\ Heinrich\ Klaproth)$ سنة 1789 رمز نواته $^{238}_{92}U$ قُدر نصف العمر له بـ $t_{½} = 4,47\times10^{9}\,ans$، يُستعمل غالبا في تقدير عمر الصخور، يخضع لسلسلة من التحولات التلقائية، نلخصها في المعادلة:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,\alpha + y\,\beta^{-} \quad (*)$$

من الدول التي تملك احتياطات كبيرة منه والأكثر استغلالا له، كازاخستان، كندا، روسيا، تكون هذه المادة قابلة للإنتاج صناعيا إذا تجاوزت نسبتها الكتلية $0,01\%$ في الصخور، له نظير مشع آخر قليل التواجد في الطبيعة هو $^{235}_{92}U$.

I- أخذت عينة صخرية من منجم قديم لاستخراج اليورانيوم كتلتها $47kg$ تم قياس النشاط فيها فوجد $A = 2,35\times10^{5}\,Bq$ (نعتبر كل النشاط عائد لـ $^{238}_{92}U$)

1) عرّف النشاط الإشعاعي التلقائي.

2) حدّد أنماط التفكك الموضحة في المعادلة (*) السابقة وطبيعة الجسيمات الصادرة.

3) باستعمال قانوني الإنحفاظ، عيّن قيمة كل من x و y.

4) احسب عدد أنوية $^{238}_{92}U$ في العينة الصخرية.

5) احسب نسبة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ في العينة الصخرية، هل المنجم قابل للاستغلال صناعيا؟ علل.

التمرين 19 : باك 2017 – ع ت – د إ

... وضع الفيزيائي الفرنسي هنري بيكريل صدفة في درج مكتبه عينة من أملاح اليورانيوم فوق لوح فوتوغرافي وهذا حينما كان يقوم بأبحاث علمية على الأشعة السينية، في أول مارس 1896 فتح الدرج فلاحظ بانبهار كبير أن الألواح متأثرة رغم عدم تعرض الأملاح لأشعة الشمس.

وهذا ما أدى إلى اكتشاف أن أملاح اليورانيوم انبعثت منها تلقائياً أشعة غير مرئية تركت آثارا على الألواح الفوتوغرافية، فدعاها بأشعة اليورانيوم.

إن النظير لليورانيوم 238 يشكل العائلة الاشعاعية التي تؤدي إلى نظير مستقر من الرصاص $^{206}_{82}Pb$، وفق تفككات متتابعة، يمكن كتابة الحصيلة بعد انتهاء التفاعل كما يلي: $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$

1- أ) عرّف كل من: - النواة المشعة.

- النظائر.

- العائلة المشعة.

ب) جد x و y مع تحديد القوانين المستعملة.

ج) ذكّر بالنمط الإشعاعي المنبعث عن تفكك الأنوية غير المستقرة لعائلة لليورانيوم 238.

2) اعتمادا على المخطط $(Z-N)$ الممثل في **الشكل–23**:

أ) اكتب معادلة التفكك رقم (1) للنواة ^{210}Bi ورقم (2) للنواة ^{210}Po.

ب) استخرج رموز آخر الأنوية للنظائر المستقرة.

3) احسب النسبة $\frac{N(^{210}Po)}{N(^{210}Bi)}$ من أجل نسبة النشاط الإشعاعي $\frac{A(^{210}Po)}{A(^{210}Bi)}$.

4) تتميز نظائر العناصر بطاقة ربط $E_\ell\left(^{A}_{Z}X\right)$ مميزة لكل نواة تتحكم في تموضع الأنوية في مخطط $(Z-N)$.

أ) عرّف طاقة ربط النواة مع إعطاء عبارتها.

ب) باستغلال **الشكل–24** والمعطيات أكمل الجدول الآتي:

128	$^{210}_{82}Pb$	$^{211}_{83}Bi$	$^{212}_{84}Po$	$^{213}_{85}At$
127	$^{209}_{82}Pb$	$^{210}_{83}Bi$	$^{211}_{84}Po$	$^{212}_{85}At$
126	$^{208}_{82}Pb$	$^{209}_{83}Bi$	$^{210}_{84}Po$	$^{211}_{85}At$
125	$^{207}_{82}Pb$	$^{208}_{83}Bi$	$^{209}_{84}Po$	$^{210}_{85}At$
124	$^{206}_{82}Pb$	$^{207}_{83}Bi$	$^{208}_{84}Po$	$^{209}_{85}At$
N/Z	82	83	84	85

1

2

الشكل–23

النواة	^{11}C	^{12}C	^{14}C
طاقة الربط $E_\ell(^{A}_{Z}X)(MeV)$	70,394		
طاقة الربط لكل نوية $\frac{E_\ell(^{A}_{Z}X)}{A}(MeV/n)$			7,300
نمط الاشعاع			

جـ) رتب تصاعديا استقرار الأنوية المذكورة في الجدول أعلاه.

5) عرض التلفزيون الجزائري يوم 09 جانفي 2017 مشهد لنقل رفاة شهداء وُجِدوا في مغارة بوسيف بجبل الطارف بأم البواقي إلى مخبر التحليل الإشعاعي لغرض تحديد تاريخ استشهادهم.

أخذت عينة من رفاة أحد الشهداء، باستخدام ^{14}C فكان نشاطها الإشعاعي $0,1605Bq$. في حين أن نشاط عينة حية مماثلة لها في الكتلة هو $0,1617Bq$.

ما هو تاريخ استشهاد هذا الشهيد؟

8	$^{12}_{4}Be$	$^{13}_{5}B$	$^{14}_{6}C$	$^{15}_{7}N$	$^{16}_{8}O$
7	$^{11}_{4}Be$	$^{12}_{5}B$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{7}N$	$^{15}_{8}O$
6	$^{10}_{4}Be$	$^{11}_{5}B$	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{7}N$	$^{14}_{8}O$
5	$^{9}_{4}Be$	$^{10}_{5}B$	$^{11}_{6}C$	$^{12}_{7}N$	$^{13}_{8}O$
4	$^{8}_{4}Be$	$^{9}_{5}B$	$^{10}_{6}C$	$^{11}_{7}N$	$^{12}_{8}O$
N/Z	4	5	6	7	8

الشكل–24

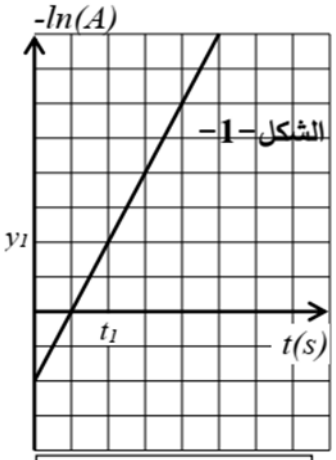
المعطيات:

$1an = 365 jours \quad m(^{12}C) = 11,99671u \; ; m(^{1}_{0}n) = 1,00866u \; ; m(^{1}_{1}p) = 1,00728u ; 1u = 931,5 MeV/c^2$

$t_{1/2}(^{210}Po) = 138,676j \; ; \; t_{1/2}(^{210}Bi) = 5,013j \; ; \; t_{1/2}(^{14}C) = 5700ans \; ;$

باك 26

التمرين 20 : باك 2018 – ت ر



$y_1 = 46{,}93$
$t_1 = 2{,}11\times10^4$ s

1. عيّنة من نظير مشع مجهول رمز نواته $^{A}_{Z}X$ تمت متابعة نشاطها A باستعمال عداد جيجر على فترات زمنية متتالية . مكنت الدراسة من رسم المنحنى البياني الموضح بالشكل -1-.

1.1. عرّف كل من : نظير، مشع ، نشاط عينة .

2.1. اكتب قانون تناقص النشاط الاشعاعي $A(t)$.

3.1. بالاعتماد على قانون التناقص السابق ، بين أنه يمكن الحصول على العلاقة الآتية : $-\ln(A) = at - \ln(b)$ (*) حيث a ، b ثوابت و t الزمن.

4.1. ما هو المدلول الفيزيائي لكل من a و b ؟ أحسب قيمة كل منهما .

2. الجدول الآتي يوضّح قيم نصف العمر ($t_{1/2}$) لبعض النظائر.

النظير	Mg	Al	Si	P	S
$t_{1/2}$(min)	10,2	مستقر	7,6	2,6	26

- بالاستعانة بالجدول ، حدّد طبيعة النظير المدروس $^{A}_{Z}X$.

التمرين 21 : باك 2018 – ع ت

I–يعتبر اليود من بين العناصر الكيميائية التي تُستخدم في علاج الأمراض السرطانية التي تُصيب الغُدّة الدّرقية.

يستخدم نظير اليود المشع $^{131}_{53}I$ الذي نصف عمره $t_{1/2} = 8\,jours$ في حقن شخص مصاب بعيّنة من النظير $^{131}_{53}I$ كتلتها $m_0 = 1{,}00\times10^{-3}\,mg$ يوم 10 ماي 2018 على الساعة الثامنة مساء.

1. حدّد تركيب نواة اليود $^{131}_{53}I$.

2. احسب قيمة N_0 ، عدد الأنوية الابتدائية الموجودة في العيّنة السابقة ، علمًا أنّ كتلة نواة واحدة من اليود $^{131}_{53}I$ هي $m(^{131}_{53}I) = 2{,}176\times10^{-25}\,kg$.

3. تتفكك نواة النظير $^{131}_{53}I$ فينبعث إلكترون $^{0}_{-1}e$.

1.3. كيف تفسّر انبعاث إلكترون من النواة؟

2.3. اعتمادا على السند الآتي، اكتب معادلة التفاعل المُنمْذجة لتفكك نواة اليود $^{131}_{53}I$.

$_{51}Sb$	$_{52}Te$	$_{53}I$	$_{54}Xe$	$_{55}Cs$

3.3. اكتب عبارة قانون التناقص الإشعاعي.

4.3. عرّف زمن نصف العمر، ثم استنتج العلاقة بين $t_{1/2}$ و ثابت التفكك λ .

5.3. احسب قيمة النشاط الإشعاعي A_0 للعيّنة السابقة عند اللحظة $t = 0$.

4. يمكث الشخص المصاب في المستشفى تحت المراقبة الطبية لعدة أيام، حتى تصل قيمة التناقص في النشاط الإشعاعي إلى 40% من قيمته الابتدائية.

– حدّد تاريخ وتوقيت خروج المريض من المستشفى.

باك 26

التمرين 22 : باك 2019 – ع ت

داء الفاكيز يصيب النخاع العظمي ويُحدِث تكاثر غير طبيعي في الكريات الحمراء. لمعالجة هذا المرض يُحقن المريض بمحلول يحتوي على نظير الفوسفور $^{32}_{15}P$ الذي يُدمر الكريات الحمراء الزائدة بفعل الإشعاع المُنبعث منه.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي لنظير الفوسفور.

المعطيات:

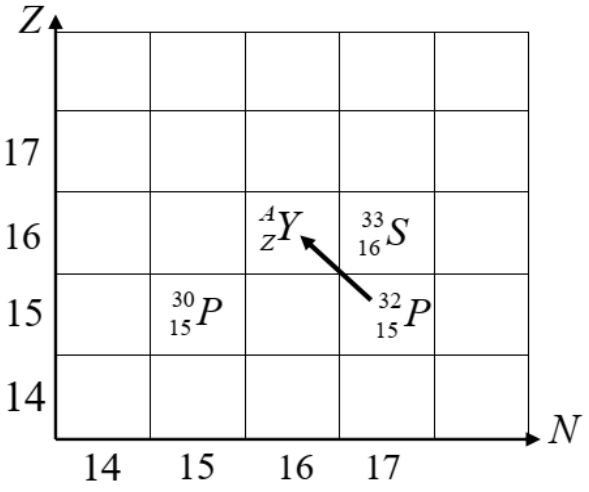
- ثابت أفوغادرو $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛
- نصف العمر $t_{1/2}(^{32}_{15}P) = 14,32\,jours$ ؛
- $m(^{32}_{15}P) = 31,97391u$ ؛
- $m(^{30}_{15}P) = 29,97831u$ ؛
- كتلة البروتون $m_p = 1,00728u$ ؛
- كتلة النيترون $m_n = 1,00866u$ ؛
- $1u = 931,5\,MeV/c^2$.

1. اذكر أنواع التفككات الإشعاعية الطبيعية مع تحديد الجسيم المنبعث عن كل تفكك.

2. اعتمادا على المخطط الممثل في الشكل 1:

1.2. استنتج قيمة كل من العددين A و Z ثم أعط رمز النواة الموافقة.

2.2. اكتب معادلة تفكك النواة $^{32}_{15}P$ إلى النواة $^{A}_{Z}Y$ ، محددا نوع التفكك النووي الحادث.



الشكل 1. مستخرج من المخطط $(N-Z)$

3. في اللحظة $t=0$ يُحقن مريض بجرعة من محلول يحتوي على كمية قدرها $n_0 = 3,12\times10^{-10}\,mol$ من نظير الفوسفور 32.

1.3. احسب عدد أنوية الفوسفور 32 المحتواة في هذه الجرعة.

2.3. يزول مفعول الجرعة عندما تتفكك 99% من الأنوية الابتدائية، بيّن أن مفعولها يزول بعد $95\,jours$ من لحظة الحقن.

4. لعنصر الفوسفور نظير آخر هو $^{30}_{15}P$.

1.4. احسب طاقة الربط النووي E_ℓ لكل من النواتين $^{30}_{15}P$ و $^{32}_{15}P$ بالـ MeV .

2.4. بيّن أي النواتين أكثر استقرارا مع التعليل.

التمرين 23 : باك 2019 – ت ر

للنشاط الإشعاعي عدة استعمالات من بينها المجال الطبي حيث يستعمل في تشخيص مختلف الأمراض وعلاجها. من بين التقنيات المعتمدة في العلاج بالإشعاع النووي، قذف الورم السرطاني للمصاب بالإشعاع المنبعث من أنوية الكوبالت $^{60}_{27}Co$ قصد تدميره، تصبح العينة غير صالحة للاستعمال إذا تناقص نشاطها الإشعاعي $A(t)$ الى 25% من نشاطها الإشعاعي الابتدائي A_0 .

باك 26

يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي للكوبالت $^{60}_{27}Co$.

المعطيات:

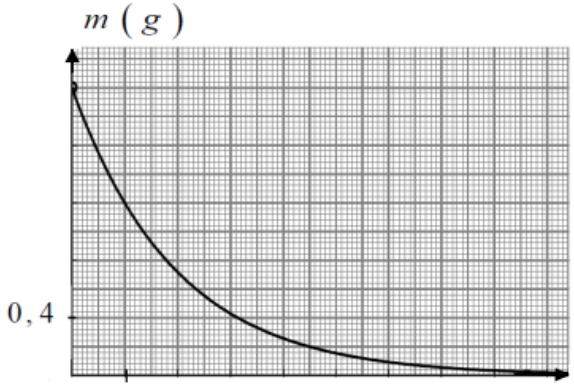
- ثابت أفوغادرو $N_A = 6,023\times10^{23} mol^{-1}$ ؛
- $1an = 365\ jours$.

1. في اللحظة $t=0$ ، تم تحضير عيّنة من الكوبالت $^{60}_{27}Co$ كتلتها m_0 ونمط تفككه الإشعاعي β^- .

1.1. عرّف كل من النواة المشعّة، الإشعاع β^- .

2.1. اكتب معادلة التفكك النووي لنواة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ محدّدا النواة الناتجة من بين النواتين ^{28}Ni ، ^{26}Fe

2. يمثل المنحنى المبين في الشكل 1 تطور كتلة عيّنة الكوبالت المتبقية خلال الزمن $m = f(t)$.



1.2. باستعمال قانون التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$ تأكد أنّ كتلة عيّنة الكوبالت المتبقية تكتب على الشكل: $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

2.2. من الشكل 1 حدّد الكتلة m_0 للعينة الابتدائية للكوبالت.

4.2. أثبت أن عبارة ثابت النشاط الإشعاعي λ تكتب على الشكل $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}}$ ثم احسب قيمته في جملة الوحدات الدولية $(S.I)$.

5.2. احسب N_0 عدد الأنوية المشعّة الابتدائية الموجودة في العيّنة عند اللحظة $t=0$.

6.2. جِد قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 .

7.2. حدّد بيانياً المدة الزمنية التي من أجلها تصبح عيّنة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ غير صالحة للاستعمال.

التمرين 24 : باك 2019 – ت ر

يُعتبر البلوتونيوم من المعادن الثقيلة غير الطبيعية والذي يتم الحصول عليه في المفاعلات النووية إنطلاقا من اليورانيوم 238. تضم عائلة البلوتونيوم أكثر من 15 نظيرا من بينها البلوتونيوم 241.

نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ نواة انشطارية وذلك عند قذفها بنيترون كما أنها نواة مشعة تصدر جسيمات β^- وإشعاعات γ .

يهدف التمرين إلى دراسة تفكك نواة البلوتونيوم 241 وانشطارها.

المعطيات:

$m_n = 1,00866\,u$; $m_p = 1,00728\,u$; $m(^{241}Pu) = 241,00514\,u$; $m(^{141}Cs) = 140,79352\,u$

$E_l(^{98}Y) = 832,91\,MeV$; $1u = 931,5\,MeV/c^2$; $N_A = 6,023\times10^{23}\,mol^{-1}$

العنصر	اليورانيوم	النيبتونيوم	البلوتونيوم	الأميريكيوم
رمز النواة	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$	$_{95}Am$

باك 26

أ. بن ثابت مختار

1. دراسة تفكك نواة البلوتونيوم 241:

1.1. عرّف كل من: نواة انشطارية، نواة مشعة.

2.1. أعط تركيب نواة البلوتونيوم 241.

3.1. اكتب معادلة التفكك الإشعاعي لنواة البلوتونيوم 241 باعتبار النواة البنت المتشكلة تكون في حالة إثارة.

4.1. فسّر إصدار نواة البلوتونيوم 241 لإشعاعات γ.

التمرين 25 : باك 2020 – ع ت

5. يخضع رواد الفضاء عند عودتهم إلى الأرض لفحص طبي شامل. في أحد اختباراته، يُحقن رائد الفضاء بعينة مشعة كتلتها $m_0 = 0,8g$ تحتوي نظير اليود ^{131}I المميز بالنمط الإشعاعي β^- وبنصف عمر $8 jours$.

يعطى: ثابت أفوغادرو $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$، الكتلة المولية الذرية لنظير اليود $M(^{131}I) = 131 g \cdot mol^{-1}$

رمز العنصر	Sb	Te	I	Xe
العدد الذري Z	51	52	53	54

1.5. ماذا يمثل β^-؟

2.5. اكتب معادلة تفكك اليود ^{131}I مستعينا بالجدول المقابل.

3.5. احسب N_0 عدد الأنوية الابتدائية للعينة المشعة ثم استنتج قيمة نشاطها الإشعاعي الابتدائي A_0.

4.5. بعد مدة زمنية t_1 تفقد العينة المشعة 80% من نشاطها الإشعاعي الابتدائي.

1.4.5. بيّن أنّ $t_1 = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\frac{A_0}{A(t_1)}$ حيث $A(t_1)$ النشاط الإشعاعي للعينة عند اللحظة t_1.

2.4.5. احسب المدة الزمنية t_1.

التمرين 26 : باك 2020 – ت ر

يعتبر الطب من أهم المجالات التي عرفت استعمال النشاط الإشعاعي في تشخيص وعلاج الأمراض وذلك بحقن أنوية مشعة معينة في جسم الإنسان، من بين تلك الأنوية التكنيسيوم $^{99}_{43}Tc$ الذي يستعمل في التصوير الإشعاعي للعظام وذلك لمدة حياته القصيرة وقلة خطورته.

معطيات:

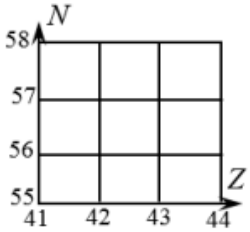
النظير	$^{99}_{43}Tc$	$^{97}_{43}Tc$
طاقة الربط $E_\ell(MeV)$	852,53	836,28
نصف العمر $t_{1/2}$	$6 heures$	$90,1 jours$

1. للتكنيسيوم عدة نظائر منها النظيران المبينان في الجدول أعلاه.

1.1. عرِّف النظائر وأعط تركيب نواة التكنيسيوم 99.

2.1. يُفضّل طبيا استعمال نظير التكنيسيوم 99 بدلا من نظير التكنيسيوم 97 في التصوير الإشعاعي، برِّر.

باك 26



3.1. حدِّد النظير الأكثر استقرارا مع التعليل.

4.1. ينتج التكنيسيوم 99 عن الموليبدان $^{99}_{42}Mo$.

1.4.1. اكتب معادلة التحول النووي محدِّدا نوع التفكك.

2.4.1. مثِّل هذا الإشعاع على المخطط (Z,N) المقابل.

2. من أجل تشخيص حالة عظام مريض يستعمل التكنيسيوم 99 في التصوير بالإشعاع النووي، يحقن المريض بجرعة من التكنيسيوم 99 نشاطها الإشعاعي $A_0 = 5\times10^8$ Bq في اللحظة $t = 0$ وتؤخذ صورة للعظام المفحوصة في اللحظة t_1 عندما يصبح النشاط الإشعاعي للجرعة $A_1 = 0,6A_0$.

1.2. تحقَّق من أن قيمة ثابت النشاط الإشعاعي للتكنيسيوم 99 هي $\lambda = 3,2\times10^{-5}\ s^{-1}$.

2.2. احسب عدد الأنوية N_0 التي تم حقنها في اللحظة $t = 0$.

3.2. حدِّد اللحظة t_1 التي أُخِذت عندها صورة العظام.

4.2. جِد المدة الزمنية t_2 التي من أجلها يختفي النشاط الإشعاعي للجرعة المحقونة في جسم المريض.

التمرين 27 : باك 2021 – ت ر

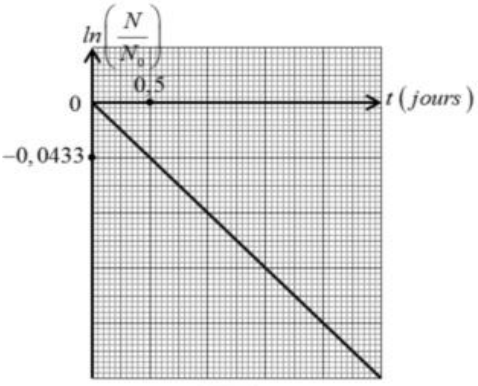
السَّبَانِخْ معروفة في الجزائر بنبات "السلق"، أحد أهم المأكولات الصحية، قد تتلوث بِبعض العناصر المشعة كاليود مثلا وتعتبر السبانخ غير مُلوَثة باليود131 المشع إذا كان نشاطه A لا يتعدى 2000Bq في الكيلوغرام الواحد كحد أقصى مسموح به.

أراد فريق من العلماء اليابانيين دراسة التناقص الإشعاعي لليود131 المشع في عينة من السبانخ المُلَوَّثة به وتحديد المدة التي يجب انتظارها لتناولها، بعد أن وَرَدَ إليهم عن طريق وسائل الاعلام التي غطت الكارثة النووية لمحطة فوكوشيما اليابانية يوم 11 مارس 2011 " **إنَّ معدلات التلوث بالإشعاع النووي الذي أصاب المزارع قد تجاوز في بعض الأحيان 10 مرات المعدلات المسموح بها** ".

معلومة: يتراوح نشاط اليود131 المشع في السبانخ بين 6100Bq و 15020Bq في الكيلوغرام الواحد.

ومُثِّل بيان تطور $ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$ بدلالة الزمن t لليود131 المشع (الشكل1)

حيث: N_0 عدد الأنوية الابتدائية في العينة المشعة و N عدد الأنوية المتبقية في هذه العينة في اللحظة t.



الشكل1

1. اشرح الجملة الواردة عن وسائل الإعلام:

" **إنَّ معدلات التلوث بالإشعاع النووي الذي أصاب المزارع قد تجاوز في بعض الأحيان 10 مرات المعدلات المسموح بها**".

2. ينتج عن تفكك نواة اليود $^{131}_{53}I$ نواة الكزينون $^{A}_{Z}Xe$ بنمط اشعاعي β^-

1.2. اكتب معادلة تفكك نواة اليود $^{131}_{53}I$ وعيِّن قيمة كل من A و Z

2.2. اعتمادا على قانون التناقص الإشعاعي، جِد العلاقة بين $t_{1/2}$ زمن نصف العمر و λ ثابت النشاط الاشعاعي.

3.2. باستغلال المنحنى البياني (الشكل1)، جِدْ قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لليود131 المشع.

3. أعطى قياس نشاط لعينة من السبانخ كتلتها $1g$ المأخوذة من مكان الحادث القيمة $8Bq$ في لحظة نعتبرها مبدأ لقياس الأزمنة.

1.3. احسب عدد الأنوية N_0 لليود131 المشع المتواجدة في عينة كتلتها $1kg$ من السبانخ المُلوّثة باليود131.

2.3. جِدْ أصغر مُدَّة زمنية يجب انتظارها لتناول السبانخ.

3.3. حدِّد تاريخ بداية استهلاك هذه السبانخ علما أنَّ نتائج فريق البحث كانت في تاريخ 11 مارس 2011.

التمرين 28 : باك 2021 – ع ت

التمرين الثاني: (07 نقاط)

نيزك هوبا، أكبر قطعة حديدية طبيعية على سطح الأرض.

- موقع الاكتشاف: ناميبيا
- تاريخ الاكتشاف: 1920
- زمن نصف عمر الحديد 60 : $t_{1/2} = 2,62\times10^6\ ans$
- عمر النيزك هوبا عند تاريخ الاكتشاف: حوالي $8\times10^4\ ans$.

الصورة: نيزك هوبا
https://ar m.wikipedia.org

الهدف: توظيف المخطط (N,Z) والتأريخ بالاعتماد على قانون التناقص الإشعاعي.

1. تتحول الأنوية غير المستقرة إلى أنوية مستقرة وفق آلية التفكك الإشعاعي، يرافق ذلك انبعاث إشعاعات ألفا (α)، بيتا (β) وغاما (γ).
تُنمذج سلسلة التفككات المتتالية لنواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ من عائلتها المشعة كما يلي:

$$^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\cdots} {}^{\cdots}_{86}Rn \xrightarrow{\alpha} {}^{218}_{\cdots}Po \xrightarrow{\cdots} {}^{\cdots}_{82}Pb \xrightarrow{\cdots} {}^{\cdots}_{83}Bi \xrightarrow{\cdots} {}^{214}_{\cdots}Po$$

1.1. أعط تعريف العائلة المشعة.

2.1. أكمل الفراغات في سلسلة تفككات نواة الراديوم226.

2. باستغلال الشكل3 المستخرج من المخطط (N,Z):

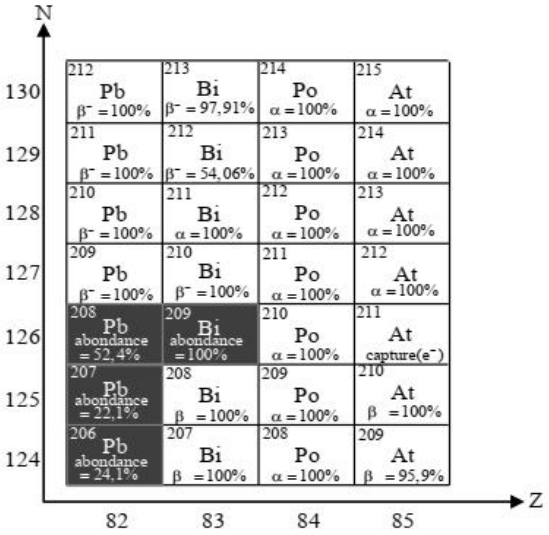
1.2. اكتب معادلة التفكك الأول لنواة البولونيوم 214 .

2.2. بيّن طبيعة النشاط الإشعاعي للنواة البنت الناتجة عن هذا التفكك.

3.2. استخرج من الشكل3 النواة البنت المستقرة من العائلة المشعة للراديوم 226 مع كتابة سلسلة التفككات الحادثة.

3. مبدأ التأريخ بالنشاط الإشعاعي هو عملية لتحديد عمر الصخور، الحفريات، النيازك، ...

1.3. اذكر قانون التناقص الإشعاعي لعدد الأنوية غير المتفككة $N(t)$ لعينة تحتوي في البداية N_0 نواة مشعة.



الشكل3. مستخرج من المخطط (N,Z)

باك 26

2.3. أعط تعريف $t_{1/2}$ زمن نصف العمر لعينة مشعة ثمّ أثبت أنّ العلاقة النظرية لزمن نصف العمر بدلالة λ ثابت النشاط الإشعاعي هي: $t_{1/2}=\frac{ln2}{\lambda}$.

3.3. تأكد من عمر النيزك هوبا سنة اكتشافه علما أنّ النسبة بين عدد أنوية الحديد 60 المتبقية سنة اكتشافه في العينة وعدد أنويته الابتدائية هي: $\frac{N\left({}^{60}_{26}Fe\right)}{N_0\left({}^{60}_{26}Fe\right)}=0,9789$.

التمرين 29 : باك 2022 – ت ر

إنّ غالبية الأنوية المشعّة تتحول إلى أنوية مُستقرة أو أكثر منها استقرارا. الآلية التي تتحول بها تُدعى ظاهرة النشاط الاشعاعي، تُؤدي إلى إصدار اشعاعات يُمكن أن يكون لها مَنافع ومَخاطر.

يهدف هذا التمرين إلى التطرق لبعض المفاهيم المُتعلقة بظاهرة النشاط الاشعاعي ومعرفة المقادير المتعلقة بها.

معطيات : – ثابت أفوغادرو $N_A=6,02\times10^{23}mol^{-1}$, $M({}^{212}_{83}Bi)=212g.mol^{-1}$, $t_{1/2}({}^{212}_{83}Bi)=60\min$

– جزء من الجدول الدوري للعناصر.

Z	81	82	83
العنصر	التاليوم	الرصاص	البيزموت
الرمز	Tl	Pb	Bi

1. استقرار وعدم استقرار الأنوية :

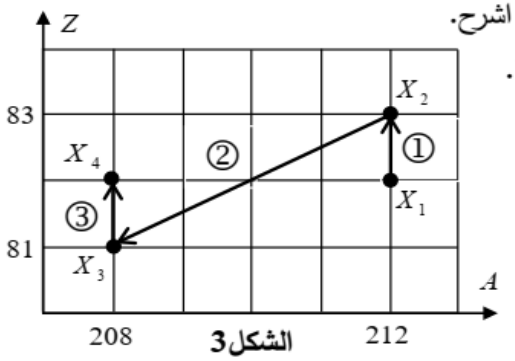
1.1. ما المقصود بنواة مُشعّة؟

2.1. ماهي القوة التي تُحافظ على تماسك النواة وتجعلها مُستقرة ؟ اشرح.

3.1. تُوجد أربعة أنماط من الاشعاعات، أعط الرمز ${}^{A}_{Z}X$ لكل منها.

2. التحولات النووية:

يُمثل (الشكل3)، جُزءًا من المُخطط (Z,A) لبعض الأنوية المُشعّة X_1، X_2، X_3 و X_4. والتحولات الثلاثة ①،②،③ التي تحدث لها.



الشكل3

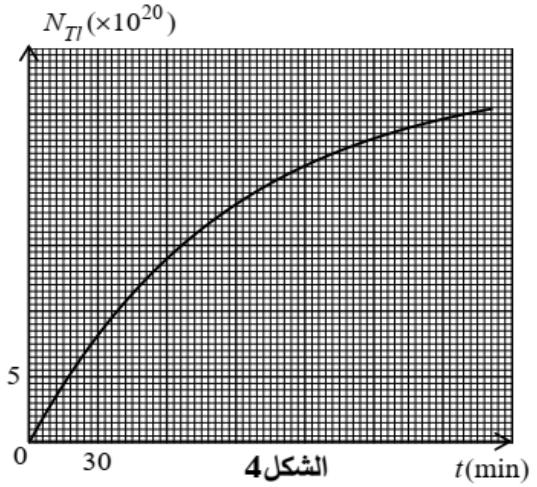
1.2. تعرَّف على هذه الأنوية بإعطاء الرمز ${}^{A}_{Z}X$ لكُل منها.

2.2. هل النواتان X_1 و X_2 تُمثلان نظيرين؟ علِّل.

3.2. اكتب المعادلات المُنمذجة للتحولات الثلاثة ①،②،③.

3. قانون التناقص الاشعاعي:

نعتبر عند اللّحظة $t=0$ عيّنة من نظير البيزموت 212 كتلتها m_0، نشاطها A_0 تحتوي على N_0 نواة مشعّة تتفكك لتتحول إلى أنوية التاليوم 208. حيث $N(t)$ عدد أنوية البيزموت 212 الموجودة في العيّنة عند لحظة t.



الشكل4

1.3. ذكِّر بقانون التناقص لعدد أنوية البيزموت212 بدلالة: N_0 ، λ (ثابت النشاط الاشعاعي) و t.

2.3. يُمثّل (الشكل4) تطور عدد أنوية التاليوم 208 المتشكّلة من تفكك عيّنة من نظير البيزموت ${}^{212}_{83}Bi$ خلال الزمن.

1.2.3. بيّن أنّ عدد أنوية التاليوم 208 المُتشكّلة في لحظة t تُعطى بالعلاقة: $N_{(Tl)}(t)=N_0(1-e^{-\lambda t})$.

2.2.3. عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ثم جِدْ بيانياً N_0 واستنتج قيمة كل من m_0 و A_0 لعيّنة البيزموت المشعّة.

التمرين 30 : باك 2023 – ع ت

"**اليربوع الأزرق**" اسم أطلق على أحد التّفجيرات النّووية الفرنسية في الصّحراء الجزائرية بمنطقة الحمّودية برقّان، وذلك بتاريخ 13 فيفري 1960. خلّف هذا التّفجير النّووي ضحايا وتشوّهات طالت الإنسان والحيوان وأضرّت بالبيئة بفعل الطاقة الهائلة المتحرّرة من التّفجير والإشعاعات المنبعثة من النّفايات المخلّفة.

انفجار قنبلة نووية

إنّ معظم الطاقة المُحرّرة من القنبلة النووية المفجرّة نتج عن انشطار البلوتونيوم 239 .

معطيات:

* للبلوتونيوم عدة نظائر اصطناعية منها:

– البلوتونيوم 238 : يصدر الإشعاعات ألفا (α) وغاما (γ)، $M(^{238}Pu) \simeq 238g.mol^{-1}$

– البلوتونيوم 239 : انشطاري.

* $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ، $1u = 931,5MeV/c^2$ ، 1an=365jours

النواة	$^{102}_{42}Mo$	$^{135}_{52}Te$	$^{239}_{94}Pu$	$^{1}_{0}n$	$_{92}U$
الكتلة (u)	101,9130	134,9167	239,0521	1,0087	
طاقة الربط (MeV)	852,88	1103,83	.....	0	

يهدف التّمرين إلى دراسة النّشاط الإشعاعي لعيّنة من أنوية البلوتونيوم 238، وحساب الطّاقة المحرّرة من انشطار نواة البلوتونيوم 239.

I– دراسة النشاط الإشعاعي للبلوتونيوم 238:

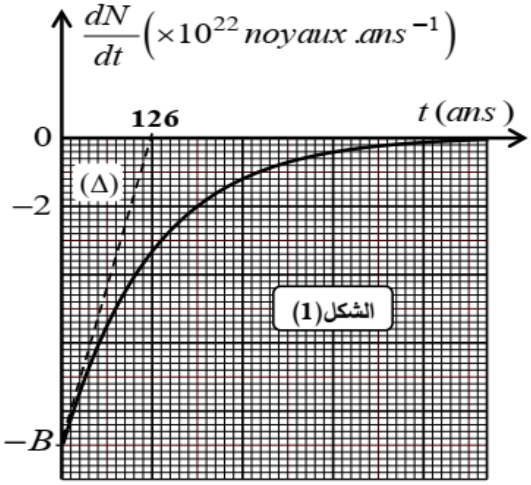
1. أعط تركيب نواة البلوتونيوم 238.

2. اكتب معادلة التّفكك النّووي لنواة البلوتونيوم 238.

3. في 20 أوت 1977 أُطلق المسبار فوياجر2، والذي زُوّد ببطارية نووية تُنتج طاقة كهربائية مصدرها التّفكك النّووي لعيّنة من البلوتونيوم 238 كتلتها m_0 .

بواسطة برمجية مناسبة تحصّلنا على المنحنى البياني الممثّل لتغيرات $\frac{dN(t)}{dt}$ بدلالة الزمن t (الشكل(1)).

(المستقيم (Δ) يمثّل مماس المنحنى في اللحظة t=0)



1.3. اكتب العبارة الحرفية لقانون التّناقص الإشعاعي.

2.3. عبّر عن $\frac{dN(t)}{dt}$ بدلالة عدد الأنوية الابتدائية N_0، ثابت التفكك الإشعاعي λ والزمن t.

3.3. باستغلال المنحنى البياني، جد:

1.3.3. قيمة الثّابت B معطيا مدلوله الفيزيائي.

2.3.3. قيمة ثابت التّفكك الإشعاعي λ ، ثمّ استنتج قيمة m_0 .

4.3. نعتبر أنّ صلاحية البطّارية تنتهي عندما يتناقص نشاطها الإشعاعي بنسبة 32% من قيمته الابتدائية.

– حدّد بالسنوات العمر الافتراضي للبطّارية.

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 31 : باك 2023 – ت ر

في 26 أفريل 1986، أدّى خطأ في تشغيل أنظمة تبريد اليورانيوم إلى انفجار في المفاعل النّووي (تشرنوبيل)، نتج عنه تسرّب أنوية مشعّة خطيرة إلى الغلاف الجوّي من بينها أنوية السّيزيوم 137، التي تنتشر في جميع أنحاء جسم الإنسان عند انتقالها إليه عن طريق الهواء، الغذاء، الماء وتتسبب في خطر الإصابة بداء السرطان. بعد مرور حوالي سبعة وثلاثين عاما عن هذه الحادثة، بيّنت القياسات، أن بعض النّظائر المشعّة المتسرّبة لا تزال متواجدة، في حين أن بعضها قد اندثر واختفى كليّا.

يهدف التّمرين إلى دراسة التّفكك الإشعاعي لأنوية السّيزيوم 137 المُشعّة.

معطيات:

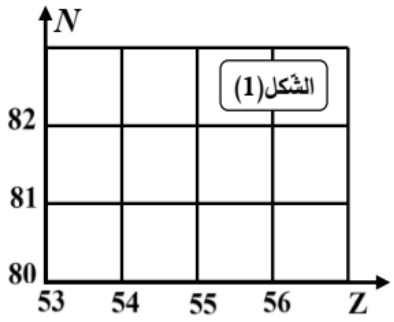
$N_A = 6,02\times10^{23} mol^{-1}$ ، $M(^{137}Cs) = 137 g.mol^{-1}$ ، $1an = 31557600s$

1. عرّف النّواة المشعّة، واذكر خصائص النّشاط الإشعاعي.

2. تتفكك نواة السّيزيوم 137 وفق معادلة التّحول النّووي التّالية: $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

1.2. بتطبيق قانوني انحفاظ صودي، جد كلا من A و Z محدّداً النّواة النّاتجة بالاعتماد على السّنَد التّالي:

رمز النّواة	$^{132}_{54}Xe$	$^{134}_{55}Cs$	$^{138}_{56}Ba$	$^{137}_{57}La$



2.2. اذكر نمط التّفكك وفسّر كيفيّة حدوثه.

3.2. مثّل هذا التّحول النّووي في المخطّط (N,Z) (الشكل(1)).

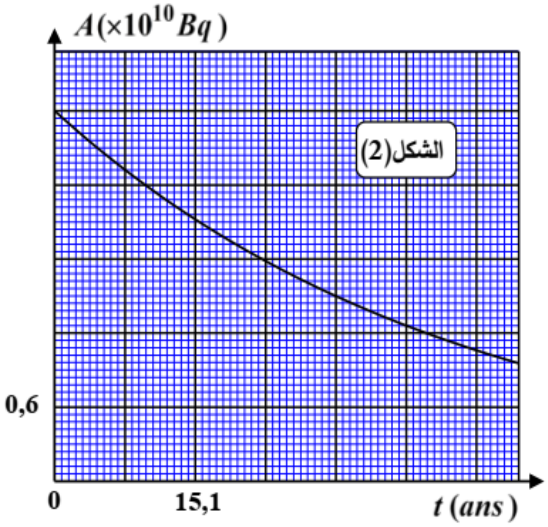
3. توضع عيّنة مشعّة من السّيزيوم 137 كتلتها m_0 أمام عدّاد جيجر – مولر الذي يقيس النشاط A للعيّنة، فنحصل على المنحنى البياني الممثّل لتغيّرات النّشاط A للعيّنة بدلالة الزّمن t (الشّكل(2)– انظر الصفحة(2)).

1.3. حَدِّد زمن نصف عمر السّيزيوم 137.

2.3. اكتب عبارة قانون تناقص النشاط $A(t)$ لعينة مشعة،

وبيّن أنّ ثابت التّفكك الاشعاعي λ يكتب على الشّكل: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$.

3.3. احسب قيمة كتلة السّيزيوم الابتدائية m_0.



4. احسب المدّة الزمنيّة اللازمة لتفكّك 99% من أنوية السّيزيوم 137 الابتدائية والكافية للتّخلص من الآثار السلبيّة لتفككه.

5. هل أصبحت المنطقة التي حصل فيها الانفجار النووي آمنة من أخطار هذا النّشاط الإشعاعي في وقتنا الحالي؟

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 32 : باك 2024 – ع ت

يَعْتَمِدُ الطِّبُّ النّووي على حقن مواد مشعّة في جسم الإنسان بهدف التّشخيص والعلاج، ومنها نظير الزّنك $^{62}_{30}Zn$ الموجود في محلول أَسِيتات الزّنك الذي يستعمل في علاج بعض الأورام وذلك لقصر مُدَّةِ حياته.

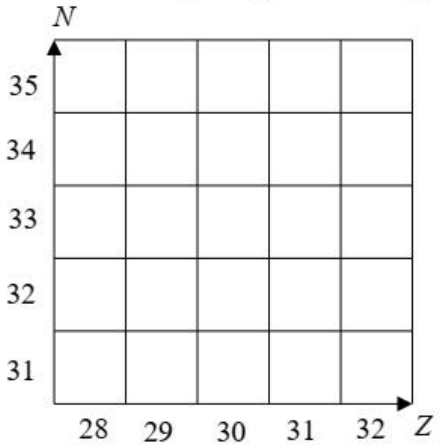
يهدف هذا التّمرين إلى دراسة أحد استعمالات الزّنك في مجال الطّب النّووي.

معطيات:

- زمن نصف عمر الزّنك 62 : $t_{1/2}\left(^{62}_{30}Zn\right)=9,186\ heures$ ؛
- ثابت أفوغادرو : $N_A=6,02\times10^{23}\ mol^{-1}$ ؛ الكتلة المولية للزّنك 62 : $M=62\,g\cdot mol^{-1}$ ؛
- $m\left(^{62}_{30}Zn\right)=61,9179\,u$ ؛ $m\left(^{1}_{1}p\right)=1,0073\,u$ ؛ $m\left(^{1}_{0}n\right)=1,0087\,u$ ؛
- $\frac{E_\ell}{A}\left(^{A}_{Z}Cu\right)=8,74\,MeV/nuc$ ؛ $1u=931,5\,MeV/c^2$.

أوّلاً: دراسة النّشاط الإشعاعي لنظير الزّنك $^{62}_{30}Zn$

النّواة $^{62}_{30}Zn$ مشعّة، وهي إحدى نظائر عنصر الزّنك الذي له ثلاثون نظيرا منها خمسة نظائر مستقرّة.



الشّكل1. المخطط (N,Z)

1. عَرِّفْ النّواة المشعّة.
2. أعْطِ تركيب نواة الزّنك $^{62}_{30}Zn$.
3. تتفكّك نواة الزّنك $^{62}_{30}Zn$ تلقائيا فينتج عنها نواة النّحاس $^{A}_{Z}Cu$ والجسيم β^+ . والنّواة البنت النّاتجة تتفكّك بدورها لتعطي نواة النّيكل المستقرّة $^{62}_{28}Ni$.
   1.3. عَرِّف الجُسَيْم β^+ وبَيِّن آلية إصداره.
   2.3. اكتب معادلة كلّ تفكّك نووي، محدّدا العددين A و Z .
   3.3. أعِدْ رسم **الشّكل1** ومثّل عليه التّحولين النّوويّين السّابقين.

ثانيًا:

1. اكتب علاقة التّكافؤ : كتلة–طاقة لأينشتاين.
2. عَرِّفْ طاقة الرّبط للنّواة $^{A}_{Z}X$ واحسب قيمتها بالنّسبة لنواة الزّنك $^{62}_{30}Zn$.
3. حَدِّدْ النّواة الأكثر استقرارا من بين النّواتين $^{62}_{30}Zn$ و $^{A}_{Z}Cu$.

ثالثًا: من أجل علاج حالة مَرَضِيَّة، تُحَضَّرُ جُرْعَةٌ كتلتها $m_0=10\mu g$ في اللحظة $t=0$ ، لِيُحْقَنَ بها المريض في اللحظة t_1 عندما يصبح نشاط العيّنة النّاتجة عن الزّنك $^{62}_{30}Zn$ هو $A_1=0,6A_0$.

1. لماذا يُفضّل استخدام هذا النّظير في العلاج؟
2. اكْتُبْ عبارة $A(t)$ ، قانون التّناقص لنشاط عيّنة مُشِعَّة.
3. احْسُبْ قيمة النّشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 واستنتج اللحظة t_1 التي يُحْقَنُ فيها المريض بالجرعة.

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 33 : باك 2024 – ت ر

يستعمل أَخِصَّاءُ الطِّب النّووي الثّاليوم 201 في تقنيّات التّصوير النّووي للقلب.

يُحْقَنُ المريض بجرعة من محلول كلور الثّاليوم 201، ليقوم بعدها بجهد بدني يتمّ خلاله تسجيل صور لقلبه.

يهدف التّمرين إلى دراسة عيّنة مُشعّة من الثّاليوم مُستخدمة في التّصوير الطّبي.

معطيات:

- زمن نصف العمر: $t_{1/2}\left({}^{201}_{81}\text{Tl}\right) = 73\,heures$ ؛ $t'_{1/2}\left({}^{202}_{81}\text{Tl}\right) = 294\,heures$ ؛
- ثابت أفوغادرو: $N_A = 6{,}02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولّية للثّاليوم 201 : $M = 201\,g\cdot mol^{-1}$

1. نواة الثّاليوم 201 ذات نمط إشعاعي β^+، تتفكّك معطية نواة الزّئبق Hg مع إصدار إشعاع γ.

1.1. عَرِّفْ النّشاط الإشعاعي.

2.1. اكْتُبْ معادلة تفكّك نواة الثّاليوم 201 .

2. تلقّت مصالح الطّب النّووي لمستشفى يوم الأربعاء على السّاعة 8 صباحا قارورة من محلول كلور الثّاليوم 201 نشاطها $153{,}9\times10^{6}\,\text{Bq}$ ليتم استعمالها لإجراء عملية تصوير لمريض يوم الخميس على السّاعة 8 صباحا حيث يتلقّى المريض حقنة من المحلول المشع نشاطها $11\times10^{7}\,\text{Bq}$.

1.2. احسب قيمة النّشاط $A(t)$ للمحلول المشع لحظة استعماله.

3. في الحقيقة محلول الثّاليوم المستقبل يوم الأربعاء السّاعة 8 صباحا يحتوي على نظير آخر هو الثّاليوم 202 حيث أنّ النّسبة بين A_{02} نشاط الثّاليوم 202 و A_{01} نشاط الثّاليوم 201 في المحلول هذا اليوم تساوي $\frac{A_{02}}{A_{01}} = 0{,}005$.

1.3. بالاعتماد على قانون تناقص النّشاط الإشعاعي، بيّن أنّ النّسبة $\frac{A({}^{202}_{81}\text{Tl})}{A({}^{201}_{81}\text{Tl})}$ تكتب في كل لحظة بالعلاقة:

$$\frac{A({}^{202}_{81}\text{Tl})}{A({}^{201}_{81}\text{Tl})} = 0{,}005\times e^{1{,}982\times10^{-6}t}$$

2.3. لا يُمكن استخدام هذا المحلول إلاّ إذا كانت النّسبة بين نشاط الثّاليوم 202 ونشاط الثّاليوم 201 أقل من 2% .

جِدْ المدّة الزّمنيّة الّتي من أجلها تصبح القارورة غير صالحة للاستخدام.

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 34 : باك 2024 – ت ر

صخرة المونازايت

الثّوريوم عنصر معدنيّ مشعّ رمزه الكيميائي Th وعدده الشّحني 90، يَحْتَلُّ المرتبة التّاسعة والثّلاثين من حيث نسبة تواجده في القشرة الأرضيّة. توجد أكبر التّرسبات لأكسيد الثّوريوم في صخور المونازايت. للثّوريوم عدّة نظائر منها الثّوريوم 232 وهو نظير طبيعي مشعّ نصف عمره حوالي 14 مليار سنة، فهو النّظير الأول في عائلته الإشعاعيّة.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة بعض الخواص الإشعاعيّة لعنصر الثّوريوم.

معطيات:

- زمن نصف عمر اليورانيوم 234: $t_{1/2}\left({}^{234}_{92}\mathrm{U}\right)=2,455\times10^{5}\,ans$ ؛
- $1u=931,5\,MeV/c^{2}$ ؛ $m({}^{1}_{0}n)=1,00866u$ ؛
-

النّظير	${}^{233}_{92}\mathrm{U}$	${}^{137}_{54}\mathrm{Xe}$	${}^{94}_{38}\mathrm{Sr}$
الكتلة (u)	233,03963	136,91156	93,91536

1. الثّوريوم 232 والانشطار النّووي

1.1. نقذف نواة الثّوريوم 232 بنيترون فينتج النّظير ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ وفق معادلة التّفاعل التّالي:

$$ {}^{232}_{90}\mathrm{Th}+{}^{1}_{0}n={}^{A}_{Z}\mathrm{X}\ \ .....\ \ (1) $$

1.1.1. عرّف تفاعل الانشطار النّووي.

2.1.1. هل التّفاعل رقم (1) هو تفاعل انشطار نوويّ؟ برّر إجابتك.

3.1.1. أكمل المعادلة رقم (1).

2.1. يتفكّك النّظير ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$ بدوره تفكّكين متتاليين ومتماثلين، فينتج النّظير ${}^{233}_{92}\mathrm{U}$.

ينشطر اليورانيوم ${}^{233}_{92}\mathrm{U}$ عند قذفه بنيترون وفق المعادلة التّالية:

$$ {}^{233}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}n={}^{137}_{54}\mathrm{Xe}+{}^{94}_{38}\mathrm{Sr}+3\,{}^{1}_{0}n\ \ .....\ \ (2) $$

احسب الطّاقة المتحرّرة عن انشطار النّواة ${}^{233}_{92}\mathrm{U}$.

2. الثّوريوم 230 والتّأريخ

ينتج الثّوريوم 230 عن تفكّك اليورانيوم 234 ويتواجد النّظيران السّابقان في التّرسبّات البحريّة في المحيطات والبحار.

تستخدم النّسبة بين النّظيرين في تحديد عمر الصّخور والتّرسبّات البحريّة.

1.2. اكتب معادلة تفكّك اليورانيوم 234 وحدّد نمط التّفكّك الحادث.

2.2. تحتوي عيّنة من صخرة مرجانيّة في اللّحظة t على عدد من أنوية الثّوريوم 230 $N({}^{230}_{90}\mathrm{Th})$ وعدد من أنوية اليورانيوم 234 $N({}^{234}_{92}\mathrm{U})$، علما أنّ أنوية الثّوريوم 230 $N({}^{230}_{90}\mathrm{Th})$ تنتج فقط عن تفكّك أنوية اليورانيوم 234 المتواجدة في الصّخرة.

1.2.2. ذَكِّرْ بقانون التّناقص الإشعاعي.

2.2.2. بيّن أنّ النّسبة بين عدد أنوية الثّوريوم 230 $N({}^{230}_{90}\mathrm{Th})$ إلى عدد من أنوية اليورانيوم 234 $N({}^{234}_{92}\mathrm{U})$ تعطى بالعبارة: $\dfrac{N({}^{230}_{90}\mathrm{Th})}{N({}^{234}_{92}\mathrm{U})}=e^{\lambda t}-1$

3.2.2. احسب عمر الصّخرة المرجانيّة من أجل: $\dfrac{N({}^{230}_{90}\mathrm{Th})}{N({}^{234}_{92}\mathrm{U})}=\dfrac{3}{4}$

باك 26

أ. بن ثابت مختار

التمرين 35 : باك 2025 – ع ت

التمرين الأوّل:(06 نقاط)

يُستعمل السماريوم 153 المشع في علاج بعض سرطانات البروستات والعظام... وذلك لقصر مدّة حياته.

يهدف هذا التّمرين إلى دراسة النّشاط الإشعاعي للسماريوم 153 وطريقة تحضيره.

معطيات:

- زمن نصف العمر للسماريوم 153: $t_{1/2} = 46,28\,heurs$ ؛
- الثوابت: $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛ $1MeV = 1,6\times10^{-13}\,J$ ؛ $1u = 931,5\,MeV/c^2$ ؛
- كتل الأنوية: $m(^{153}_{62}Sm) = 152,92210\,u$ ؛ $m(^{80}_{30}Zn) = 79,94434\,u$ ؛ $m(^{235}_{92}U) = 234,99333\,u$ ؛ $m(^{1}_{0}n) = 1,00866\,u$ ؛ الكتلة المولية الذرية للسماريوم: $M(^{153}_{62}Sm) = 153\,g\cdot mol^{-1}$.

أوّلا: دراسة النّشاط الإشعاعي لنواة السماريوم 153

1. يَنتج عن تفكّك نواة السماريوم $^{153}_{62}Sm$ نواة الأوروبيوم $^{A}_{Z}Eu$ وجسيم β^-.
اكتب معادلة التّفكّك النّووي الحادث مُحدّدا العددين A و Z.

2. من أجل علاج سرطان البروستات لمريض، تُحضّر في اللّحظة $t_0 = 0$ جُرعة تحتوي على عيّنة من السماريوم 153 المشع كتلتها $m_0 = 100\,\mu g$.

1.2. بيّن سبب استعمال السماريوم 153 المشع في علاج بعض الأمراض.

2.2. جِد N_0 عدد الأنوية المشعّة الابتدائيّة.

3.2. أثبت أنّ نشاط العيّنة المشعّة يُكتب بالعلاقة: $A(t) = A_0\,e^{-\lambda t}$ حيث: λ ثابت التفكك و A_0 النشاط الابتدائي.

4.2. تكون العيّنة المشعّة غير صالحة للاستعمال إذا أصبح نشاطها $A(t) = \frac{A_0}{4}$.
احسب t اللّحظة التي تصبح عندها العيّنة غيْر صالحة للاستعمال.

ثانيا: التّحضير الاصطناعي للسماريوم 153

نظير السماريوم $^{153}_{62}Sm$ معدن نادر في القشرة الأرضيّة، فهو يُحضّر اصطناعيّا عن طريق قذف نواة اليورانيوم 235 بواسطة نيترون حراري، أحد هذه الانشطارات يُنمذج بالتّحوّل النّووي المُعبّر عنه بالمعادلة (*):

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{153}_{62}Sm + ^{80}_{30}Zn + 3\,^{1}_{0}n \quad .....(*)$$

1. سَمِّ ثمّ عرّف التّفاعل المنمذج بالمعادلة (*).

2. برّر قَذف نواة اليورانيوم بالنيترون وليس ببروتون.

3. احسب الطّاقة المُتحرّرة عن انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235. فسّر مصدر هذه الطّاقة.

4. استنتج الطّاقة المُتحرّرة بـ MeV ثمّ بالجول J عند تحضير الجرعة السّابقة عن طريق التحوّل المُنمذج بالمعادلة (*).

باك 26

التمرين 36 : باك 2025 – ت ر

التمرين الثّاني: (04 نقاط)

لعنصر اليورانيوم U ثلاث نظائر طبيعيّة وهي اليورانيوم234 واليورانيوم235 واليورانيوم238. يُستعمل اليورانيوم الغني بالنّظير 235 كوقود في المفاعلات النّوويّة والغوّاصات النّوويّة...

يَهدف هذا التّمرين إلى دراسة أهميّة الطّاقة المتحرّرة من تفاعلات انشطار اليورانيوم 235.

معطيات:

- طاقة الرّبط لكلّ نويّة: $E_\ell\left({}^{235}_{92}\mathrm{U}\right)/A = 7,6\,MeV/nucl$ ؛ $E_\ell\left({}^{140}_{Z_2}\mathrm{Xe}\right)/A = 8,1\,MeV/nucl$ ؛
- كتل الأنويّة: $m\left({}^{A_1}_{38}\mathrm{Sr}\right) = 93,9154\,u$ ؛ $m\left({}^{1}_{0}n\right) = 1,0087\,u$ ؛ $m\left({}^{1}_{1}p\right) = 1,0073\,u$ ؛
- الثّوابت: $N_A = 6,02\times10^{23}\,mol^{-1}$ ؛ $1u = 931,5\,MeV/c^2$ ؛ $1\,MeV = 1,6\times10^{-13}\,J$.

1. عرّف نظائر عنصر كيميائي.
2. يُنمذج أحد تفاعلات انشطار نواة اليورانيوم 235 بالمعادلة:

$$ {}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{A_1}_{38}\mathrm{Sr} + {}^{140}_{Z_2}\mathrm{Xe} + 2\,{}^{1}_{0}n $$

جِد العددين A_1 و Z_2 بتطبيق قانوني الإنحفاظ.

3. احسب طاقة الرّبط لكلّ نويّة لنواة ${}^{A_1}_{38}\mathrm{Sr}$ واستنتج النّواة الأكثر استقرارا من بين الأنويّة ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ و ${}^{A_1}_{38}\mathrm{Sr}$ و ${}^{140}_{Z_2}\mathrm{Xe}$.
4. فسّر مصدر الطّاقة المتحرّرة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235 ثمّ احسب قيمتها.
5. استنتج الطّاقة المتحرّرة من انشطار $1kg$ من اليورانيوم 235.
6. يُحرّر $1kg$ من البترول طاقة قدرها $42\times10^6\,J$.

قارن بَيْن الطّاقة المتحرّرة من $1kg$ من البترول و $1kg$ من اليورانيوم 235. ماذا تستنتج؟

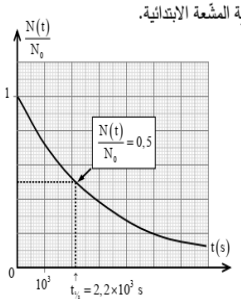
الوحدة 05 : حلول تجميعة النشاط الإشعاعي

التمرين 01 : باك 2008 – ع ت

1- أ- زمن نصف العمر $t_{½}$ هو الزمن المنقضي لكي يتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية.

ب- بيانيًا: $t_{½}=2,2\times10^{3}\ s$

ملاحظة: تقبل القيم $t_{½}\in\left[2,2\times10^{3};2,3\times10^{3}\right]s$



2- أ- لدينا قانون التناقص الإشعاعي: $N(t)=N_0\cdot e^{-\lambda t}$،

ومنه، لأجل: $t=t_{½}$: $N(t_{½})=\frac{N_0}{2}=N_0\cdot e^{-\lambda t_{½}}$

$\Leftarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right)=\ln e^{-\lambda t_{½}} \Leftarrow t_{½}=\frac{\ln 2}{\lambda}$

ب- قيمة λ للنواة $^{A}_{Z}X$:

$\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}} \Leftarrow \lambda=\frac{0,693}{2,2\times10^{3}}=3,15\times10^{-4}\ s^{-1}$

3- من النتائج المتحصل عليها: $t_{½}=2,2\times10^{-3}\ s$

بالرجوع للقائمة المعطاة في الجدول نجد: $^{A}_{Z}X\equiv{}^{38}_{17}C\ell$

4- معادلة التفاعل المنمذج لتحول النواة $^{35}_{17}C\ell$ إلى النواة $^{38}_{17}C\ell$ أو $^{38}_{17}C\ell$ إلى النواة $^{A}_{Z}X$: $^{35}_{17}C\ell+3\,^{1}_{0}n\longrightarrow{}^{38}_{17}C\ell$

5- أ- طاقة الربط للنواة $^{38}_{17}C\ell$: $|E_\ell|=\left|Z\cdot m_p+(A-Z)m_n-m\left(^{A}_{Z}X\right)\right|\cdot c^2$

$\therefore\ |E_\ell|=320,96\times10^{6}\ eV=321\ MeV$

ب- طاقة الربط لكل نوية: $\frac{|E_\ell|}{A}=8,44\times10^{6}\ eV/nucléon=8,44\ MeV/nucléon$

التمرين 02 : باك 2008 – ع ت

1- أ- إصدار النواة لإشعاعات β^- يعني تحول أحد النيترونات إلى بروتون داخلها وإلكترون منبعث عنها وفق المعادلة:

$^{1}_{0}n\xrightarrow{\beta^-}{}^{1}_{+1}p+{}^{0}_{-1}e$

إصدار الإشعاع γ يعني أن النواة الابن (البنت) الناتجة عن تفكك نواة أب (أم) مشعة تكون مثارة (مهيجة) وعند تحولها إلى حالتها الأساسية المستقرة أو إلى حالة أقل إثارة يرافق ذلك إصدارها لإشعاعات كهرومغناطيسية γ.

ب- معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي: $^{137}_{55}Cs\xrightarrow{\beta^-}{}^{137}_{56}Ba+{}^{0}_{-1}e+\gamma$

2- أ- عدد الأنوية N_0 الموجودة في العينة: $N_0=\frac{m}{M(Cs)}\times\mathcal{N}_A$

$\Leftarrow N_0=\frac{10^{-6}}{137}\times6,02\times10^{23}=4,4\times10^{15}\ noyaux$

ب- النشاط الإشعاعي لهذه الابتدائي العينة:

لدينا: $A_0=\lambda N_0$ ؛ $\lambda=\frac{1}{\tau}\Leftarrow\lambda=\frac{1}{43,3\times12\times30\times24\times3600}=7,4\times10^{-10}\ s^{-1}$

$\therefore\ A_0=7,4\times10^{-10}\times4,4\times10^{15}=3,2\times10^{6}\ Bq$

3- أ- حساب النشاط A بعد ستة (06) أشهر: (06 أشهر تعادل 180 يوم أو 183 يوم)

$A(6mois)=3,16\times10^{6}\ Bq\Leftarrow A(t)=A_0\cdot e^{-\lambda t}=A_0\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

ب- النسبة المئوية لأنوية السيزيوم المتفككة:

$N=\frac{A}{\lambda}=N_0-N'\Leftarrow A=\lambda N$ حيث N': عدد الأنوية المتفككة

$\therefore$ النسبة المئوية: $\frac{N'}{N}=\frac{N_0-N}{N_0}=0,011=1,1\%$

4- أ- المدة الزمنية اللازمة لانعدام النشاط الإشعاعي للعينة:

عمليًا ينعدم نشاط العينة عندما: $A=1\%A_0\Leftarrow 0,01=e^{-\frac{t}{\tau}}$

$\therefore\ t=\tau\cdot\ln100\Leftarrow t\approx5\tau$.

ب- يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشعة.

التمرين 03 : باك 2009 – ع ت

1- أ- عنصر مشع: نواة ذرته غير مستقرة تتفكك تلقائيا مصدرة لإشعاعات (جسيمات) α أو β أو أشعة γ.

ب- للعنصر نظير: ذرات نظائر العنصر لها أنوية مختلفة في العدد الكتلي A.

2- معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي الحاصل: $^{210}_{84}Po\rightarrow{}^{A}_{Z}Pb+{}^{4}_{2}He$

بالتالي: $A=210-4=206$ و $Z=84-2=82$ أي: $^{210}_{84}Po\rightarrow{}^{206}_{82}Pb+{}^{4}_{2}He$

3- أ- ثابت التفكك λ: نعلم أن $\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}}\xrightarrow{t_{½}=138\,j}\lambda=5\times10^{-3}\ j^{-1}=5,78\times10^{-8}\ s^{-1}$

ب- عدد أنوية البولونيوم 210 الموجودة في العينة في اللحظة $t=0$:

$A=\lambda N_0$ ، عندما: $t=0$ فإن: $A=A_0=\lambda N_0$

ومنه: $N_0=\frac{A_0}{\lambda}=\frac{10^{8}}{5,78\times10^{-8}}=1,73\times10^{15}\ Noyaux$

جـ- المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة مساويا رُبْع ما كان عليه في اللحظة $t=0$:

$N=\frac{N_0}{4}=N_0e^{-\lambda t}\Leftarrow t=\frac{\ln 4}{\lambda}=2t_{½}$، بالتالي: $t=0,23\times10^{8}\ s=276\ j$

التمرين 04 : باك 2010 – ت ر

1- أ- معادلة التفكك النووي المنمذج لتفكك السيزيوم: $^{137}_{55}Cs\xrightarrow{(\beta^-)}{}^{137}_{56}Ba+{}^{0}_{-1}e$

ب- قيمة λ، ثابت التفكك لنواة السيزيوم: بالتعريف $\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}}\Leftarrow\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}}=2,3\times10^{-2}\ ans^{-1}$

$\Leftarrow\lambda=7,28\times10^{-10}\ s^{-1}$

جـ- حساب m_0 كتلة السيزيوم 137 الموجودة في المنبع لحظة استلامه:

لدينا: $A_0=\lambda\cdot N_0=\lambda\cdot N_A\cdot\frac{m_0}{M}\Leftarrow m_0=\frac{A_0\cdot M}{\lambda\cdot N_A}\Leftarrow m_0=9,4\times10^{-8}\ g$

2- أ- عبارة قانون النشاط الإشعاعي $A(t)$ للمنبع: $A(t)=A_0.e^{-\lambda t}$

ب- قيمة نشاط المنبع بعد سنة: $A(t)=A_0\cdot e^{-\lambda t}\xrightarrow[A_0=3,0\times10^{5}\ Bq]{t=1\,an\ ;\ \lambda=2,3\times10^{-2}\ ans^{-1}}A(1an)=2,93\times10^{5}\ Bq$

جـ- قيمة التغير النسبي للنشاط الإشعاعي خلال سنة واحدة: $\frac{\Delta A}{A_0}=\left|\frac{A-A_0}{A_0}\right|=0,023=23\%$

3- مدة استغلال المنبع: $A(t)=A_0.e^{-\lambda t}\Leftarrow\frac{A}{A_0}=e^{-\lambda t}\Leftarrow\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)=-\lambda t$

التمرين 05 : باك 2012 – ع ت

1- $^{131}_{53}I$: $Z=53$ ؛ $N=A-Z=78$

2- $E_\ell=\left[Z\cdot m_p+(A-Z)\cdot m_n-m\left(^{131}_{53}I\right)\right]\cdot c^2=1009\ MeV$

3- $^{131}_{53}I\longrightarrow{}^{131}_{54}Xe+{}^{0}_{-1}e$

4- أ- $N(t)=N_0\cdot e^{-\lambda t}$

ب- $\ln N=a\cdot t+b$ ومنه: $\ln N=-\lambda\cdot t+\ln N_0$ ومنه: $\lambda=-a=8,7\times10^{-2}\ jours^{-1}$

(ملاحظة: يقبل المجال $\lambda\in[8\rightarrow8,7]\ jours^{-1}$)

$t_{½}=\frac{\ln 2}{\lambda}=7,7\ jours\rightarrow8,2\ jours$

جـ- $m_{(\text{المتبقية})}=m_0\cdot e^{-\lambda t}=\frac{m_0}{4}=1,74\times10^{-1}\ g$

ومنه: $m'_{(\text{المتفككة})}=m_0-\frac{m_0}{4}=\frac{3m_0}{4}=0,522\ g$ (ملاحظة: أو بيانياً، تقبل كل القيم الممكنة الموجودة)

التمرين 06 : باك 2013 – ت ر

1- أ- النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتصدر جسيمات α و β مصحوبة في الغالب بإشعاع γ.

– النظائر: هي أنوية لنفس العنصر الكيميائي تتفق في العدد الذري Z وتختلف في العدد الكتلي A (لاختلافها في عدد النيترونات).

ب- كتابة المعادلة: $^{23}_{11}Na+{}^{1}_{0}n\longrightarrow{}^{24}_{11}Na$

2- معادلة تفكك نواة الصوديوم 24: $^{24}_{11}Na\longrightarrow{}^{0}_{-1}e+{}^{A}_{Z}X$

بتطبيق قانونا صودي نجد: $A=24$ ، $Z=12$ والنواة البنت هي: $^{24}_{12}Mg$

$^{24}_{11}Na\longrightarrow{}^{0}_{-1}e+{}^{24}_{12}Mg$

3- أ- كمية مادة الصوديوم 24 عند $t=0$: من البيان نجد: $n_0=10^{-5}\ mol$

ب- زمن نصف العمر: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية.

قيمته: بيانيا نجد: $t_{½}=15\ h$.

4- أ- إثبات العلاقة: $n(t)=n_0e^{-\lambda t}$

$N(t)=N_0e^{-\lambda t}\Leftarrow n(t)\times\cancel{N_A}=n_0\times\cancel{N_A}e^{-\lambda t}\Leftarrow n(t)=n_0e^{-\lambda t}$

ب- حساب $n_1(6h)$: $n_1(6h)=10^{-5}e^{-\frac{0,693\times6}{15}}=7,6\times10^{-6}\ mol$

5- تحديد حجم دم الشخص: $\begin{cases}n_2\longrightarrow V_2=10mL\\ n_1\longrightarrow V\end{cases}$ ومنه: $V=\frac{n_1\times V_2}{n_2}=5\ L$

التمرين 07 : باك 2014 – ت ر

1- معادلة التفكك: $^{210}_{83}Bi\longrightarrow{}^{A}_{Z}X+{}^{0}_{-1}e+\gamma$

بتطبيق قوانين الانحفاظ نجد:

$\begin{cases}83=Z-1\\ 210=A+0\end{cases}\Leftarrow\begin{cases}Z=84\\ A=210\end{cases}\Leftarrow{}^{210}_{84}Po$

$^{210}_{83}Bi\longrightarrow{}^{210}_{84}Po+{}^{0}_{-1}e+\gamma$

مصدر الإلكترون هو تحول نيترون إلى بروتون وفق المعادلة: $^{1}_{0}n\rightarrow{}^{1}_{+1}p+{}^{0}_{-1}e$

2- عبارة عدد الأنوية المتفككة عند لحظة t:

$N_d=N_0-N(t)=N_0-N_0e^{-\lambda t}$

$N_d=N_0(1-e^{-\lambda t})$

3- أ- تعريف النشاط الإشعاعي: هو عدد التفككات التي تحدث في الثانية الواحدة ويقاس بوحدة البيكريل Bq.

ب- عبارة $\ln A(t)$:

$A(t)=A_0e^{-\lambda t}\Leftarrow\ln A(t)=\ln A_0-\lambda t$

$A_0=\lambda N_0\Leftarrow\ln A(t)=-\lambda t+\ln(\lambda N_0)$

جـ- قيمة λ و A_0:

العبارة البيانية: البيان خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته $\ln A(t)=at+b$

عند $t=0$ لدينا: $\ln A(0)=b=25$ و $a=\frac{\Delta\ln A}{\Delta t}=-0,1388$

$\ln A(t)=-0,1388t+25$

بمطابقة العلاقة النظرية مع العلاقة البيانية نجد: $\lambda=0,1388\ j^{-1}$

$\ln A_0=b\Leftarrow A_0=e^{b}=e^{25}\Leftarrow A_0=7,20\times10^{10}\ Bq$

الوحدة 05 : حلول تجميعة النشاط الإشعاعي

التمرين 08 : باك 2014 – ع ت

1- النظير المشّع: هو كل نظير يتفكك تلقائياً مصدراً جسيمات α و β وإشعاع كهرومغناطيسي γ.

الجسيم β^- هو إلكترون منبعث من نواة مشعة نتيجة تحول نيترون الى بروتون.

2- معادلة النشاط الإشعاعي الخاصة بالسيزيوم: $^{134}_{55}Cs \xrightarrow{\beta^-} {}^{0}_{-1}e + {}^{134}_{56}Ba$

3- أ- قيمة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0: بيانياً: $A_0 = 5\times10^{10}\ Bq$.

ب- قيمة النشاط الإشعاعي في اللحظة $t=\tau$: $A(\tau) = A_0\cdot e^{-\frac{\tau}{\tau}} = A_0\cdot e^{-1} = 0,37A_0$

$\Leftarrow$ $A(\tau) = 0,37\times5\times10^{10} = 1,85\times10^{10}\ Bq$ من البيان نجد: $\tau = 2,85\ ans$.

جـ- التحقق من العلاقة $t_{1/2} = \tau\cdot\ln 2$ وحساب قيمة $t_{1/2}$ لنظير السيزيوم $^{134}_{55}Cs$:

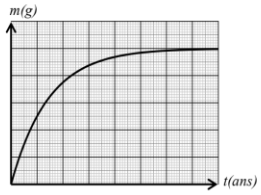
مما سبق، يكون لدينا: $A(t_{1/2}) = \frac{\cancel{A_0}}{2} = \cancel{A_0}\cdot e^{-\frac{t_{1/2}}{\tau}}$ بالتالي: $t_{1/2} = \tau\cdot\ln 2$.

ومنه: $t_{1/2} = 2,85\times\ln 2 = 2,0\ ans$.

د- حساب الكتلة: $m_0 = \frac{M\cdot A_0\cdot\tau}{N_A} = 1\ mg$.

هـ- اثبات العلاقة: $m_0 = m(t) + m'(t)$ ومنه: $m(t) = m_0(1-e^{-\lambda.t})$

البيان الكيفي:



التمرين 09 : باك 2015 – ت ر

1- أ- معادلة التفكك: $^{186}_{75}Re \longrightarrow {}^{186}_{76}Os + {}^{A}_{Z}X$

حيث: $A = 186-186 = 0$ و $Z = 75-76 = -1$ ومنه: $^{186}_{75}Re \longrightarrow {}^{186}_{76}Os + {}^{0}_{-1}e$

ب- نمط التحول: β^-

تعريف β^-: يحدث في الأنوية التي بها فائض في عدد النيترونات حيث يتحول نيترون إلى بروتون مع اصدار إلكترون

وفق المعادلة: $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

2- أ- استنتاج قيمة A_0: من البيان نجد: $A_0 = 4\times10^9 Bq$

ب- تعريف $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد أنوية العيّنة (أو تناقص نشاط العيّنة إلى النصف)

بيانيا نجد: $t_{1/2} = 3,5\,jours$

جـ- قيمة λ: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{3,5} = 0,198\,j^{-1} = 2,3\times10^{-6}s^{-1}$

3- عدد أنوية $^{186}_{75}Re$ عند t_1: $N(t_1) = \frac{A_0\times e^{-\lambda t_1}}{\lambda} = \frac{4\times10^9\times e^{-0,198\times10}}{2,3\times10^{-6}} = 2,4\times10^{14}\,noyaux$

4- حساب V: $V = \frac{1,2\times10^{14}\times10}{2,4\times10^{14}} = 5,0mL \Leftarrow \begin{cases} 2,4\times10^{14} \longrightarrow 10mL \\ 1,2\times10^{14} \longrightarrow V \end{cases}$

التمرين 10 : باك 2015 – ع ت

1- التركيب $^{131}_{53}I$: عدد البروتونات: Z = 53 وعدد النيترونات: N = A – Z = 78

2- أ- الجسيم المنبعث هو: $^{0}_{-1}e$.

ب- المعادلة: $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

بتطبيق قانون انحفاظ العدد الكتلي نجد: A = 131

بتطبيق قانون انحفاظ العدد الشحني نجد: Z = 54

ومنه النواة "الابن" هي: $^{131}_{54}Xe$ والمعادلة تصبح $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$

3- العبارة: $A(t) = A_0\cdot e^{-\lambda.t} \Leftarrow \ell nA(t) = -\lambda\cdot t + \ell nA_0$

4- العبارة البيانية: $\ell nA = a\cdot t + b$ ..... (1)

حيث معامل التوجيه a : $a = \frac{\Delta(\ell nA)}{\Delta t} = \frac{(28,8-36)}{80-0} = -0,09\ jours^{-1}$

ومنه: $\ell nA = -0,09\cdot t + 36$ ..... (2) مع t بالوحدة jours .

- بمطابقة (1) مع (2) ينتج: $\ell nA_0 = 36 \Leftarrow A_0 = e^{36} = 4,3\times10^{15}\ Bq$

$t_{1/2} = \frac{\ell n2}{0,09} = 8\ jours \Leftarrow \lambda = \frac{\ell n2}{t_{1/2}} = 0,09$

ملاحظة: تقبل القيم القريبة من هذه القيمة

5- الكتلة الابتدائية (m_0):

$m_0 = \frac{t_{1/2}\cdot A_0\cdot M}{\ell n2\cdot N_A} \Leftarrow A_0 = \lambda\cdot N_0 = \frac{\ell n2}{t_{1/2}}\cdot\frac{m_0}{M}\cdot N_A$

ومنه: $m_0 = \frac{8\times24\times3600\times4,3\times10^{15}\times131}{\ell n2\times6,02\times10^{23}} \approx 0,9\ g$

التمرين 11 : باك 2016 – ع ت

1. أ- معادلة التفكك: $^{10}_{4}Be \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

- بتطبيق قانونا الانحفاظ نجد: $A = 10$ ، $Z = 5$ بالتالي النواة $^{A}_{Z}X$ هي: $^{10}_{5}B$: $^{10}_{4}Be \rightarrow {}^{10}_{5}B + {}^{0}_{-1}e$

ب- الجسيم β^-: عبارة عن إلكترون ناتج عن تحول نيترون إلى بروتون. $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{+1}p + {}^{0}_{-1}e$

2. أ- عبارة قانون التناقص الإشعاعي بدلالة N_0 و λ: $N(t) = N_0\cdot e^{-\lambda t}$

ب- عبارة الكتلة المتبقية $m(t)$ للعينة بدلالة m_0 و λ:

$N(t) = N_0\cdot e^{-\lambda t} \rightarrow \frac{m(t)}{M}\cdot N_A = \frac{m_0}{M}\cdot N_A\cdot e^{-\lambda t} \rightarrow m(t) = m_0\cdot e^{-\lambda t}$

3. أ- زمن نصف العمر: $t_{1/2}$: هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية (الكتلة) الابتدائية للعينة المشعة.

ومنه: $t = t_{1/2} \rightarrow m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2} \rightarrow \frac{m_0}{2} = m_0\cdot e^{\lambda t_{1/2}} \rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

ب- تحديد قيمة $t_{1/2}$ للبيريليوم 10 واستنتاج قيمة λ: لدينا $m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2} = 2g$

بالإسقاط على البيان نجد: $t_{1/2} = 0,5an$

استنتاج قيمة λ: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 4,37\times10^{-8}s^{-1}$

جـ- عدد الأنوية المتفككة عند $t = 1an$: بيانيا الكتلة المتبقية عند $t = 1an$ هي $m = 1g$ والمختفية $m' = 3g$

ومنه: $N'(1an) = \frac{m'(1an)}{M}\cdot N_A = \frac{3}{10}\times6,023\times10^{23} = 1,8\times10^{23}\,noyaux$

4. أ- الكتلة m للبيريليوم 10 المتسببة في هذه النشاطية: $m = \frac{M\cdot A}{\lambda\cdot N_A} = 0,4g$

ب- عمر العينة: من البيان، لأجل $m = 0,4g$ ، نقرأ: $t = 1,7ans$.

التمرين 12 : باك 2016 – ت ر

1. أ- معادلة التحول النووي الحادث: $^{32}_{15}P \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}e$

ب- قانون التناقص الإشعاعي: $N = N_0\cdot e^{-\lambda t}$ ؛ $N = \frac{m}{M}\cdot N_A \Leftarrow m = m_0\cdot e^{-\lambda t}$

جـ- التحقق من قيمة طاقة الربط لكل نوية المعطاة في البطاقة:

$\frac{E_\ell}{A}(^{32}_{15}P) = \frac{1}{A}(15m_p + 17m_n - m(^{32}_{15}P))\times931,5 \Rightarrow \frac{E_\ell}{A}(^{32}_{15}P) = 8,46MeV/nucléon$

2. إثبات أن $m'(t) = m_0(1-e^{-\lambda t})$:

لدينا: $m' = m_0 - m = m_0 - m_0\cdot e^{-\lambda t} = m_0(1-e^{-\lambda t})$

3. النواة هي نواة نظير الكلور 32. معادلة التحول النووي: $^{32}_{17}C\ell \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{+1}e$

4. التحقق من أن المدة الزمنية لانتهاء صلاحية العينة ابتداء من تحضيرها هو $t = 2t_{1/2}$:

لدينا: $\frac{A(t)}{A_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{1}{4} \Rightarrow \lambda\cdot t = 2\times\ln 2 \Rightarrow t = \frac{2\times\ln 2}{\lambda} = 2t_{1/2}$

التمرين 13 : باك 2016 – ع ت – د إ

1. أ- خصائص ظاهرة النشاط الإشعاعي: عشوائي، تلقائي و حتمي ...

ب- معادلة تفكك البوتاسيوم 40 مع تحديد نمط الإشعاع:

معادلة التفكك: $^{40}_{19}K \longrightarrow {}^{40}_{20}Ca + {}^{0}_{-1}e$ نمط الإشعاع: β^-

2. أ- المنحنى (1) يمثل تغير عدد أنوية الكالسيوم 40 بدلالة الزمن.

التعليل: لأن النواة $^{40}_{20}Ca$ نواة ابن وبالتالي البيان ينطلق من الصفر أي أن $N_0(^{40}_{20}Ca) = 0$

ب- المقدار الفيزيائي الذي تمثله فاصلة نقطة تقاطع المنحنيين: $t = t_{1/2}$

التعليل: $N_0(^{40}_{19}K) = N_t(^{40}_{20}Ca) + N_t(^{40}_{19}K)$ عند نقطة تقاطع المنحنيين: $N_0(^{40}_{19}K) = 2N_t(^{40}_{19}K)$

و منه: $N_t(^{40}_{19}K) = \frac{N_0(^{40}_{19}K)}{2}$ إذن: $t = t_{1/2}$ ؛ $t_{1/2} = 1,3\times10^9 ans$ (تقبل الأجوبة الصحيحة الأخرى)

جـ- قيمة A_0: $A_0 = \lambda\cdot N_0(^{40}_{19}K) \leftarrow A_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}\cdot N_0(^{40}_{19}K)$

ومنه: $A_0 = 1,69\times10^6 Bq$

3. أ- تحديد اللحظة t_1 التي يكون فيها $N(^{40}_{19}K) = \frac{N(^{40}_{20}Ca)}{4}$:

بيانيا:

ب- التأكد من قيمة t_1 حسابيا: $N(^{40}_{19}K) = \frac{1}{4}N(^{40}_{20}Ca)$

بالتالي: $N_0(^{40}_{19}K)\cdot e^{-\lambda t_1} = \frac{1}{4}N_0(^{40}_{19}K)(1-e^{-\lambda t_1})$

إذن: $t_1 = \frac{\ln 5}{\ln 2}\cdot t_{1/2}$ ومنه: $t_1 = 3\times10^9 ans$

التمرين 14 : باك 2016 – ت ر

1. تعريفات:

- النظائر: هي ذرات من نفس العنصر لها نفس عدد البروتونات وتختلف في عدد النيترونات.

- النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أكثر استقرارا ...

- جسيمات β^-: هي عبارة عن إلكترونات ناتجة عن تحول نيترونات إلى بروتونات.

2. إيجاد قيمتي كل من x و y: بتطبيق قانونا الانحفاظ: $x = 3$ ؛ $y = 2$

3. معادلة التفكك: $^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{A}_{Z}Am + {}^{0}_{-1}e$

بتطبيق قانونا الانحفاظ نجد: $A=241$ ؛ $Z=95$ أي: ${}^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{0}_{-1}e$

4. أ- عبارة النسبة $\frac{A_0}{A(t)}$ بدلالة λ و t:

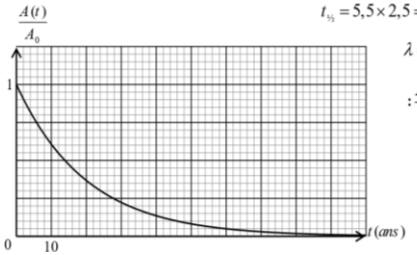
حسب قانون التناقص الإشعاعي $A(t)=A_0\cdot e^{-\lambda t}$ ومنه: $\frac{A_0}{A(t)}=e^{\lambda t}$

ب- تحديد قيمة $t_{½}$ واستنتاج قيمة λ: لدينا $A(t_{½})=\frac{A_0}{2}$ ومنه: $\frac{A_0}{A(t_{½})}=2$

بالإسقاط على البيان نجد: $t_{½}=5,5\times 2,5=13,75ans$

استنتاج قيمة λ: $\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}}=0,05ans^{-1}$

جـ- التمثيل الكيفي للبيان $\frac{A(t)}{A_0}=g(t)$:



التمرين 15 : باك 2017 – ت ر

1-I- المعادلة المنمذجة لتحول البلوتونيوم: ${}^{238}_{94}Pu \longrightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{4}_{2}He$

2- المعادلة التفاضلية بعدد الأنوية المتفككة N_d:

من قانون التناقص: $A(t)=-\frac{dN(t)}{dt}=-\lambda\cdot N(t)$ مع $N(t)=N_0-N_d(t)$

وبالتعويض في العبارة السابقة نجد:

$$\frac{d(N_0-N_d(t))}{dt}+\lambda\cdot(N_0-N_d(t))=0\rightarrow\frac{dN_d(t)}{dt}+\lambda\cdot N_d(t)=\lambda\cdot N_0$$

3- ايجاد عبارة الثوابت α ، A و B:

$N_d(t)=A\cdot e^{-\alpha t}+B$ و $\frac{dN(t)}{dt}=-\alpha\cdot A\cdot e^{-\alpha t}$ وبالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد:

$$-\alpha\cdot A\cdot e^{-\alpha t}+\lambda\left(A\cdot e^{-\alpha t}+B\right)=\lambda\cdot N_0 \Rightarrow A\cdot e^{-\alpha t}(\lambda-\alpha)+\lambda(B-N_0)=0$$

ومنه: $\alpha=\lambda$ (ثابت النشاط الإشعاعي) ؛ $B=N_0$ (عدد الأنوية الابتدائية)

4- أ- المعادلة البيانية: $\frac{dN_d(t)}{dt}=a\cdot N_d+b$ .....(1)

من عبارة المعادلة التفاضلية لدينا: $\frac{dN_d(t)}{dt}=-\lambda\cdot N_d+\lambda N_0$ .....(2)

من (1) و (2) نجد:

$$\begin{cases} a=-\lambda=\tan\alpha=\frac{-6\times10^{10}}{2,4\times10^{20}}=-2,5\times10^{-10}s^{-1}\rightarrow\lambda=2,5\times10^{-10}s^{-1} \\ b=\lambda\cdot N_0=6\times10^{10}\Rightarrow N_0=\frac{b}{\lambda}=\frac{6\times10^{10}}{2,5\times10^{-10}}=2,4\times10^{20}noyaux \end{cases}$$

ب- زمن نصف العمر $t_{½}$:

التعريف: المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية المشعة.

حساب $t_{½}$: $t_{½}=\frac{Ln2}{\lambda}=\frac{0,69}{2.5\times10^{-10}}=2,76\times10^{9}s=87,52ans$

5- أ- حساب الطاقة الكلية الناتجة عن التفكك الكلي للكتلة m:

الطاقة المحررة من تفكك نواة واحدة: $E_0=(m(Pu)-m(U)-m(He))\cdot c^2$

$E_0=4,87MeV=7,8\times10^{-13}J$

لدينا: $E_T=N_0\cdot E_0=\frac{m\cdot N_A}{M}\cdot E_0=\frac{1,2\times10^3\times6,023\times10^{23}}{238}\times7,8\times10^{-13}=2,36\times10^{12}J$

ب- تحديد مدة اشتغال البطارية:

من عبارة المردود $r=\frac{P_u}{P_T}=0,6\Rightarrow P_T=\frac{P_u}{r}=\frac{888}{0,6}=1480W$

من عبارة الاستطاعة

$$\begin{cases} P_T=\frac{E_T}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{E_T}{P_T} \\ \Delta t=\frac{2,365\times10^{12}}{1480}=1,6\times10^{9}s=50,7ans \end{cases}$$

التمرين 16 : باك 2017 – ت ر

1- أ- α : نواة الهليوم و β^- : إلكترون.

ب- ايجاد العددين a و b:

حسب قانوني صودي: $\begin{cases}\sum A_i=\sum A_f \\ \sum Z_i=\sum Z_f\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}238=4a+206 \\ 92=2a-b+82\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}a=8 \\ b=6\end{cases}$

2- إثبات العلاقة:

$$n_{Pb}(t)=N'_U(t)=N_U(0)-N_U(0)\cdot e^{-\lambda t}=N_U(0)\left(1-e^{-\lambda t}\right)$$

$$\frac{m_{Pb}(t)\cdot N_A}{M_{Pb}}=\frac{m_U(0)\cdot N_A}{M_U}\left(1-e^{-\lambda t}\right)$$

$$m_{Pb}(t)=\frac{M_{Pb}}{M_U}m_U(0)\cdot\left(1-e^{-\lambda t}\right)=0,866\cdot m_U(0)\left(1-e^{-\lambda t}\right)$$

3- أ- إيجاد $N_U(0)$ في العينة: من البيان نجد: $m_f(Pb)=9,7g$

ومنه: $N_U(0)=N_f(Pb)=\frac{m_f(Pb)\cdot N_A}{M_{Pb}}=\frac{9,7\times6,02\times10^{23}}{206}=2,83\times10^{22}noyaux$

ب- زمن نصف العمر: لدينا $N_U(t_{½})=\frac{N_U(0)}{2}\Rightarrow N_{Pb}(t_{½})=\frac{N_f(Pb)}{2}\Rightarrow m_{Pb}(t_{½})=\frac{m_f(Pb)}{2}=4,85g$

بالإسقاط نجد: $t_{½}(U)=4,5\times10^{9}ans$

جـ- عمر العينة الصخرية:

$$m_{Pb}(t)=0,103m_U(0)=0,103\frac{N_U(0)\cdot M_U}{N_A}=\frac{0,31\times2,83\times10^{22}\times238}{6,02\times10^{23}}=3,5g$$

بالإسقاط نجد: $t=3\times10^{9}ans$

التحقق حسابيا من النتيجة: $m_{Pb}(t)=m_f(Pb)\cdot\left(1-e^{-\lambda t}\right)\Rightarrow t=\frac{-t_{½}}{\ln 2}\cdot\ln\left(1-\frac{m_{Pb}(t)}{m_f(Pb)}\right)$

$$\Rightarrow t=\frac{-4,5\times10^{9}}{\ln 2}\cdot\ln\left(1-\frac{3,5}{9,7}\right)=3\times10^{9}ans$$

4- تفسير تواجد اليورانيوم ${}^{238}_{92}U$ في القشرة الأرضية إلى يومنا هذا:

$$\frac{t}{t_{½}}=\frac{3\times10^{9}}{4,5\times10^{9}}=0,66\Rightarrow t=0,66t_{½}<7,2t_{½}$$

وبالتالي أنوية اليورانيوم 232 لم تتفكك كليا بعد فهو لا يزال موجود في القشرة الأرضية.

التمرين 17 : باك 2017 – ت ر – د إ

1- النشاط الإشعاعي β^- : إصدار النواة المشعة الأم لإلكترون تلقائيا بتحول نيترون إلى بروتون وإلكترون:

${}^{1}_{0}n\longrightarrow{}^{1}_{+1}p+{}^{0}_{-1}e$

معادلة التفكك: ${}^{60}_{27}Co\longrightarrow{}^{60}_{28}Ni+{}^{0}_{-1}e$

2- أ- عدد الأنوية الابتدائية N_0: $N_0=\frac{m_0}{M}\cdot N_A$

$N_0=2\times10^{16}noyaux$

ب- عبارة قانون التناقص الإشعاعي: $N(t)=N_0\cdot e^{-\lambda t}$

جـ- عبارة قانون النشاط $A(t)$ وإثبات أن $\frac{A(t)}{A_0}=\frac{m(t)}{m_0}=e^{-\lambda t}$:

العبارة: $A(t)=\lambda\cdot N(t)=A_0\cdot e^{-\lambda t}$

لدينا: $\begin{cases}N(t)=N_0\cdot e^{-\lambda t} \\ \frac{m}{M}\cdot N_A=\frac{m_0}{M}\cdot N_A\cdot e^{-\lambda t}\end{cases}\Rightarrow m(t)=m_0\cdot e^{-\lambda t}$ ومنه: $\frac{A(t)}{A_0}=\frac{m(t)}{m_0}=e^{-\lambda t}$

3- أ- تعريف $t_{½}$: زمن نصف العمر هو الزمن اللازم لتناقص نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية $N(t_{½})=\frac{N_0}{2}$

قيمة $t_{½}$: بالتعريف $\frac{A(t)}{A_0}=\frac{1}{2}$

بيانيا نقرأ: $t_{½}=5,3ans$ (ملاحظة: تقبل قيم $t_{½}$ ضمن المجال $[5,2-5,4]ans$)

ب- إثبات أن العينة المستقبلة في المخبر هي للنظير ${}^{60}_{27}Co$:

من الدراسة التجريبية لدينا: $t_{½}=5,3ans$ ومنه: $\lambda=\frac{\ln 2}{t_{½}}=0,13an^{-1}$ وهي توافق القيمة المعطاة للنظير ${}^{60}_{27}Co$.

جـ- قيمة النشاط $A(t_{½})$: $A(t_{½})=\frac{A_0}{2}=\frac{N_0\cdot\ln 2}{2t_{½}}$

ت. ع: $A(t_{½})=4,17\times10^{-7}Bq$

التمرين 18 : باك 2016 – ت ر

1-I- النشاط الإشعاعي التلقائي: هو تحول طبيعي تلقائي وعشوائي في الأنوية غير المستقرة لتعطي أنوية أكثر استقرار بإصدار جسيمات α، β.

2- أنماط التحولات الموضحة في المعادلة:

تحول ألفا (α)، وهو عبارة عن أنوية الهيليوم $({}^{4}_{2}He)$

تحول بيتا السالب (β^-)، وهو عبارة عن إلكترونات $({}^{0}_{-1}e)$

3- تحديد قيمتي كل من x و y: لدينا (*) ${}^{238}_{92}U\longrightarrow{}^{206}_{82}Pb+x\alpha+y\beta^-$

حسب قانونا الإنحفاظ فإن: $92=82+2x-y$ ، $238=206+4x$

ومنه: $x=8$ ، $y=6$

4- حساب عدد الأنوية المشعة في العينة: لدينا $A=\lambda\cdot N$ ومنه $N=\frac{A}{\lambda}=\frac{t_{½}}{\ln 2}\cdot A$

نجد $N=\frac{4,47\times10^{9}\times365\times24\times3600}{\ln 2}\times2,35\times10^{5}=4,78\times10^{22}noyaux$

1.4. حساب طاقة الربط لـ $^{30}_{15}P$ و $^{32}_{15}P$

$E_\ell = [Z.m_p + (A-Z).m_n - m_X].c^2$ 0.25

$E_\ell(^{32}_{15}P) = [15\times1,00728 + 17\times1,00866 - 31,97391].931,5$

$E_\ell(^{32}_{15}P) = 263,158MeV$ 0.25

$E_\ell(^{30}_{15}P) = [15\times1,00728 + 15\times1,00866 - 29,97831].931,5$

$E_\ell(^{30}_{15}P) = 242,926MeV$ 0.25

2.4. المقارنة: $\frac{E_\ell}{A}(^{30}_{15}P) = \frac{242,926}{30} = 8,097MeV/nuc$ 0.25

$\frac{E_\ell}{A}(^{32}_{15}P) = \frac{263,158}{32} = 8,224MeV/nuc$ 0.25

النواة الأكثر استقرارا هي $^{32}_{15}P$ 0.25

التعليل: $\frac{E_\ell}{A}(^{32}_{15}P) > \frac{E_\ell}{A}(^{30}_{15}P)$ 0.25

التمرين 23 : باك 2017 – ع ت – د ا

1- أ) النواة المشعة: كل نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أكثر استقرارا مع اصدار اشعاعات.

– النظائر : هي مجموعة ذرات لنفس العنصر لها نفس العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي.

– العائلة المشعة: هي مجموعة الأنوية الابن الناتجة عن تفكك النواة الأب الأصلي.

ب) القوانين المستعملة: انحفاظ العدد الشحني ؛ انحفاظ العدد الكتلي.

$x = 8 ; y = 6$

ج) الأنماط: α، β^-

2- أ) معادلة تفكك رقم (1) للنواة ^{210}Bi :

$^{210}_{83}Bi \longrightarrow ^{210}_{84}Po + ^{0}_{-1}e$

معادلة تفكك رقم (2) للنواة ^{210}Po :

$^{210}_{84}Po \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$

ب) آخر الأنوية للنظائر المشعة: ^{206}Pb، ^{207}Pb و ^{208}Pb.

3) $\frac{A(^{210}Po)}{A(^{210}Bi)} = 1$ ونعلم أن: $A = \lambda\cdot N$ و $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

ومنه نجد: $\frac{N(^{210}Po)}{N(^{210}Bi)} = \frac{t_{1/2}(^{210}Po)}{t_{1/2}(^{210}Bi)} \Leftrightarrow \frac{N(^{210}Po)}{N(^{210}Bi)} = \frac{138,676}{5,013} = 27,66$

4- أ) طاقة الربط للنواة: هي الطاقة التي يقدمها الوسط الخارجي لنواة ساكنة ومعزولة لتفكيكها إلى نويناتها ساكنة ومعزو

$E_\ell = |\Delta m|\cdot c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{A}_{Z}X)]c^2$

ب) تكملة الجدول:

النواة	^{11}C	^{12}C	^{14}C
طاقة الربط $E_\ell(^{A}_{Z}X)(MeV)$	70,394	92,153	102,200
طاقة الربط لكل نوية $\frac{E_\ell(^{A}_{Z}X)}{A}(MeV/n)$	6,399	7,679	7,300
نمط الاشعاع	β^+	///	β^-

ج) الترتيب التصاعدي لاستقرار الأنوية:

تزايد الاستقرار

^{11}C ، ^{14}C ، ^{12}C

5) تاريخ استشهاد الشهيد:

$A(t) = A_0e^{-\lambda t} \Leftrightarrow t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\cdot\ln\frac{A(t)}{A_0}$

$t = -\frac{5700}{\ln 2}\times\ln\frac{0,1605}{0,1617} = 61,254ans$

ومنه تاريخ الاستشهاد: 1955

التمرين 20 : باك 2018 – ت ر

1.1 تعاريف : النظير: كل نواة تنتمي الى مجموعة من الأنوية لها نفس عدد البروتونات (نفس العدد الشحني) و تختلف في عدد النيكليونات (العدد الكتلي)

النواة المشعة :نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتصدر إشعاعا وتعطي نواة اكثر استقرارا

النشاط A : هو عدد التفككات في الثانية الواحدة للعينة المشعة .

2.1 – قانون التناقص الاشعاعي : $A(t) = A_0e^{-\lambda t}$.

3.1- إثبات العلاقة $-\ln(A) = at - \ln(b)$

من قانون التناقص الإشعاعي $A(t) = A_0e^{-\lambda t}$ نجد $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$

ومنه $\ln(\frac{A(t)}{A_0}) = -\lambda t$ نجد أن $-\ln(A) = \lambda t - \ln(A_0)$

4.1- المدلول الفيزيائي وقيمة a ، b : بالمطابقة بين العلاقتين نجد $a = \lambda$ ثابت النشاط الاشعاعي $b = A_0$ النشاط الاشعاعي الابتدائي

من المنحنى البياني نجد $b = A_0 = e^{46.93} = 2,4\times10^{20}Bq$

$a = \lambda = \frac{2y_1}{t_1} = \frac{2\times46.93}{2.11\times10^4} = 4,45\times10^{-3}\ s^{-1}$

2- طبيعة النظير المدروس X : لدينا $\lambda = 4,45\times10^{-3}\ s^{-1}$ ومنه

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 156\ s = 2,6\ min$ ومنه X هو الفوسفور P

التمرين 21 : باك 2018 – ع ت

I– 1. تركيب نواة اليود $^{131}_{53}I$: 53 بروتون ، 78 نيوترون

2. حساب N_0، عدد الأنوية الابتدائية الموجودة في العينة :

$N_0 = \frac{m_0}{m(^{131}_{53}I)} = \frac{1\times10^{-6}}{2,176\times10^{-25}\times10^3} \Rightarrow N_0 = 4,6\times10^{15}\ noyaux$

1.3– تفسير انبعاث الكترون من النواة :

ينبعث الكترون من النواة بتحول نترون الى الكترون و بروتون وفق المعادلة الآتية :

$^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e$

2.3– معادلة التفكك : $^{131}_{53}I \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{A'}_{Z'}y$

بتطبيق قانوني الانحفاظ نجد : $131 = 0 + A' \Rightarrow A' = 131$ ، $53 = -1 + z' \Rightarrow z' = 54$

بالاستعانة بالمستخرج من الجدول الدوري نجد : $^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}e$ ..... $\Leftarrow$ $^{A'}_{Z'}y \equiv ^{131}_{54}Xe$

3.3– عبارة قانون التناقص : $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$

4.3– تعريف زمن نصف العمر مع استنتاج العلاقة بين $t_{1/2}$ و λ :

– تعريف $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية المشعة .

– العلاقة بين $t_{1/2}$ و λ : $N(t_{1/2}) = N_0.e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$ و منه $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

5.3– حساب قيمة نشاط العينة عند اللحظة $t = 0$ ، لحظة حقن المريض:

$A_0 = \lambda.N_0 = \frac{ln2}{t_{1/2}}.N_0 \Rightarrow A_0 = \frac{ln2\times4,6\times10^{15}}{8\times24\times3600}$

$A_0 = 4,6\times10^9 Bq$

4– تاريخ و توقيت خروج المريض من المستشفى :

$A(t) = A_0.e^{-\lambda.t} \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda}.ln\frac{A(t)}{A_0} \Rightarrow t = \frac{t_R}{ln2}.ln\frac{A_0}{A(t)}$

$t = -\frac{8}{ln2}.ln\frac{A_0}{0,4A_0} \Rightarrow t = 10,57\ jours = 10j14h$

يخرج المريض من المستشفى يوم : 21 ماي2018 على الساعة العاشرة صباحا

التمرين 22 : باك 2019 – ع ت

1. أنواع التفككات وتحديد الجسيمات:

- التفكك α: و هو نواة الهليوم $^{4}_{2}He$ 0.25
- التفكك β^- : $^{0}_{-1}e$ جسيم له مواصفات الالكترون 0.25
- التفكك: β^+ و هو البوزيتون $^{0}_{+1}e$ 0.25

1.2. استنتاج العددين A و Z وكتابة رمز النواة الموافقة:

من المخطط: $Z = 16$ ، $N = 16$ 0.25

لدينا $A = N + Z$ ومنه $A = 32$ 0.25

و منه رمز النواة $^{32}_{16}S$ 0.25

2.2. معادلة التفكك وتحديد نوع الإشعاع:

$^{32}_{15}P \rightarrow ^{32}_{16}S + ^{A}_{Z}X$ 0.25

بتطبيق معادلة الانحفاظ : $A = 0$ و $Z = -1$ ومنه المعادلة $^{32}_{15}P \rightarrow ^{32}_{16}S + ^{0}_{-1}e$ 0.25

نوع الإشعاع هو β^- 0.25

1.3. حساب عدد الأنوية المتواجدة في الجرعة:

$N_0 = n_0.N_A$ 0.25

$N_0 = 3,12\times10^{-10}\times6,02\times10^{23} = 1,88\times10^{14}\ noyaux$ 0.25

2.3. حساب مدة زوال مفعول الجرعة:

$N = N_0e^{-\lambda t}$ ومنه: $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N}$ 0.25 0.25

$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{N_0}{N}$ 0.25

حيث عدد الأنوية المتبقية $N = (100-99)\%N_0 = 1\%.N_0$ 0.25

تصبح $t = \frac{14.32}{\ln 2}\ln 100 = 95\ jours$ 0.25 المقلوب 100

وعليه فإن بعد 95 يوما يزول مفعول الجرعة 0.25

5- نسبة اليورانيوم238 في العينة الصخرية: لدينا كتلة اليورانيوم في العينة $\frac{N}{N_A}=\frac{m}{M}$

ومنه $m=\frac{N\cdot M}{N_A}=\frac{4,78\times10^{22}\times238,05}{6,02\times10^{23}}=18,9g$ ومنه $p=\frac{m}{m_0}\times100=\frac{18,9}{47000}\times100=0,04\%$

نعم المنجم مازال قابل للاستغلال لأن $p>0,01\%$

II-1- الطاقة المحررة من نواة اليورانيوم: لدينا $E_{lib}=|E_l(initial)-E_l(final)|$

نجد: $E_{lib}=|7,590\times235-(8,290\times140+8,593\times94)|=184,7MeV$

2- أ- الطاقة المستهلكة الكلية خلال شهر: لدينا $E_T=P\cdot t\times100/85$

ومنه $E_T=25\times10^6\times30\times24\times3600\times100/85=7,62\times10^{13}J=4,76\times10^{26}MeV$

ب- حساب مقدار الكتلة m:

- عدد الأنوية المستهلكة خلال شهر: $N=\frac{E_T}{E_{lib}}$ ومنه $N=\frac{4,76\times10^{26}}{184,7}=2,57\times10^{24}noyaux$

ومنه الكتلة المستهلكة: $m=\frac{N\cdot M}{N_A}=\frac{2,57\times10^{24}\times235,05}{6,02\times10^{23}}=1003g$

التمرين23 : باك 2019 – ت ر

1.1. تعريف النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تسعى للإستقرار من خلال التفكك التلقائي إلى نواة أكثر إستقرارا مع إنبعاث جسيمة α و β^- أو β^+ تكون مرفوقة بالإشعاع γ.

- تعريف الإشعاع β^-: هو جُسيم ${}^{0}_{-1}e$ ناتج عن تحول نترون الى بروتون.

2.1. معادلة التفكك النووي: ${}^{60}_{27}Co\rightarrow{}^{A}_{Z}X+{}^{0}_{-1}e$

حسب قانوني الانحفاظ: ${}^{60}_{28}Ni\Leftarrow{}^{A}_{Z}X\Leftarrow\begin{cases}60=A+0 & \Rightarrow A=60\\27=Z-1 & \Rightarrow Z=28\end{cases}$

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

من قانون التناقص الإشعاعي $N(t)=N_0.e^{-\lambda t}$

0.25 $\frac{M.N(t)}{N_A}=\frac{M.N_0(t)}{N_A}.e^{-\lambda t}\Rightarrow m(t)=m_0.e^{-\lambda t}$ 0.25

2.2. تحدد الكتلة m_0 بيانيا $m_0=2g$

3.2. تعريف زمن نصف العمر $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك أو بقاء نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية.

تعيين قيمته بيانيا : $m(t_{1/2})=m_0/2=1g$ بالإسقاط نجد $t_{1/2}=5,2ans$

$t_{1/2}$ أقل أو يساوي 5.2 سنة و $t_{1/2}$ أصغر أو يساوي 5.6 سنة

4.2. إثبات العبارة: $m(t_{1/2})=\frac{m_0}{2}=m_0.e^{-\lambda t_{1/2}}\Rightarrow\lambda=\frac{ln2}{t_{1/2}}$ $\lambda=\frac{ln2}{t_{1/2}}$

حساب قيمته: $\lambda=\frac{ln2}{5,2}=0,133ans^{-1}=4,2\times10^{-9}s^{-1}$

5.2. حساب عدد الأنوية المشعة الابتدائية:

0.25 $N_0=\frac{m_0}{M}.N_A=2\times10^{22}noy$

6.2. حساب النشاط الإشعاعي A_0

$A_0=\lambda.N_0=8,4\times10^{13}Bq$ 0.25 0.25

7.2. تحديد المدة الزمنية:

$m(t)=0,25m_0=m_0.e^{-\lambda t}$

بالاسقاط نجد t=10.4 ans

التمرين24 : باك 2019 – ت ر

1. دراسة نواة البلوتونيوم 214:

1.1. النواة الانشطارية: هي نواة ثقيلة قابلة للانقسام عند قذفها بنيترون إلى نواتين خفيفتين أكثر استقرارا مع تحرير طاقة.

النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تسعى إلى الاستقرار عن طريق التفكك التلقائي لتتحول إلى نواة أكثر استقرارا مع إصدار إشعاعات.

2.1. تركيب نواة البلوتونيوم 241

94 بروتون

147 نيترون

3.1. كتابة معادلة التفكك الإشعاعي لنواة Pu :

${}^{241}_{94}Pu\rightarrow{}^{A}_{Z}X^*+{}^{0}_{-1}e$

${}^{241}_{94}Pu\rightarrow{}^{241}_{95}Am^*+{}^{0}_{-1}e$

4.1. إصدار γ ناتج عن انتقال النواة البنت المتشكلة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة.

التمرين25 : باك 2020 – ع ت

1.5. β^- هو إلكترون ${}^{0}_{-1}e$

2.5. كتابة معادلة التفكك

${}^{131}_{53}I\rightarrow{}^{A}_{Z}X+{}^{0}_{-1}e$

$A=131$

$Z=54$

النواة الناتجة هي : ${}^{131}_{54}Xe$ ${}^{131}_{53}I\rightarrow{}^{131}_{54}Xe+{}^{0}_{-1}e$

3.5. حساب عدد الأنوية الابتدائية:

$N_0=\frac{m_0}{M}.N_A$

$N_0=\frac{0,8}{131}\times6,023\times10^{23}$

$=3,68\times10^{21}noyaux$

استنتاج A_0

$A_0=\lambda.N_0$

$A_0=\frac{ln2}{t_{1/2}}.N_0$

$A_0=3,69\times10^{15}Bq$

4.5.

1.4.5. إثبات العلاقة:

$A(t_1)=A_0e^{-\lambda t_1}$

$\frac{A(t_1)}{A_0}=e^{-\lambda t_1}$

$ln\frac{A(t_1)}{A_0}=-\lambda t_1$

$ln\frac{A_0}{A(t_1)}=\frac{ln2}{t_{1/2}}t_1$

$t_1=\frac{t_{1/2}}{ln2}ln\frac{A_0}{A(t_1)}$

2.4.5. حساب t_1 $A(t_1)=0.2\times A_0$

$t_1=\frac{8}{ln2}\times ln5$

$t_1=18,6jours$

التمرين26 : باك 2020 – ت ر

1.1. النّظائر: هي أنوية من نفس العنصر لها نفس العدد الشحني Z وتختلف في العدد الكتلي A.

- تتركب نواة التكنيسيوم 99 من: 43 بروتونا، و56 نيترونا.

2.1. يفضل استعمال النظير 99 لأن نصف عمره $t_{1/2}$ أصغر، وهذا يجعله يوفر الوقت.

3.1.

$\frac{E_l({}^{99}Tc)}{A}=8,61MeV/nuc$

$\frac{E_l({}^{97}Tc)}{A}=8,62MeV/nuc$

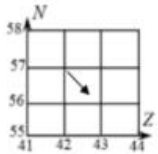
النظير الأكثر استقرارا هو التكنيسيوم 97 لأن طاقة الرّبط لكل نوّية فيه أكبر من طاقة الرّبط لكل نوّية التكنيسيوم 99.

4.1

1.4.1. معادلة التّحول النووي: ${}^{99}_{42}Mo\rightarrow{}^{99}_{43}Tc+{}^{0}_{-1}e$

نمط التفكك β^-

2.4.1. التّمثيل على مخطط (Z,N)



.2

.1.2 لدينا العلاقة: $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}}$

ت.ع: $\lambda = \frac{ln2}{6\times3600} = 3,2\times10^{-5}\,s^{-1}$.

.2.2 حساب عدد الأنوية N_0 التي تم حقنها في اللّحظة $t=0$:

لدينا: $A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ ،

و منه: $N_0 = \frac{5\times10^8}{3,2\times10^{-5}} = 1,56\times10^{13}\,noyaux$.

.3.2 تحديد اللّحظة t_1 :

من قانون التّناقص الإشعاعي: $A(t) = A_0.e^{-\lambda t}$، نكتب:

$$ln(A(t)) = ln(A_0e^{-\lambda t}) \Rightarrow -\lambda t = \frac{ln(A(t))}{lnA_0} \Rightarrow t = \frac{ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)}{\lambda} = -\frac{ln(0,6)}{\lambda}$$

ت.ع: $t = -\frac{ln(0,6)}{3,2\times10^{-5}} = 15963\,s = 4,43\,h$

وهي الفترة التي يجب على المريض انتظارها من أجل أخذ صورة للعظام.

.4.2 مدة اختفاء النّشاط:

$$t_2 = 5\tau = 5\frac{1}{\lambda} = \frac{5}{3,2\times10^{-5}} = 156250\,s = 1,8\,jours$$

التمرين 27 : باك 2021 – ت ر

.1 شرح الجملة الواردة في وسائل الإعلام:

نشاط اليود 131 المشع في المزارع قد تجاوز في بعض الأحيان القيمة المسموح بها (2000Bq) في بعض النباتات بعشر مرات أو أكثر.

.2

.1.2 معادلة التّفكك: $^{131}_{53}I \rightarrow ^{A}_{Z}Xe + ^{0}_{-1}e$

$$\begin{cases} 131 = A + 0 \rightarrow A = 131 \\ 53 = Z - 1 \rightarrow Z = 54 \end{cases}$$

$$^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}e$$

.2.2 عبارة $t_{1/2}$ بالاعتماد على قانون التّناقص الإشعاعي:

$$\begin{cases} N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \\ N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} \\ \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} \end{cases}$$

$$ln2 = \lambda t_{1/2} \rightarrow t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

.3.2 زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لليود 131المشع.

العبارة النظرية: $ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t$

العبارة البيانية: $ln\frac{N}{N_0} = at = -0,0866t$

ومنه: $\lambda = 0,0866\,jours^{-1}$

$$t_{1/2} = \frac{ln2}{0,0866} = 8\,jours$$

.1.3 عدد الأنوية N_0 لليود 131 المشع المتواجدة في عينة كتلتها $1Kg$ من السبانخ.

$$\begin{cases} A_0 = \lambda \cdot N_0' \\ N_0' = \frac{A_0}{\lambda} \end{cases}$$

$$N_0' = \frac{8000\times24\times3600}{0,0866} = 7,98\times10^9\,Noyaux$$

.2.3 إيجاد أصغر مدة زمنية يجب انتظارها لتناول السبانخ.

$$t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \cdot ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$$

$$t = \frac{8}{ln2} \cdot ln\left(\frac{8000}{2000}\right) = 16\,jours$$

.3.3 تاريخ بداية الاستهلاك:

بعد انتظار مدة 16 يوم من تاريخ 11 مارس 2011 يمكن استهلاكه في اليوم الموالي والذي يوافق التّاريخ: 28 مارس 2011.

التمرين 28 : باك 2021 – ع ت

.1.1 تعريف العائلة المشعة: هي مجموعة الأنوية المشعة الناتجة عن التّفككات المتتالية بدء من النواة الأم المشعة الى غاية النواة البنت المستقرة.

.2.1 سلسلة التّفككات لنواة $^{226}_{88}Ra$:

$$^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} ^{222}_{86}Rn \xrightarrow{\alpha} ^{218}_{84}Po \xrightarrow{\alpha} ^{214}_{82}Pb \xrightarrow{\beta^-} ^{214}_{83}Bi \xrightarrow{\beta^-} ^{214}_{84}Po$$

.2

.1.2 معادلة التّفكك الأول لنواة البولونيوم214: $^{214}_{84}Po \rightarrow ^{210}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$

.2.2 طبيعة النشاط الإشعاعي للنواة البنت الناتجة عن هذا التّفكك: β^-

.3.2 النواة البنت المستقرة من العائلة المشعة للراديوم226 هي $^{206}_{82}Pb$

$$^{214}_{84}Po \xrightarrow{\alpha} ^{210}_{82}Pb \xrightarrow{\beta^-} ^{210}_{83}Bi \xrightarrow{\beta^-} ^{210}_{84}Po \xrightarrow{\alpha} ^{206}_{82}Pb$$

.3

.1.3 قانون التّناقص الإشعاعي: $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

.2.3 تعريف زمن نصف العمر: المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية.

(المدة الزمنية اللازمة لتناقص النشاط الاشعاعي الى النصف)

العلاقة: من $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$$N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \; ; \; -\lambda t_{1/2} = -ln2 \; ; \; t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

.3.3 عمر النيزك هويا: من قانون التّناقص الإشعاعي نجد:

$$t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \cdot ln\frac{N_0(^{60}_{26}Fe)}{N(^{60}_{26}Fe)}$$

$$t = \frac{2,62\times10^6}{ln2} \cdot ln\frac{1}{0,9789} \approx 8\times10^4\,ans$$

التمرين 29 : باك 2022 – ت ر

.1.1 المقصود بنواة مشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أكثر استقرارا مع اصدار اشعاع.

.2.1 القوة المسؤولة عن تماسك النواة هي القوة النووية القويّة إنها تربط النترونات والبروتونات مع بعضها البعض وشدتها أكبر من شدة قوة التنافر الكهربائي بين البروتونات.

.3.1 أنماط الاشعاعات:

$$\alpha(^{4}_{2}He)\,;\; \beta^+(^{0}_{1}e)\,;\; \beta^-(^{0}_{-1}e)\,;\; ^{0}_{0}\gamma$$

.1.2 التعرف على الأنوية:

$$X_1 \rightarrow ^{212}_{82}Pb \quad ; \quad X_2 \rightarrow ^{212}_{83}Bi \quad ; \quad X_3 \rightarrow ^{208}_{81}Tl \quad ; \quad X_4 \rightarrow ^{208}_{82}Pb$$

.2.2 النواتان X_1 ، X_2، ($^{212}_{82}Pb$ ، $^{212}_{83}Bi$):

النواتان لا تمثلان نظيرين لأن لهما Z مختلف.

.3.2 معادلات التحولات النووية:

$$^{212}_{82}Pb \rightarrow ^{212}_{83}Bi + ^{0}_{-1}e \;،\; ^{212}_{83}Bi \rightarrow ^{208}_{81}Tl + ^{4}_{2}He \;،\; ^{208}_{81}Tl \rightarrow ^{208}_{82}Pb + ^{0}_{-1}e$$

.1.3 قانون تناقص عدد الأنوية المشعة: $N_{Bi}(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

.1.2.3 اثبات العلاقة: $N_0 = N_{Tl}(t) + N_{Bi}(t) = N_{Tl}(t) + N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow N_{Tl}(t) = N_0(1-e^{-\lambda t})$

.2.2.3 – تعريف زمن نصف العمر: الزمن اللاّزم لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية

– قيمة N_0: من البيان عند اللّحظة $t = t_{1/2} = 60\,min$ فإنّ:

$\frac{N_0}{2} = 14\times10^{20} \rightarrow N_0 = 28\times10^{20}$ (يمكن استخدام $N_{Tl}(t) = N_0(1-e^{-\lambda t})$ والبيان)

– الكتلة m_0: $m_0 = \frac{N_0}{N_A}.M(^{212}_{83}Bi) = 1g$

– قيمة A_0: $A_0 = \lambda N_0 = \frac{ln2}{t_{1/2}}.N_0 = 5,4\times10^{17}\,Bq$

التمرين 30 : باك 2023 – ع ت

I- دراسة النشاط الإشعاعي لليلوتونيوم 238:

1. تركيب نواة البلوتونيوم 238:

عدد البروتونات: $Z = 94$

عدد النترونات: $N = A - Z = 238 - 94 = 144$

2. معادلة التفكك النووي لنواة البلوتونيوم 238:

$^{238}_{94}Pu \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{0}\gamma$ بتطبيق قانوني الانحفاظ:

انحفاظ عدد النويات: $A = 234 \Leftarrow 238 = A + 4$

انحفاظ الشحنة الكهربائية: $Z = 92 \Leftarrow 94 = Z + 2$

النواة المتشكلة حسب الجدول: $^{234}_{92}U$ ومنه تكون معادلة التفكك

$^{238}_{94}Pu \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{0}\gamma$

1.3. العبارة الحرفية لقانون التناقص الاشعاعي:

$N(t) = N_0 . e^{-\lambda t}$

2.3. التعبير عن $\frac{dN}{dt}$ بدلالة N_0 ، λ و t:

باشتقاق لقانون التناقص الاشعاعي نجد $\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$

3.3. استغلال المنحنى البياني:

*1.3.3 إيجاد قيمة الثابت B:

بيانيا: $B = 9.10^{22} noyaux / ans$

*المدلول الفيزيائي للثابت B:

من معادلة البيان و لما $t = 0$ فإن $(\frac{dN(t)}{dt})_{(t=0)} = -\lambda N_0$

بالمطابقة $B = \lambda . N_0$ و نعلم أن $A_0 = \lambda . N_0$ و منه B يمثل النشاط الابتدائي A_0 للعينة المشعة

*2.3.3 إيجاد قيمة λ:

من البيان : $\tau = 126\, ans$ و نعلم أن $\lambda . \tau = 1$ أي $\lambda = \frac{1}{\tau}$

(تطبيق عددي) $\lambda = \frac{1}{126}$ نجد $\lambda = 7,94.10^{-3} ans^{-1}$

*استنتاج قيمة m_0:

نعلم أن $A_0 = B = \lambda N_0$ و $N_0 = \frac{m_0}{M} N_A$ ومنه $m_0 = \frac{M}{\lambda . N_A} . A_0$

(حيث $A_0 = B = 9.10^{22}\, noyaux\, ans^{-1}$)

(تطبيق عددي) $m_0 = \frac{238}{7,94.10^{-3} \times 6,02.10^{23}} \times 9.10^{22}$ نجد $m_0 = 4481,3g = 4,5kg$

4.3. تحديد بالسنوات العمر الافتراضي للبطارية:

$A(t) = A_0 . e^{-\lambda . t}$ و منه $t = \frac{1}{\lambda} Ln \frac{A_0}{A}$ حيث $A = 68\% A_0 = 0,68 A_0$

(تطبيق عددي) $t = \frac{1}{7,94.10^{-3}} Ln \frac{1}{0,68}$ نجد $t \approx 48,6\, ans$

التمرين 31 : باك 2023 – ت ر

1 تعريف النواة المشعة:

النواة المشعة هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتكون نواة أكثر استقرار مع إصدار اشعاعات.

*خصائص النشاط الاشعاعي:

تلقائي، عشوائي ، حتمي.

1.2. إيجاد كلا من A و Z مع تحديد النواة الناتجة:

بتطبيق قانوني الانحفاظ نجد: $A = 137$ ، $Z = 56$

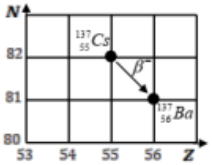
النواة الناتجة هي: $^{137}_{56}Ba$

2.2. نمط التفكك و تفسير كيفية حدوثه:

– تفكك β^-.

– يتحول نترون الى بروتون داخل النواة مع انبعاث الكترون وفق المعادلة: $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$

3.2. تمثيل التحول الحادث في مخطط المقابل (N,Z):



$^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e$

1.3. تحديد زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

$t_{1/2} = 30,2\, ans$

2.3. قانون تناقص النشاط $A(t)$:

$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

*إثبات العبارة $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$:

لما $t = t_{1/2}$ فإن $A(t_{1/2}) = \frac{A_0}{2}$ بالتعويض بعبارة $A(t)$ نجد $\frac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda . t_{1/2}}$ نجد العبارة المطلوبة $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

3.3. حساب كتلة السيزيوم الابتدائية $m_0(^{137}Cs)$:

$A_0 = \lambda . N_0$ و $N_0 = \frac{m_0}{M} N_A$ و منه: $m_0 = \frac{A_0 . M}{N_A \lambda} = \frac{A_0 . M . t_{1/2}}{N_A . \ln 2}$

(تطبيق عددي): $m_0 = \frac{3 \times 10^{10} \times 137 \times (30,2 \times 31557600)}{6,02.10^{23} \times 0,693}$ نجد $m_0 = 9,39 \times 10^{-3} g$

4. حساب المدة الزمنية لتفكك 99% من السيزيوم ^{137}Cs للتخلص من الآثار السلبية:

$\frac{A_0}{100} = A_0 e^{-\frac{Ln2}{t_{1/2}} t}$ $\Rightarrow$ $t = \frac{t_{1/2}}{Ln2} . Ln100$ نجد $t \approx 200,5\, ans$

5. هل اصبحت المنطقة آمنة في الوقت الحالي؟

ط1)– مدة التخلص من أخطار النشاط الاشعاعي $200,5\, ans$ ، بالمقارنة مع $37\, ans$ فالمنطقة غير آمنة من أخطار الانفجار. (في حدود 2183م تصبح المنطقة آمنة).

ط2)– بحساب نشاط العينة بعد مرور 37 سنة من حدوث الانفجار تكون نسبة نشاط العينة:

$\frac{A(37ans)}{A_0} = e^{-\frac{Ln2}{30,2}(37)} = 43\%$ و بالتالي مازالت المنطقة غير آمنة من أخطار الانفجار.

1. تعريف النّواة المشعة: نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة بنتا أكثر استقرارا مع اصدار اشعاعات.

2. تركيب النواة $^{62}_{30}Zn$: $Z = 30$ بروتون ، $N = A - Z = 32$ نيترون

1.3. تعريف الجسيم β^+: الكترون موجب $^{0}_{+1}e$ (بوزيترون)

آلية إصداره: يتحول البروتون $^{1}_{1}p$ إلى نيترون $^{1}_{0}n$ وفق المعادلة: $^{1}_{1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

2.3. معادلتا التفكك النووي: $^{62}_{30}Zn \rightarrow {}^{62}_{29}Cu + {}^{0}_{+1}e$ ؛

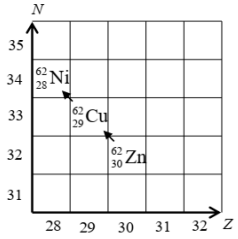
حسب قانوني الانحفاظ لصودي: $\begin{cases} 62 = A \\ 30 = Z + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 62 = A \\ Z = 29 \end{cases}$

$^{62}_{29}Cu \rightarrow {}^{62}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e$

حسب قانوني الانحفاظ لصودي: $\begin{cases} 62 = A \\ 29 = Z + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 62 = A \\ Z = 28 \end{cases}$

أ. بن ثابت مختار

3.3. تمثيل التحولين النوويين:



الشكل 1. المخطط (N,Z)

ثانيا: 1. علاقة التكافؤ : كتلة–طاقة لأينشتاين: $E = m.c^2$

2. تعريف طاقة الربط لنواة $^{A}_{Z}X$ وحساب قيمتها بالنسبة للنواة $^{62}_{30}Zn$:

✓ هي الطاقة اللازم تقديمها للنواة $^{A}_{Z}X$ الساكنة لتفكيكها إلى نويات متفرقة وساكنة.

✓ هي الطاقة المتحررة خلال تشكل نواة $^{A}_{Z}X$ ساكنة انطلاقا من نويات متفرقة وساكنة.

✓ حساب قيمتها:

$$E_\ell(^{A}_{Z}X) = \left[(Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{A}_{Z}X)\right] \times c^2$$

$$E_\ell(^{62}_{30}Zn) = \left[(30 \times 1,0073 + (62-30) \times 1,0087 - 61,9179\right] \times 931,5 = 539,8\, MeV$$

3. النواة الأكثر استقرارا من بين النواتين $^{62}_{30}Zn$ و $^{62}_{29}Cu$:

$$\frac{E_\ell(^{62}_{30}Zn)}{A} = \frac{539,8}{62} = 8,70 MeV / nuc$$

المقارنة: $\frac{E_\ell(^{62}_{30}Zn)}{A} < \frac{E_\ell(^{62}_{29}Cu)}{A}$

النواة الأكثر استقرارا هي النواة $^{62}_{29}Cu$

ثالثا: 1. يفضل استخدام هذا النظير في العلاج لقصر مدة حياته.

2. قانون النشاط الاشعاعي: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

3. قيمة النشاط الاشعاعي الابتدائي: $A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \frac{m_0}{M} N_A$

$$A_0 = \frac{\ln 2}{9,186 \times 3600} \times \frac{10 \times 10^{-6}}{62} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,03 \times 10^{12} \text{Bq}$$

استنتاج اللحظة t_1:

$$t_1 = \frac{-t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A(t_1)}{A_0}$$

$$t_1 = \frac{-9,186}{\ln 2} \ln 0,6 = 6,8 heures$$

التمرين 33 : باك 2024 – ت ر

1.1. تعريف النشاط الإشعاعي: تحول نووي تلقائي لنواة مشعة إلى نواة أخرى أكثر استقرارا مع انبعاث اشعاعات وجسيمات.

2.1. كتابة معادلة تفكك نواة نظير الثاليوم 201: ${}^{201}_{81}Tl \rightarrow {}^{A}_{Z}Hg + {}^{0}_{+1}e + \gamma$

حسب قانوني الانحفاظ لصودي: $\begin{cases} 201 = A \\ 81 = Z + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 201 \\ Z = 80 \end{cases}$

$${}^{201}_{81}Tl \rightarrow {}^{201}_{80}Hg + {}^{0}_{+1}e + \gamma$$

1.2. حساب قيمة النشاط A للمحلول المشع لحظة استعماله:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad , \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} = 153,9 \times 10^6 \times e^{-\frac{\ln 2}{73} \times 24} = 122,5 \times 10^6 \, Bq$$

2.2. نشاط العيّنة:

$12,25 \times 10^7 \, Bq > 11 \times 10^7 \, Bq$ اذن نشاط العيّنة كاف لإجراء عملية التصوير الطبي.

1.3. التعبير عن النسبة $\frac{A_{({}^{202}_{81}Tl)}}{A_{({}^{201}_{81}Tl)}}$ بدلالة الزمن:

$$A_{({}^{201}_{81}Tl)} = A_{01} \cdot e^{-\lambda_{({}^{201}_{81}Tl)} \cdot t}$$

منه:

$$A_{({}^{202}_{81}Tl)} = A_{02} \cdot e^{-\lambda_{({}^{202}_{81}Tl)} \cdot t}$$

$$\frac{A_{({}^{202}_{81}Tl)}}{A_{({}^{201}_{81}Tl)}} = \frac{A_{02} \cdot e^{-\lambda_{({}^{202}_{81}Tl)} \cdot t}}{A_{01} \cdot e^{-\lambda_{({}^{201}_{81}Tl)} \cdot t}} = 0,005 \cdot e^{\left(\lambda_{({}^{201}_{81}Tl)} - \lambda_{({}^{202}_{81}Tl)}\right) t} = 0,005 \cdot e^{1,982 \times 10^{-6} t}$$

2.3. المدة الزمنية التي من أجلها تصبح العيّنة غير صالحة للاستخدام:

$$0,02 = 0,005 \cdot e^{1,982 \times 10^{-6} t} \Rightarrow e^{1,982 \times 10^{-6} t} = \frac{0,02}{0,005} = 4$$

$$\ln e^{1,982 \times 10^{-6} t} = \ln 4 \Rightarrow t = \frac{\ln 4}{1,982 \times 10^{-6}} = 699442,16 s = 194,3 h$$

أ. بن ثابت مختار

1. التوريوم 232 والانشطار النووي

1.1.1. تعريف الانشطار النووي:

تفاعل نووي يتم فيه قذف نواة ثقيلة بنيترون فتنقسم إلى نواتين أخف وتحرير نيترونات مع اصدار طاقة.

2.1.1. التفاعل رقم (1) ليس تفاعل انشطار لأن الانشطار ينتج نواتين بينما هذا التفاعل أعطى نواة واحدة فقط.

3.1.1. اكمال المعادلة (1): ${}^{232}_{90}Th + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{233}_{90}Th$

2.1. حساب الطاقة المتحررة عن انشطار نواة ${}^{233}_{92}U$:

$$E_{lib} = (m_i - m_f).c^2 = |\Delta m|.c^2$$

$$|\Delta m| = m\left({}^{233}_{92}U\right) - \left(m\left({}^{137}_{54}Xe\right) + m\left({}^{94}_{38}Sr\right) + 2m\left({}^{1}_{0}n\right)\right)$$

$$|\Delta m| = 233,03963 - (136,91156 + 93,91536 + 2 \times 1,00866)$$

$$|\Delta m| = 0,19539u$$

$$E_{lib} = 0,19539u \times 931,5 = 182 MeV$$

2. التوريوم 230 والتأريخ:

1.2. معادلة تفكك اليورانيوم 234: ${}^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

نمط التفكك: α

1.2.2. قانون التناقص الإشعاعي:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

2.2.2. اثبات العلاقة $\frac{N({}^{230}Th)}{N({}^{234}U)} = e^{\lambda t} - 1$:

$$N_U(t) = N_{U0} e^{-\lambda t}$$

$$N_{Th}(t) = N_{U0} - N_U(t) = N_{U0} - N_{U0} e^{-\lambda t} = N_{U0}(1 - e^{-\lambda t})$$

$$\frac{N_{Th}(t)}{N_U(t)} = \frac{N_{Th}(t)}{N_U(t)} = \frac{N_{U0}(1 - e^{-\lambda t})}{N_{U0} e^{-\lambda t}} = \frac{1 - e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t}\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$$

$$\frac{N_{Th}(t)}{N_U(t)} = e^{\lambda t} - 1$$

3.2.2. حساب عمر الصخرة البحرية:

$$\frac{N_{Th}(t)}{N_U(t)} = \frac{3}{4}$$

$$e^{\lambda t} - 1 = \frac{3}{4}$$

$$e^{\lambda t} = 1,75 \; ; \quad t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln 1,75 = 1,98 \times 10^5 ans$$

التمرين 35 : باك 2025 – ع ت

أولا: دراسة النشاط الاشعاعي لنواة السماريوم 153:

1. معادلة التفاعل:

$${}^{153}_{62}Sm \rightarrow {}^{A}_{Z}Eu + {}^{0}_{-1}e$$

حسب قانوني الانحفاظ: $\begin{cases} Z = 63 \\ A = 153 \end{cases}$

$${}^{153}_{62}Sm \rightarrow {}^{153}_{63}Eu + {}^{0}_{-1}e$$

2.

1.2. سبب استعمال السماريوم 153 المشع لتفسر مدة حياته $(t_{1/2} = 46,28 heures)$.

2.2. إيجاد N_0 عدد الأنوية المشعة الابتدائية:

$$N_0 = \frac{m_0 N_A}{M} = \frac{100 \times 10^{-6} \times 6,02 \times 10^{23}}{156}$$

$$N_0 = 3,93 \times 10^{17} noy$$

3.2. إثبات العلاقة: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt}$$ ومنه: $A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$ حيث: $A_0 = \lambda N_0$

ملاحظة: تقبل الإجابة عند الانطلاق من العبارة: $A(t) = \lambda N(t)$

4.2. حساب t اللحظة التي تصبح عندها العينة غير صالحة للاستعمال:

لدينا: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ ومنه:

$$t = -\frac{1}{\lambda} ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \Rightarrow t = -\frac{t_{1/2}}{ln 2} ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)$$

$$t = -\frac{46,28}{ln 2} ln\left(\frac{0,25 A_0}{A_0}\right) = 92,56 heures$$

*طريقة أخرى: $A(t) = \frac{A_0}{4} = \frac{A_0}{2^2}$ ومنه: $t = 2t_{1/2} = 92,56 heures$

التمرين 36 : باك 2025 – ت ر

1. معادلة التفكك: $^{59}_{26}Fe \rightarrow ^{59}_{27}Co + ^{A}_{Z}X$

بتطبيق قانوني الإنحفاظ نجد: $A = 0$ و $Z = -1$

إذن الجسيم الصادر: الكترون $(^{0}_{-1}e)$

ومنه: $^{59}_{26}Fe \rightarrow ^{59}_{27}Co + ^{0}_{-1}e$

2. تعريف طاقة الربط: الطاقة اللازم تقديمها لنواة الذرة وهي ساكنة للحصول على نوياتها متفرقة وساكنة.

عبارتها: $E_l(^{A}_{Z}X) = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{A}_{Z}X)\right]c^2$

3. حساب طاقة الربط لكل نوية لنواتي الحديد والكوبالت:

$$\frac{E_l(^{A}_{Z}X)}{A} = \frac{\left[Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{A}_{Z}X)\right]\times 931.5}{A}$$

$$\frac{E_l(^{59}_{26}Fe)}{A} = \frac{\left[26\times 1,00728 + (59-26)\times 1,00867 - 58,93488\right]\times 931,5}{59} = 8,53 MeV/nucl$$

$$\frac{E_l(^{59}_{27}Co)}{A} = \frac{\left[27\times 1,00728 + (59-27)\times 1,00867 - 58,93319\right]\times 931,5}{59} = 8,54 MeV/nucl$$

$\frac{E_l(^{59}_{27}Co)}{A} > \frac{E_l(^{59}_{26}Fe)}{A}$ ، النواة الأكثر استقرارا هي: $^{59}_{27}Co$

4.

1.4. تعريف النشاط الإشعاعي A: عدد التفككات في الثانية.

العبارة: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

2.4. قيمة ثابت التفكك λ: $\frac{A(t+7)}{A(t)} = \frac{A_0 e^{-\lambda(t+7)}}{A_0 e^{-\lambda t}} = e^{-7\lambda} = 0,897$

ومنه: $\lambda = 1,55\times 10^{-2}\ jours^{-1}$

3.4. حساب A_0:

لدينا: $A_0 = \lambda N_0$ و $N_0 = \frac{m_0}{M} N_A$ ومنه:

$$A_0 = \frac{m_0}{M}\lambda N_A = \frac{2\times 10^{-3}}{59}\times\frac{1,55\times 10^{-2}}{24\times 3600}\times 6,02\times 10^{23} = 3,66\times 10^{12}\ Bq$$