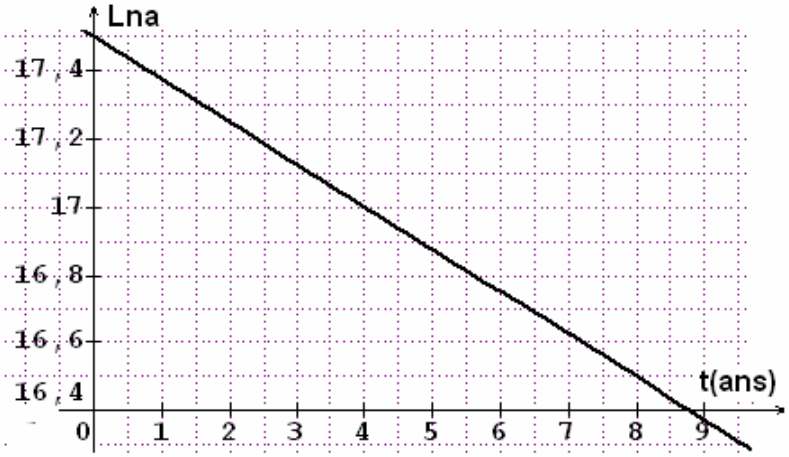
بعض التطبيقات للنشاط الإشعاعي في الميدان الطبي

يعتمد الطب النووي على مواد إشعاعية يتم حقنها بكميات ضئيلة بداخل أنسجة عضو حي من أجل تشخيص بعض الأمراض ومعالجتها. وقد اكتشف المفعول العلاجي للأشعة المنبعثة من الراديوم لبعض الأورام السرطانية سنة 1903. غير أن اكتشاف النشاط الإشعاعي الاصطناعي سنة 1934 هو الذي أتاح توفير عدد مهم من النظائر الإشعاعية المستعملة في إنجاز تشخيصات دقيقة لبعض الأمراض، بفضل التصوير الإشعاعي الذي يعتمد على إمكانية تثبيت العناصر الإشعاعية انتقائيا من طرف بعض أعضاء الجسم، وتتبعها بفضل نشاطها الإشعاعي.

I- العلاج الإشعاعي:

يعتمد مبدأ المعالجة الإشعاعية لبعض الأورام السرطانية على قذفها بواسطة الدقائق β^- المنبعثة من الكوبالط -60 $^{60}_{27}Co$.



1- أكتب معادلة التحول النووي للكوبالط، علما أن النويدة المتولدة توجد في حالة إثارة. نعطي مقتطفا من الترتيب الدوري للعناصر:

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

2- تزود المراكز الإستشفائية المتخصصة في هذا النوع من المعالجة بعينات من الكوبالط60 كتلة كل منها m=1µg.عين عدد النويدات N_0 البدئية في كل عينة.
نعطي: $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$ ثابتة أفوكادرو، و$M=60g.mol^{-1}$الكتلة المولية للكوبالط-60.

3- أعط تعبير قانون التناقص الإشعاعي.

4-يحرص تقني المختبر في هذه المراكز على مراقبة العينات الموجودة فيها على رأس كل سنة، عن طريق قياس نشاطها a.

4-1- أعط تعريف نشاط عينة إشعاعية، ثم أوجد تعبيرها بدلالة الزمن. أستنتج تعبيرLna مع Ln هو رمز اللوغاريتم النيبيري.

4-2- يمثل المنحنى جانبه التمثيل المبياني للدالة Lna=f(t). هل يتوافق شكل المنحنى مع التعبير السابق ل Lna؟ علل جوابك.

4-3- عين مبيانيا قيمة الثابتة الإشعاعية λ بالوحدة an^{-1}. استنتج قيمة عمر النصف $t_{1/2}$ لهذه العينة.

II- التصوير الإشعاعي:

من بين النظائر الأكثر استعمالا حاليا في هذا المجال هو التيكنيسيوم-99 Technétium-، الذي يمكن تثبيته من طرف بعض الجزيئات التي تتدخل في بعض التحولات البيولوجية والكيميائية التي تحدث على مستوى الهيكل العظمي. ينبعث من هذا النظير الإشعاع γ الذي يتم التقاطه بواسطة كاميرا خاصة تعطي صورة أكثر دقة ووضوحا لجزء من هذا الهيكل، تتيح رصد درجة التئام شق ناتج عن كسر عظمي مثلا.

نعطي: $1u=931,5MeV.c^{-2}$;$1\ eV = 1,60\times10^{-19}\ J$;$c = 3,00\times10^{8}\ m.s^{-1}$;$u = 1,66054\times10^{-27}\ kg$

الإلكترون	النوترون	البروتون	التيكنيسيوم99	الموليبدين99	النويدة أو الدقيقة
0,00055	1,00866	1,00728	98,88235	98,88437	الكتلة ب u

1) يعتبر التيكنيسيوم أول عنصر كيميائي تم اكتشافه ولايوجد له مثيل في الطبيعة. عدد شحنته Z=43 وينحدر اسمه من الكلمة اليونانية« technetos » التي تعني « اصطناعي». ينتج النظير 97 منه عن طريق قذف الموليبيدين96 بواسطة الدوتيريوم حسب المعادلة التالية:

$^{96}_{42}Mo + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{97}_{43}Tc + ^{A}_{Z}X$. حدد طبيعة الدقيقة $^{A}_{Z}X$.

فضاء الرياضيات بالثانوي

2) حاليا نحصل على التيكنيسيوم 99 باستعمال المولدات موليبدين-تيكنيسيوم التي يتفتت بداخلها الموليبدين99 $^{99}_{42}Mo$ تلقائيا ليتحول إلى $^{99}_{43}Tc$.

2-1- أكتب معادلة هذا التحول النووي. ما طبيعة هذا النشاط الإشعاعي؟

2-2- أحسب ب J ثم ب MeV الطاقة المحررة خلال تفتت نويدة واحدة للموليبدين99.

3) يتم الفحص الطبي لرصد درجة التئام رضوض في جزء من الهيكل العظمي لشخص على مرحلتين:

- الأولى: يحقن الشخص المفحوص بمادة تحتوي على التيكنيسيوم 99، بحيث يتم امتصاصها بشكل انتقائي على مستوى الرضوض العظمية.
- الثانية: بواسطة كاميرا للأشعة γ يتم تتبع النشاط الإشعاعي للتيكنيسيوم 99 قصد الحصول على صورة للجزء المفحوص من الهيكل العظمي. يمكن أن تظهر عليها مناطق ذات لون داكن تشير وجود التهابات أو تقرحات...

3-1- أخذ الشخص المفحوص حقنة من التيكنيسيوم 99، نشاطها البدئي هو $a_0=5,55.10^8 Bq$، على الساعة الثامنة صباحا.
نعطي عمر النصف للتيكنيسيوم 99: $t_{1/2}=6h$. أوجد عدد النويدات البدئية الموجودة في الحقنة.

3-2- عند نهاية الفحص أصبح نشاط العينة في جسم الشخص المفحوص هو $a=0,63a_0$. في أي ساعة انتهى الفحص؟

III- تعيين حجم الدم لدى شخص راشد باستعمال الصوديوم24

عندما نقذف نويدة الصوديوم 23 بواسطة نوترون تتولد عنها نويدة مشعة الصوديوم24 $^{24}_{11}Na$ حسب المعادلة التالية:

$$^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na$$

1- هل يمكن أن يحصل للنويدة $^{24}_{11}Na$ نشاط إشعاعي α؟ علل جوابك.

2- تتحول النويدة $^{24}_{11}Na$ تتحول إلى نويدة المغنيزيوم $^{24}_{12}Mg$ مع انبعاث دقيقة $^{A}_{Z}Y$. أكتب معادلة هذا التحول. ما طبيعته؟

3- أحسب ثابتة النشاط الإشعاعي لهذه النويدة علما أن عمر النصف للصوديوم24 هو t=15h.

4- لتعيين الحجم V من الدم الموجود في جسم شخص راشد، نحقن هذا الشخص عند لحظة t=0 بحجم $V_0=10mL$ من محلول الصوديوم24 تركيزه $C_0=10^{-3}mol/L$. بعد مرور 7 ساعات أعطى تحليل الحجم $V_1=10mL$ من الدم المأخوذ من جسم هذا الشخص كمية المادة $n_1=1,5.10^{-8}mol$ من الصوديوم24. أوجد الحجم V من الدم الموجود في جسم هذا الشخص علما أن الصوديوم موزع بكيفية منتظمة في الدم.

تعيين عمر الصخور البركانية بالنشاط الإشعاعي

تحتوي الصخور البركانية على البوتاسيوم 40 $^{40}_{19}K$، وهو عنصر مشع يتحول تلقائيا إلى غاز الأرغون 40 $^{40}_{18}Ar$، كما يتميز بعمر النصف $t_{1/2}=1,3.10^9 années$. يتجمع غاز الأرغون40 نتيجة هذا التحول، في حين أن البوتاسيوم40 يتناقص مع مرور الزمن.

أثناء ثوران بركاني ينتج تسرب كلي لغاز الأرغون المتجمع من الحمم البركانية المنبجسة من البركان. وبذلك فالصخور البركانية التي تتكون على سطح الأرض نتيجة تجمد هذه الحمم،لا تحتوي على غاز الأرغون عند الثوران.

1) أكتب معادلة التحول النووي للبوتاسيوم40.
2) أعط تعريف عمر النصف لعينة مشعة.
3) أحسب الثابتة الإشعاعية λ للبوتاسيوم40.
4)أبرز تحليل عينة مأخوذة من صخرة البازلت عثر عليها في منطقة عرفت ثورانا بركانيا منذ مدة طويلة، أنها تحتوي على $m_1=2,98mg$ من البوتاسيوم40 و $m_2=8,6.10^{-3}mg$ من الأرغون40. أوجد عمر هذه الصخرة.

نعطي: الكتلة المولية $M(K)=M(Ar)=40g.mol^{-1}$ وثابتة أفوكادرو $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$