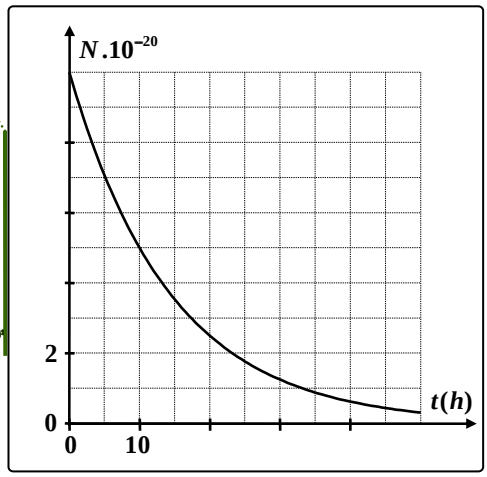
تمرين 01 استغلال قانون التناقص الإشعاعي

نتوفر في اللحظة $t=0$ ، على عينة مشعة من الصوديوم $^{24}_{11}Na$ كتلتها m_0 ، تبين الوثيقة جانبه تغيرات عدد النوى $^{24}_{11}Na$ المتبقية في هذه العينة بدلالة الزمن.



1) أحسب m_0 .

2) ينتج عن تفتت النويدة $^{24}_{11}Na$ نويدة المغنزيوم Mg . أكتب معادلة تفتت $^{24}_{11}Na$ علما أن هذه النواة إشعاعية النشاط β^- .

3) عرف عمر النصف لنويدة مشعة.

4) حدد قيمة عمر النصف لنويدة $^{24}_{11}Na$.

5) أوجد كتلة النوى $^{24}_{11}Na$ المتبقية عند اللحظة $t=35h$

نعطي: $M(^{24}_{11}Na)=24g/mol$ ، ثابتة أفوكادرو $N_A=6,023.10^{23}mol^{-1}$

تمرين 02 التأريخ باعتماد نويدة مشعة

يتوفر الكلور على عدة نظائر من بينها ثلاثة فقط توجد في حالتها الطبيعية (انظر الجدول).
تحتوي المياه السطحية على الكلور 36 الذي يتجدد باستمرار بحيث يبقى تركيزه ثابتا، في حين يتناقص هذا التركيز في المياه الجوفية و كذا في الطبقات الجليدية العميقة (عدة أمتار تحت سطح الأرض).

النظائر الطبيعية المشعة	النظائر الطبيعية المستقرة
الكلور 36 : $^{36}_{17}Cl$ $t_{1/2}=3,08.10^5ans$	الكلور 35 : $^{35}_{17}Cl$ و الكلور $^{37}_{17}Cl$: 37

نرمز ب:
$N(t)$: عدد نويدات الكلور 36 عند لحظة t ؛
N_0 : عدد نويدات الكلور عند $t=0$ ؛
λ : ثابتة النشاط الإشعاعي للنويدة المشعة.

1) أعط تركيب نواة الكلور 36 .

2) أعط تعريف النويدة المشعة.

3) ينتج عن تفتت نويدة الكلور 36 نويدة الأرغون المستقر $^{36}_{18}Ar$.

1.3) أكتب معادلة هذا التفتت مشيرا إلى قوانين الانحفاظ المستعملة.

2.3) أعط إسم الدقيقة المشعة و إسم نوع النشاط الإشعاعي.

4) أعط تعبير قانون التناقص الإشعاعي (تعبير $N(t)$ بدلالة N_0 و λ و t).

5) أعط تعريف عمر النصف.

6) أحسب قيمة الثابتة الإشعاعية.

7) نريد معرفة العمر t_1 لعينة جليدية كتلتها m مأخوذة من طبقات عميقة في القطب الشمالي، حيث أعطت بعض القياسات أنها لا تحتوي إلا على 75% من نوى لكلور 36 بالنسب لعينة سطحية لها نفس الكتلة.

1.7) باعتمادك على قانون التناقص الإشعاعي بين أن العمر t_1 للعينة تكتب على الشكل: $t_1=-\frac{1}{\lambda}.\ln\left(\frac{N(t_1)}{N_0}\right)$

2.7) أحسب العمر t_1 للقطعة الجليدية القطبية.

3.7) تحتوي القطعة الجليدية على ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 على شكل فقاعات غازية تنحصر داخل الجليد خلال تكونه، تتكون الجزيئات هذه من نظيري الكربون (الكربون 12 غير المشع $\left(^{12}CO_2\right)$ و الكربون 14 المشع $\left(^{14}CO_2\right)$)، نفترض أن غاز ثنائي أوكسيد الكربون المحبوس في الجليد لا يتجدد في الطبقات الجلدية العميقة.

4.7) لماذا لم يستعمل الكربون 14، ذي عمر النصف $t_{1/2}=5700ans$ ، لتأريخ القطعة الجلدية؟

Prof PC
Belayachi
El houcine
gl7ocin@gmail.com
الأستاذ : الحسين بالعياشي

تمرين 03 حادث انفجار أحد مفاعلات المحطة النووية تشيرنوبيل

في 26 أبريل 1986 م انفجر أحد مفاعلات المحطة النووية تشيرنوبيل *Tchernobyl* بأكرانيا، و تسربت إلى الفضاء عدة نويدات مشعة، من بينها نجد اليود 131 $(^{131}_{53}I)$.

يستعمل اليود 131 في الطب وله عمر النصف $t_{1/2}=8\,jours$ وهو إشعاعي النشاط β^-.

1) ينتج عن تفتت اليود 131 تكون الكزينون Xe . أكتب معادلة تفتت اليود.

2) أحسب الثابتة الإشعاعية لليود.

3) خلال الانفجار تسربت $100kg$ من نوى اليود في الفضاء. الكتلة المولية لليود 131 هي $127g/mol$. أحسب N_0 عدد نوى اليود المتسربة. نعطي ثابتة أفوكادرو $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$.

4) ما نشاط هذه الكمية من اليود عند الانفجار؟

5) 80% من اليود المتسرب سقط بالقرب من موقع الحادث، و البقية كونت سحابة مشعة جالت مناطق شاسعة، ووصلت إلى فرنسا بعد أن قطعت مسافة $d=300km$. أعطى قياس $a=2.10^{18}Bq$.

1.5) ما المدة الزمنية التي قضتها السحابة لتصل إلى فرنسا؟

2.5) ما السرعة المتوسطة لحركة السحابة؟

تمرين 04 تحديد عمر صخرة معدنية

تتحول النويدة $^{238}_{92}U$ إلى النويدة $^{206}_{82}Pb$ على إثر سلسلة من تفتتات تلقائية و متتالية من طراز α و β^- حسب المعادلة الحصيلة:

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

1) تعرف على الدقيقتين α و β^-.

2)

1.2) ذكر بقانوني صودي للانحفاظ.

2.2) حدد المعاملين x و y .

3) تحتوي صخرة معدنية قديمة عند لحظة t_1 على $m=1g$ من الأورانيوم 238 و $m'=10mg$ من الرصاص 206 .

نفترض أن كل مادة الرصاص المكونة للصخرة المعدنية، هي نتيجة تفتت الأورانيوم 238 مع مرور الزمن ابتداء من لحظة $t=0$ نعتبرها لحظة تكون الصخرة المعدنية.

أوجد عمر الصخرة المعدنية

نعطي: عمر النصف للأورانيوم ^{238}U : $t_{1/2}=4,5.10^9 ans$ ؛ $M(^{238}U)=238g/mol$ ؛ $M(^{206}Pb)=206g/mol$

تمرين 05 تحديد الحقبة التي عاش فيها الفرعون توت عنخ أمون

النويدة $^{14}_{6}C$ إشعاعية النشاط و عمر نصفها $t_{1/2}=5580ans$. تبقى نسبة النويدة ^{14}C ثابتة عند الكائنات الحية و لكن بعد وفاتها تتناقص هذه النسبة و يمكن بذلك تحديد تاريخ الوفاة.

اكتشف قبر الفرعون توت عنخ أمون سليما بوادي الملوك بالقرب من الأقصر بمصر، و كانت توجد قطعة جلدية بلحده. نريد تحديد الحقبة التي حكم فيها هذا الفرعون.

1) أكتب معادلة تفتت نويدة الكربون ^{14}C الإشعاعي النشاط β^-، ثم تعرف على النويدة المتولدة من بين النويدات التالية: ^{8}O ؛ ^{7}N ؛ ^{6}B ؛ ^{5}Be .

2) أكتب تعبير قانون التناقص الإشعاعي.

3) أحسب الثابتة الإشعاعية λ .

4) أوجد تعبير النشاط a بدلالة λ و t و a_0 النشاط الإشعاعي عند اللحظة $t=0$.

5) أعطى قياس قيمة النشاط الإشعاعي لنويدة الكربون $^{14}_{6}C$، للقطعة الجلدية التي وجدت في قبر توت عنخ أمون، القيمة 8,28 تفتت في الدقيقة لكل غرام واحد $(1g)$ من الكربون؛ بينما قيمة النشاط تساوي 12,54 تفتت في الدقيقة بالنسبة لكائن حي.

1.5) أعط قيمة النشاط الإشعاعي للقطعة الجلدية بالوحدة بيكريل Bq .

2.5) حدد بالسنوات عمر قطعة الجلد.

3.5) علما أن القياسات تمت سنة 1995 م، في أي حقبة عاش الفرعون توت عنخ أمون؟

تمرين 06 — استغلال قانون التناقص الإشعاعي

نعتبر عينة من نوى الأمريسيوم $^{241}_{95}Am$ الإشعاعية النشاط α . عمر نصفها هو **470** سنة. خلال ساعة واحدة تتفتت **63 000** نواة.

1) أُكتب معادلة التفتت للنواة $^{241}_{95}Am$. نعطي $^{}_{93}Np$
2) أوجد قيمة ثابتة النشاط الإشعاعي λ لنويدة الأمريسيوم.
3) أُحسب بالبيكريل Bq قيمة النشاط a لهذه العينة، استنتج عدد النوى الموجودة فيها عند نهاية العد.
4) أُحسب نسبة التفتت، عند نهاية العد.

تمرين 07 — تقدير عمر الأرض

مكن التأريخ بـ (الأورانيوم – رصاص) من تقدير عمر الأرض بدقة نسبيا. و فيما يلي دراسة هذه التقنية.

I) دراسة الفصيلة المشعة للأورانيوم.

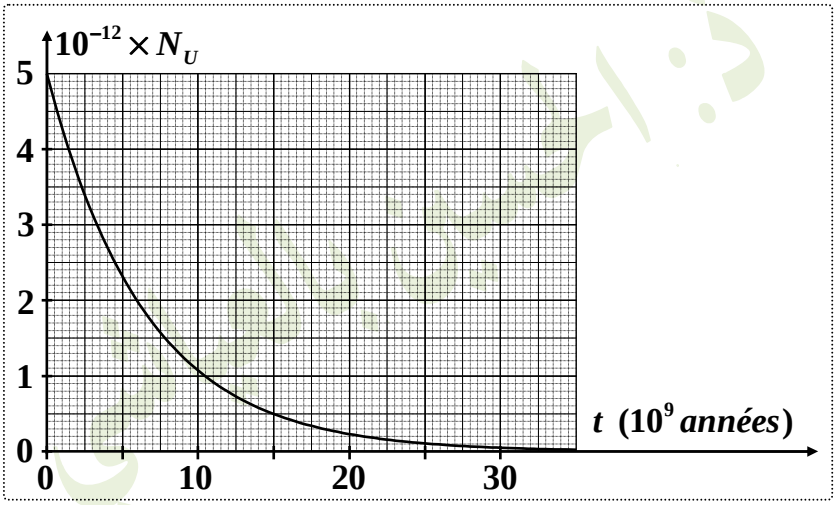
يتحول الأورانيوم **238** ، المشع طبيعيا إلى الرصاص **206** المستقر بعد سلسلة من التفتتات المتتالية (لن نأخذ بعين الاعتبار الإشعاعات γ).

1) في المرحلة الأولى، تتحول نواة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ الإشعاعية النشاط α إلى نواة الثوريوم Th .
   1.1) أعط تعريف النواة المشعة.
   2.1) أُكتب معادلة التفتت محددا القوانين المستعملة.
2) في مرحلة ثانية تتحول نواة الثوريوم **234** إلى نواة البروتاكتينيوم $^{234}_{91}Pa$ وفق المعادلة: $^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e$. ما طبيعة هذا التفتت؟ علل جوابك.
3) المعادلة الكلية لتحول نواة الأورانيوم **238** إلى نواة الرصاص **206** هي: $^{238}_{92}U \rightarrow ^{206}_{82}Pb + x.^{4}_{2}He + y.^{0}_{-1}e$
   حدد عدد التفتتات α و عدد التفتتات β^- .

II) نعتبر عينة من صخرة قديمة عمرها هو عمر الأرض نرمز له ب t_{terre} . تحتوي هذه العينة على نسبة ثابتة من عنصري الأورانيوم **238** و الرصاص **206** (الناتج عن تحول الأورانيوم).

يمكن قياس كمية الرصاص **206** الموجودة في العينة من تحديد عمرها و ذلك انطلاقا من منحنى التناقص الإشعاعي لعدد نوى الأورانيوم **238** .

1) نعتبر المنحنى $N_U(t)$ لعدد نوى الأورانيوم **238** الموجود في العينة (الوثيقة أسفله)



   1.1) أعط تعريف عمر النصف $t_{1/2}$. ما قيمته؟ استنتج قيمة كل من ثابتة الزمن τ و ثابتة النشاط الإشعاعي λ .
   2.1) عين مبيانيا العدد البدئي $N_U(0)$ لنوى الأورانيوم.
   3.1) أعط تعبير $N_U(t)$ بدلالة $N_U(0)$ ، ثم أُحسب عدد نوى الأورانيوم **238** المتبقية في العينة عند اللحظة $t_1 = 1,5.10^9\ ans$. تأكد مبيانيا من النتيجة.
2) أعطى قياس كمية الرصاص $N_{Pb}(t_{terre})$ عند اللحظة t_{terre} القيمة $2,5.10^{12}$ ذرة.
   1.2) أوجد العلاقة بين $N_U(t_{terre})$ و $N_U(0)$ و $N_{Pb}(t_{terre})$. أُحسب $N_U(t_{terre})$.
   2.2) حدد عمر الأرض t_{terre} .

Prof PC
Belayachi
El houcine
gl7ocin@gmail.com

تمرين 08 — تطبيقات الإشعاعات النووية في مجال الطب

أصبح الطب النووي من أهم الاختصاصات في عصرنا الحالي؛ فهو يستعمل في تشخيص الأمراض و في العلاج. ومن بين التقنيات المعتمدة، العلاج بالإشعاع النووي (*Radiothéra pie*)، حيث يستعمل الإشعاع النووي في تدمير الأورام و معالجة الأمراض السرطانية بقذف الإشعاع النووي في تدمير الأورام و معالجة الحالات السرطانية بقذف الورم أو النسيج المصاب بالإشعاع β^- المنبعث من الكوبالت ^{60}Co.

معطيات:

مقتطف من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية:

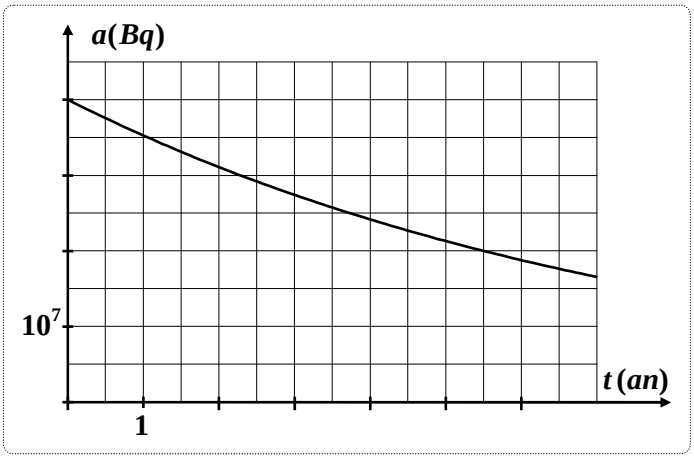
$_{25}Mn$ - $_{26}Fe$ - $_{27}Co$ - $_{28}Ni$ - $_{29}Cu$

1) تفتت نويدة الكوبالت

نويدة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ إشعاعية النشاط β^-.

1.1) أكتب معادلة تفتت نويدة الكوبالت $^{60}_{27}Co$، محددا النويدة $^{A}_{Z}X$ المتولدة.

2.1) أحسب، بالوحدة MeV، قيمة E طاقة التحول النووي.



2) تطبيق قانون التناقص الإشعاعي

توصل مركز استشفائي بعينة من الكوبالت ^{60}Co، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، و انطلقت عملية تتبع تطورها، من خلال قياس نشاطها الإشعاعي $a(t)$ عند لحظات مختلفة.

يمثل منحنى الشكل جانبه تطور $a(t)$ بدلالة الزمن.

1.2) عين اعتمادا على المنحنى عمر النصف $t_{1/2}$ للكوبالت بالوحدة an.

2.2) نقبل أن العينة المتوصل بها تصير غير فعالة في العلاج، عندما يصبح نشاطها $a = \frac{a_o}{4}$، حيث a_o النشاط البدئي للعينة.

في أي تاريخ يلزم تزويد المركز الاستشفائي بعينة جديدة من الكوبالت ^{60}Co

تمرين 09 — تطبيقات الإشعاعات النووية في مجال الطب

نويدة الاوكسجين ^{15}O إشعاعي النشاط β^+، تستعمل في الطب النووي كغاز $^{15}O_2$ لتشخيص تهوية رئتي مريض عن طريق الاستنشاق أو على شكل ماء $H_2{}^{15}O$ عن طريق الحقن الوريدي في حالة المسح الإشعاعي للقلب و الأوعية الدموية و المخ أو على شكل ثنائي أوكسيد الكربون $C^{15}O_2$ لدراسة استهلاك المخ للأوكسجين.

1) تحضير الأوكسجين $^{15}_{8}O$

للحصول على نويدة ^{15}O يتم قذف نوى الأزوت $^{14}_{7}N$ بواسطة نوى الدوتريوم $^{2}_{1}H$ ذات طاقة حركية $2MeV$.

1.1) أكتب معادلة هذا التفاعل النووي.

2.1) احسب الطاقة الناتجة عن هذا التفاعل.

2) تفتت الأوكسجين $^{15}_{8}O$

1.2) أكتب معادلة تفتت النوى $^{15}_{8}O$.

2.2) أحسب الطاقة اللازمة لفصل نويات نواة $^{15}_{8}O$، ثم استنتج طاقة الربط لنوية نواة $^{15}_{8}O$.

3) التناقص الإشعاعي للأوكسجين 15

عمر نصف الأوكسجين 15 قصير جدا $t_{1/2} = 123s$، و لمواصلة تشخيص مريض يجب حقنه من جديد في اللحظة t_1 التي لايبقى فيها سوى 5% من النويدات البدئية.

1.3) عرف عمر النصف.

2.3) احسب قيمة اللحظة t_1.