تمارين في التحولات النووية

تمرين 1

يرتكز إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على الانشطار النووي لليورانيوم-235 ، إلا أنه خلال تفاعلات الانشطار تتولد بعض النوى الإشعاعية النشاط التي قد تضر بالبيئة. تجرى حاليا أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج الطاقة النووية باعتماد الاندماج النووي لنظائر عنصر الهيدروجين.

الدقيقة	^{235}U	^{238}U	^{146}Ce	^{85}Se	نوترون	بروتون
كتلتها بالوحدة u	234,9934	238,0003	145,8782	84,9033	1,0087	1,0073

المعطيات:

ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$ الكتلة المولية لليورانيوم-235 : $M(^{235}U) = 235\ g.mol^{-1}$ $1u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$.

الانشطار النووي

يؤدي تفاعل الانشطار النووي الذي يحدث في قلب مفاعل نووي، إثر تصادم نواة اليورانيوم ^{235}U بنوترون إلى تكون نواة السيريوم ^{146}Ce و نواة السيلينيوم ^{85}Se و عدد من النوترونات وذلك وفق المعادلة التالية: $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{146}_{58}Ce + {}^{85}_{z}Se + x\,{}^{1}_{0}n$

1. حدد العددين Z و x.
2. احسب بالـ MeV الطاقة E الناتجة عن الانشطار النووي لنواة واحدة من اليورانيوم ^{235}U.
   استنتج الطاقة E_1 الناتجة عن انشطار 1 g من ^{235}U.
3. تتحول تلقائيا نواة السيريوم ^{146}Ce إلى نواة برازيوديم $^{146}_{59}Pr$ مع انبعاث دقيقة β^-. احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم ^{146}Ce، علما أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنويدة السيريوم هي: $\lambda = 5{,}13.10^{-2}\ \min^{-1}$.

الاندماج النووي

4. ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم $^{2}_{1}H$ ونواة الترتيوم $^{3}_{1}H$ تكون نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ و نوترون وحد حسب المعادلـــــــة:
   $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$. الطاقة المحررة خلال اندماج 1 g من $^{2}_{1}H$ هي: $E_2 = -5{,}13.10^{24}\ Mev$
   أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة.

تمرين 2

البلوتونيوم معدن اصطناعي , يوجد له حوالي 15نظير من بينها ^{238}Pu , ^{239}Pu, ^{241}Pu وهي نوى مشعة.

المعطيات :$\mu.C^2$=931.5 Mev ; 1Mev=1.6 x 10^{-13} j

النواة	البلوتونيوم 239	تيلور135	موليبدان 102	اليورانيوم 235	نوترون	برتون
الرمز	$^{239}_{94}Pu$	$^{135}_{52}Te$	$^{102}_{42}Mo$	$^{235}_{92}U$		
الكتلة بـu	239.0530	134.9167	101.9103	235.0439	1.00866	1.00728

1. أعط تركيب كل من النواتين ^{238}Pu و ^{239}Pu
2. نمذج معادلة اصطدام نترون بنواة البلوتونيوم239 ب : طاقة + $3\,{}^{1}_{0}n + {}^{102}_{42}Mo + {}^{135}_{52}Te \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{239}_{94}Pu$
   2-1- ماذا يسمى هذا التفاعل النووي مع تعريفه .
   2-2- احسب التغير الكتلي Δm بالوحدة u لهذا التحول النووي .
   2-3- أحسب بالMev ثم بالجول الطاقة الناتجة عن الانشطار النووي لنواة واحدة من $^{239}_{94}Pu$.
   2-4- احسب طاقة الربط لنواة $^{239}_{94}Pu$ ب Mev .
   2-5- يبين الجدول التالي طاقة الربط للنوى التالية :

النواة	$^{135}_{52}Te$	$^{102}_{42}Mo$
طاقة الربط بال Mev	1.12x 10^3	8.64x 10^2

- أحسب قيمة طاقة الربط لنوية لكل من للنواتين السابقتين ب Mev/nucléon ثم أستنتج أيهما أكثر استقرار.

3. النواة ^{239}Pu اشعاعية (α) . اكتب معادلة تفتتها .

تمرين 3

يعتبر الهيدروجين أحد المكونات الأساسية للشمس والنجوم الحديثة. تندمج نوى الهيدروجين في قلب الشمس حيث تصل درجة الحرارة إلى حوالي $10^7\ K$ وفق عدة أنماط من بينها التفاعل التالي: $4\,{}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2.{}^{0}_{x}e$.

1. أوجد x ثم استنتج طبيعة الدقيقة $^{0}_{x}e$.
2. أحسب بالوحدة Mev الطاقة الناتجة عن تكون نواة واحدة من الهليوم $^{4}_{2}He$
3. تساوي القدرة الإشعاعية للشمس $3{,}9.10^{26}\ W$، نفترض أن كل الطاقة الناتجة عن تفاعلات الاندماج تتحول إلى إشعاع.
   احسب D_m نقص كتلة الشمس خلال ثانية واحدة.
4. تقدر كتلة الشمس بحوالي $2.10^{30}\ kg$ كما يقدر عمرها بحوالي 4,6 مليار سنة:
   ما الكتلة التي فقدتها الشمس منذ بداية إشعاعها؟
5. كم يشكل هذا النقص بالنسبة للكتلة الحالية للشمس؟

نعطـــــي: $m({}^{1}_{1}H) = 1{,}0073\ u$ ؛ $m({}^{4}_{2}He) = 4{,}0015\ u$ ؛ $m({}^{0}_{x}e) = 5{,}5.10^{-4}\ u$ ؛ $1\ an = 365\ jours$ ؛ $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$ ؛ $1\ u = 931{,}5\ Mev/c^2$.