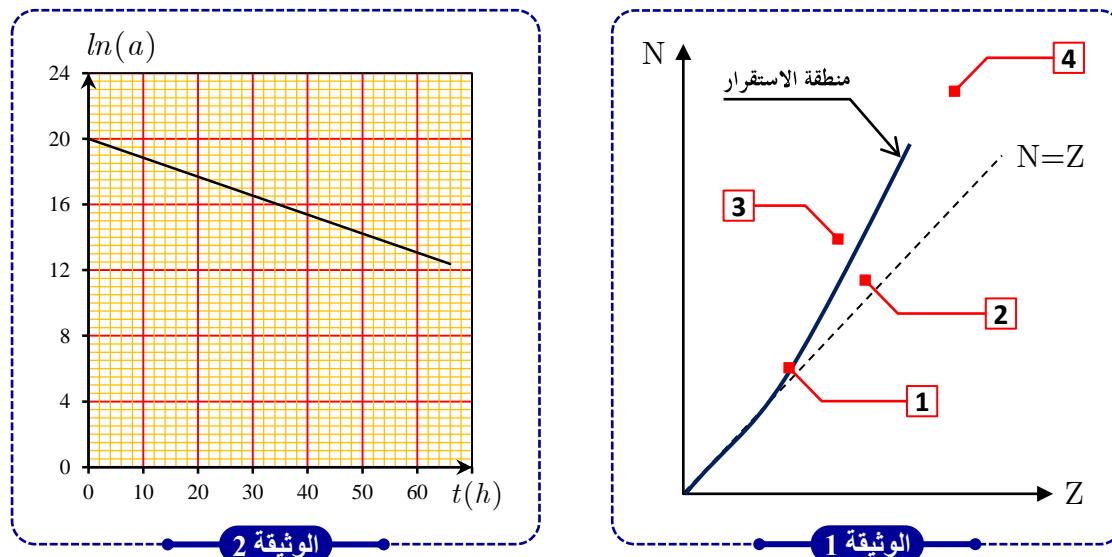




يتزايد اهتمام العالم بالطاقة وتنافس الدول في تأمين الطاقات البديلة عن تلك التقليدية (الفحم، الغاز، النفط) القابلة للنفاذ والتي لن تستمر طويلاً. ومن هذه البديلات الطاقة النووية نظراً لضخامة الطاقة الناتجة عنها. من جهة ثانية تسمح تطبيقات الفيزياء النووية بانتاج النظائر المشعة التي تستخدم في عدة مجالات (الطب، الزراعة، الصناعة، التاريخ...). ولكن مخاطرها الجمة لا بد من اتخاذ الاحتياطات اللازمة. كبناء المفاعلات النووية في أماكن بعيدة عن التجمعات السكانية ...

## • التمرين الأول: التصوير الإشعاعي في الطب .Scintigraphie en médecine

يمكن التصوير الإشعاعي للعظام منعاينة العظام والمفاصل، وبالتالي تشخيص ومتابعة الأنواع المختلفة من أمراض العظام. من أجل ذلك يتم حقن جسم المريض عن طريق الوريد بحقنة من التيكنيسيوم - 99 المشع الذي يتم التقاطه من طرف العظام، بعد أربع ساعات على الأقل يتم الحصول على صور العظام باستخدام كاميرا خاصة تسمى «كاميرا غاما» ومن ثم استكشاف المناطق العظمية المصابة بالمرض، كالكسور والأورام والالتهابات ...



### • معطيات :

- كتلة نواة التيكنيسيوم-99:  $m(^{99}\text{Tc}) = 98,88235 \text{ u}$
- كتلة البروتون:  $m_p = 1,00728 \text{ u}$
- كتلة النوترون:  $m_n = 1,00866 \text{ u}$
- الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية  $u$ :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/\text{c}^2$
- طاقة الرابط بالنسبة لنواة الموليبدين-99:  $(^{99}\text{Mo}) = 8,609 \text{ MeV}/\text{nucléon}$ .

ينتج التيكنيسيوم  $^{99}\text{Tc}$  عن تفتت نواة الموليبدين  $^{99}\text{Mo}$  (molybdène).

١- أعط المدلول الفيزيائي لـ: «طاقة الرابط».

٢- اكتب معادلة تفتت الموليبدين 99، ثم استنتج طراز النشاط الإشعاعي الموفق.

٣- تحقق أن طاقة الرابط نواة التيكنيسيوم 99 هي  $E_\beta = 852,928 \text{ MeV}$ .

٤- حدد، مثلاً جوابك، النواة الأكثر استقراراً من بين النوتين  $^{99}\text{Mo}$  و  $^{99}\text{Tc}$ .

٥- ما موقع نواة الموليبدين-99 في المخطط  $(N, Z)$  الممثل في الوثيقة-1 (الموقع 1 أم 2 أم 3 أم 4) ؟ علل جوابك.

٦- عند اللحظة  $t_0 = 0$  يتم حقن مريض بعينة من التيكنيسيوم-99 نشاطها الإشعاعي البديئي في جسم هذا المريض هو  $a_0$ .

يمثل منحنى الوثيقة-2 تغير  $\ln(a)$  بدلالة الزمن:  $\ln(a) = f(t)$ ، مع  $a$  نشاط التيكنيسيوم-99 عند لحظة  $t$  معبر عنه بالبيكرييل (Bq).

١.٦- اكتب تعبير النشاط الإشعاعي  $f(t)$  بدلالة  $a_0$  و الثابتة الإشعاعية  $\lambda$  و  $t$ . استنتاج تعبير  $\ln(a)$  بدلالة  $a_0$  و  $\lambda$  و  $t$ .

١.٧- باستغلال الوثيقة-2:

- تتحقق أن عمر النصف لنوبية التيكنيسيوم-99 هو  $t_{1/2} \approx 5,9 \text{ h}$ .

- احسب النشاط البديئي  $a_0$  في الحقيقة عند اللحظة  $t_0 = 0$ ، واستنتاج  $N_0$  عدد نوى التيكنيسيوم 99 التي حقن بها المريض.

٣.٦- ينتهي فحص المريض عندما يصبح النشاط الإشعاعي  $a$  مساوياً 62% من القيمة البديئية  $a_0$ . (أي  $a = 0,62 a_0$ ).

حقن المريض بالتيكنيسيوم-99 عند الساعة الثامنة صباحاً (8h00min). حدد  $t_1$ . لحظة انتهاء الفحص.

**• التمرين الثاني :** ◀ انتاج الطاقة النووية عن طريق تفاعلات الانشطار والاندماج.

يتم استغلال الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية في محطات خاصة تحتوي على مفاعلات نووية يتم فيها التحكم في التفاعل المتسلسل للنوى القابلة للانشطار (الأورانيوم 235 والبلوتونيوم 241). إضافة إلى استخدام الطاقة الحرارية الهائلة في تطبيقات كثيرة من بينها : تحلية ماء البحر وتشغيل بعض الغواصات.

حاليا، يشغل علماء الفيزياء النووية على تحقيق الاندماج النووي في مختبرات خاصة وجد متطرفة، كونه يعطي طاقة نظيفة، حيث الاشعاعات المنبعثة قليلة جدا مقارنة مع الانشطار النووي الذي ينتج عنه مواد مشعة. يتطلب انجاز الاندماج النووي درجة حرارة عالية جدا تقدر بـ ١٠٨ K.

## I - الانشطار النووي

في مفاعل نووي، يمكن لنواة الأورانيوم 235 أن تنشطر عند قذفها بنوترون بطيء وفق المعادلة التالية:



◀ معطيات :

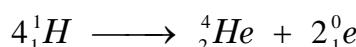
الكتلة المولية للأورانيوم 235 $M(^{235}U) = 235 \text{ g.mol}^{-1}$	${}_{37}^{93}Rb$	${}_{55}^A Cs$	${}_{92}^{235}U$	النواة
	794,1783	1163,8068	1783,5244	طاقة الربط $E_b$ (MeV)
$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	,	$1u = 931,5 \text{ MeV/c}^2$	,	$1\text{MeV}=1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

- ① أعط تعريف «الانشطار النووي». 0,50
- ② حدد العددان الصحيحين A و Z المشار إليهما في معادلة الانشطار النووي، محددا قوانين الاحفاظ المعتمدة. 0,50
- ③ احسب بالوحدتين (MeV) ثم الجول (J) الطاقة الحرجة  $E_1$  عند انشطار نواة واحدة من الأورانيوم 235. 1,00
- ④ تحقق أن الطاقة الحرجة  $E_{T1}$  عند انشطار كتلة  $m = 1 \text{ kg}$  من الأورانيوم 235 هي:  $E_{T1} = 7,153 \cdot 10^{13} \text{ J}$ . 0,50

## II - الاندماج النووي ؛ طريقة لتحديد العمر التقريبي للشمس

تنتج الطاقة الشمسية الباهتة عن تفاعل الاندماج النووي، حيث تحرر في كل سنة ( $\Delta t = 1 \text{ ans}$ ) طاقة تقدر بـ  $E_S = 10^{34} \text{ J}$ .

نندمج التحول النووي المسؤول عن الطاقة الإشعاعية للشمس بالمعادلة النووية التالية:



◀ معطيات :

الكتلة المولية للهيدروجين $M(^1H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$	${}_1^0e$	${}_2^4He$	${}_1^1H$	النواة أو الدقيقة
	0,00055	4,00151	1,00728	الكتلة ب (u)
$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	,	$1u = 931,5 \text{ MeV/c}^2$	,	$1\text{MeV}=1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

- ① يتطلب الاندماج النووي درجة حرارة عالية جدا. اشرح سبب ذلك. 0,50
- ② احسب بالوحدة (MeV) ثم بالجول (J) الطاقة الحرجة خلال هذا الاندماج (اندماج أربع نوى من الهيدروجين). 1,00
- ③ تتحقق أن الطاقة الحرجة  $E_{T2}$  عند اندماج كتلة  $m = 1 \text{ kg}$  من الهيدروجين هي:  $E_{T2} = 5,948 \cdot 10^{14} \text{ J}$ . 1,00
- ④ علما أن كتلة الشمس هي  $m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  وأن 10% من هذه الكتلة هي كتلة مجموع نوى الهيدروجين  $H^1$  التي تدخل في تفاعلات الاندماج النووي:  
  - احسب  $m_H$  كتلة الهيدروجين  $H^1$  التي تدخل في تفاعلات الاندماج النووي. 0,50
  - استنتج الطاقة الكلية  $E_H$  الموافقة لاندماج الكتلة  $m_H$  من الهيدروجين  $H^1$ . 0,50
  - عندما تسهل الكتلة  $m_H$  كلياً ستتوقف الشمس عن الإشعاع. ما هو العمر التقريبي المتبقى للشمس (بالسنوات ans)؟ 3.4 1,00
- ⑤ قارن  $E_{T2}$  مع  $E_{T1}$ ، ثم اعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في انتاج الطاقة. 1,00

<<> نهاية الموضوع <<>