I) 1) البولونيوم Po عنصر فلزي مشع نادر، عدده الذري Z=84. يعتبر البولونيوم 210 النظير الوحيد الذي نجده في الطبيعة. تتفتت أغلب نظائر البولونيوم وفق الطراز α.

1-1- أعط تعريف النشاط الإشعاعي.

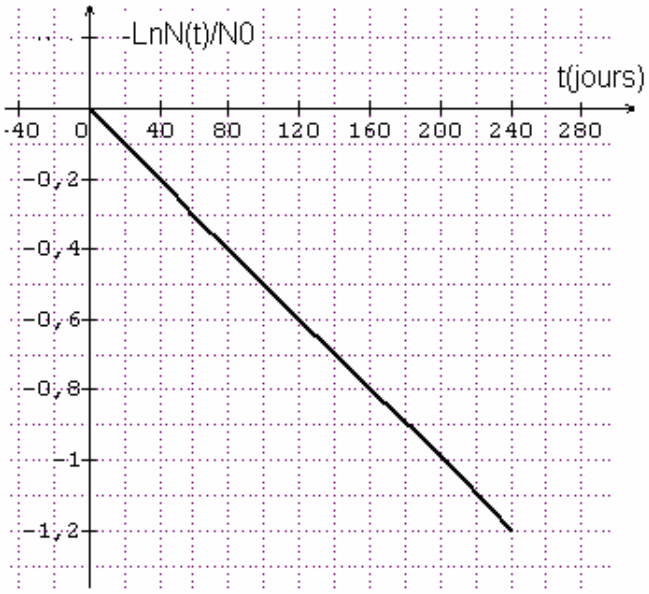
1-2- حدد عدد وطبيعة مكونات نواة البولونيوم 210.

1-3- تنتج عن التحول النووي للبولونيوم 210 نواة متولدة ${}^{A}_{Z}Pb$.

أكتب معادلة هذا التفاعل النووي.

2) نرمز ب N_0 لعدد النوى المشعة في عينة البولونيوم عند اللحظة $t = 0$ ، وب $N(t)$ لعدد النوى المتبقية في العينة عند اللحظة t.

باستعمال جهاز قياس ملائم يمكن تتبع تطور عينة من البولونيوم 210 بدلالة الزمن. تمثل الوثيقة جانبه التمثيل المبياني للدالة $\ln N(t) / N_0 = f(t)$



2-1- ذكر بتعبير قانون التناقص لعينة مشعة مكونة من N_0 نواة في حالتها البدئية. هل يتوافق هذا القانون مع التمثيل المبياني السابق؟ علل جوابك.

2-2- عين مبيانيا الثابتة الإشعاعية λ للبولونيوم 210.ما هي وحدتها في النظام العالمي للوحدات؟استنتج ثابتة الزمن τ.

2-3- أعط تعريف عمر النصف $t_{1/2}$ لعينة مشعة. أوجد تعبيره وأحسب قيمته.

فضاء الرياضيات بالثانوي

II) 1) يتم إنتاج الطاقة الكهربائية في المفاعلات النووية انطلاقا من الطاقة المحررة من طرف تفاعلات الانشطار النووي للأورانيوم 235 الذي يطلق عليه اسم الوقود النووي.

1-1- ذكر بتعريف تفاعل الانشطار النووي.

1-2- يمكن أن ينتج عن هذا التفاعل نواتا السترونتيوم و الزينون حسب المعادلة التالية:

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{Z}Sr + {}^{A}_{54}Xe + 3\ {}^{1}_{0}n$$

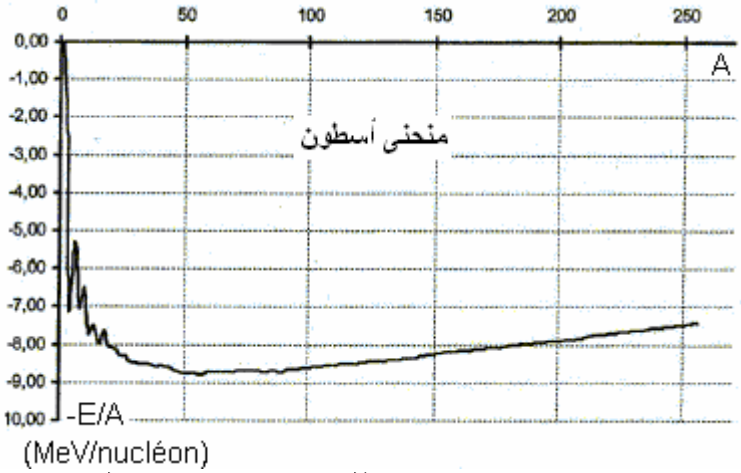
عين A و Z.

1-3- أحسب ب MeV الطاقة المحررة من طرف هذا التفاعل. استنتج الطاقة المحررة بالنسبة لكل نوية مشاركة في هذا التفاعل.

2) تركز الأبحاث حاليا في مجال الطاقة النووية على بلورة مشروع يهدف إلى تحقيق الشروط العلمية والتكنولوجية لإنتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من الطاقة المحررة خلال تفاعلات الاندماج النووي بين الدوتيريوم ${}^{2}_{1}H$ والتريتيوم ${}^{3}_{1}H$.

2-1- ذكر بتعريف تفاعل الاندماج النووي.

2-2- حدد على منحنى أسطون المجال الذي يتضمن النوى التي تعطي تفاعل الاندماج النووي.



2-3- علما أن اندماج الدوتيريوم والتريتيوم يعطي نواة متولدة ${}^{A}_{Z}X$ بالإضافة إلى نوترون. حدد طبيعة هذه النواة، وأكتب معادلة هذا التفاعل النووي.

2-4- تحقق من أن قيمة الطاقة المحررة خلال هذا التفاعل هي 17, 6MeV. ما قيمة الطاقة المحررة بالنسبة لكل نوية مشاركة في هذا التفاعل؟

3) استنتج فائدة استثمار تفاعل الاندماج بالمقارنة مع تفاعل الانشطار لإنتاج الطاقة الكهربائية في المفاعلات النووية.

المعطيات:

النواة أو الدقيقة	نوترون	بروتون	دوتيريوم	تريتيوم	هيليوم3	هيليوم4	أورانيوم235	زينون	سترونتيوم
الرمز	${}^{1}_{0}n$	${}^{1}_{1}p$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$	${}^{3}_{2}He$	${}^{4}_{2}He$	${}^{235}_{92}U$	${}^{A}_{54}Xe$	${}^{94}_{Z}Sr$
الكتلة(u)	1,00866	1,00728	2,01355	3,01550	3,01493	4,00150	234,9942	138,8892	93,8945

$1\ u = 1{,}66054\ 10^{-27}\ kg$; $1\ u = 931{,}5\ MeV/c^2$, $1\ eV = 1{,}60\ 10^{-19}\ J$; $c = 3{,}00\ 10^{8}\ m/s$.

III) نعتبر تفاعل الاندماج النووي التالي : $^{3}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ (1) ، وهو تفاعل ناشر للطاقة، ويطرح عدة صعوبات تقنية لإنجازه من بينها: ضرورة تسخين الخليط المتفاعل إلى درجة حرارة تفوق 100مليون درجة لضمان انطلاق التفاعل. يوجد الدوتيريوم $^{2}_{1}H$ بوفرة في مياه المحيطات، حيث يقدر الاحتياطي العالمي منه ب $4,6.10^{13}$ طن، وهو غير مشع. أما التريتيوم $^{3}_{1}H$ فيمكن الحصول عليه انطلاقا من عنصر Y غير مشع بقدفه بالنوترونات حسب المعادلة التالية: $^{A}_{Z}Y + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{3}_{1}H$ (2)

1- تعرف معللاجوابك على النواة $^{A}_{Z}Y$. نعطي $H(Z=1); He(Z=2); Li(Z=3); Be(Z=4); B(Z=5)$.

2- أعط تعبير النقص الكتلي Δm لنواة الدوتيريوم. أحسب قيمتها.

3- استنتج قيمة الطاقة الموافقة لهذا النقص الكتلي بj ثم بMeV. ماذا تمثل هذه الطاقة؟ ذكر بتعريفها.

4- أحسب الطاقة المحررة ΔE خلال تفاعل الاندماج النووي -التفاعل(1)-

5- حدد العدد N للنوى الموجودة فيm=1kg من الدوتيريوم، واستنتج الطاقة الناتجة عن هذه الكتلة.

6- إذا افترضنا بأن 33% من الطاقة المحررة هي التي تتحول إلى طاقة كهربائية، ما هي المدة الزمنية اللازمة لاستنفاد المخزون العالمي من الدوتيريوم، علما أن الاستهلاك السنوي من الطاقة الكهربائية يقدر ب $4.10^{20}\ j$.

IV) تحدث تفاعلات الاندماج النووي داخل الشمس عند درجة حرارة تقارب 20 مليون درجة. ينتج عنها تكون الهيليوم انطلاقا من الهيدروجين حسب ثلاث مراحل.

1- لماذا يتطلب حدوث الاندماج النووي درجات حرارة جد مرتفعة؟

2- أكتب معادلة الاندماج الذي يحدث في كل مرحلة:

أ- المرحلة الأولى: اندماج نواتي الهيدروجين $^{1}_{1}H$ يؤدي إلى تكون الدوتيريوم $^{2}_{1}H$ ودقيقة $^{A}_{Z}X$. ما طبيعةهذه الدقيقة؟

ب- المرحلة الثانية: اندماج نواة $^{1}_{1}H$ ونواة $^{2}_{1}H$ يؤدي إلى تكون الهيليوم3 $^{3}_{2}He$. يرافق هذا التفاعل انبعاث إشعاع γ. كيف تفسر انبعاث هذا الإشعاع؟

ج- المرحلة الثالثة: اندماج نواتي $^{3}_{2}He$ يؤدي إلى تكون الهيليوم4 $^{4}_{2}He$ ونواتين $^{A}_{Z}Y$ متطابقتين. ما طبيعتهما ؟

3- استنتج المعادلة الحصيلة لتفاعل الاندماج الذي يحدث داخل الشمس.

4- نعتبر أن معادلة تفاعل الاندماج النووي الحاصل هو: $4\ ^{1}_{1}H \dashrightarrow\ ^{4}_{2}He + 2\ ^{0}_{1}e + 2\gamma$. نعطي: $^{1}_{1}H : 1,0073\ u$; $^{4}_{2}He : 4,0026\ u$; $^{0}_{1}e : 0,0006\ u$ و $1u = 931,5MeV.c^{-2}$.

4-1- أحسب النقص الكتلي Δm الناتج عن هذا التفاعل.

4-2- استنتج بMeV قيمة الطاقة المحررة بالنسبة لكل نوية خلال هذا التفاعل.

4-3- يستهلك هذا التفاعل في كل ثانية 720 مليون طن من الهيدروجين $^{1}_{1}H$. أحسب النقص الكتلي للشمس خلال كل ثانية.

4-4- عين النقص الذي طرأ على كتلة الشمس منذ نشأتها إلى الآن(حوالي 5ملايير سنة). نفترض أن عدد نوى الهيدروجين المتحولة في الثانية يبقى ثابتا خلال هذه المدة. قارن هذا النقص الكتلي وكتلة الشمس الحالية $M = 2.10^{30}kg$.

فضاء الرياضيات بالثانوي