

معطيات عامة

$$m_e = 0,00055u \text{ و } m_n = 1,00866u \text{ و } m_p = 1,00727u$$

$$1MeV = 1,6.10^{-13} J \text{ و } 1u = 931,5MeV / C^2$$

التمرين الاول

اتم الجدول اسفله

نوى العناصر	$^{235}_{92}U$	$^{140}_{54}Xe$	$^{94}_{38}Sr$	$^{14}_7N$	$^{14}_6C$	4_2He
M(u) كتلة النواة	234,9935	139,8920	93,8945	14,0031	14,0065	4,0015
E(MeV) طاقة ربط النواة						
E/A(MeV) طاقة الربط لونية						

التمرين الثاني

في سنة 1983 تم اكتشاف جزء من سفينة

قديمة في مدينة Roskilde غرب كونيهاغن. لتحديد عمر هذه السفينة، تم اللجوء إلى تقنية التأريخ بالكربون. 14

الكتلة	الدقيقة
13,99995 u	$^{14}_6C$
1,00867 u	النوترون
1,00728 u	البروتون
1u = 931,5 MeV.c ⁻²	

1. حدد مكونات نواة $^{14}_6C$. أحسب طاقة الربط لهذه النواة.

2. قارن استقرار النواة $^{14}_6C$ مع النواة $^{12}_6C$ ذات طاقة الربط $E_l = 92.16 MeV$

التمرين الثالث

العنصر	الزئبق	التاليوم	البزموت	البولونيوم
الرمز	$^{80}_{80}Hg$	$^{81}_{81}Tl$	$^{83}_{83}Bi$	$^{84}_{84}Po$

النوية $^A_Z X$ إشعاعية النشاط من طراز α ،

ينتج أثناء تفتتها نوية الرصاص $^{206}_{82}Pb$. نعطي:

$$m(^A_Z X) = 210,0482u, \quad m(\alpha) = 4,0039u$$

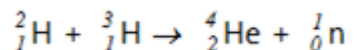
$$m(^{206}_{82}Pb) = 206,0385u$$

(1) أكتب معادلة التفتت محمدا قيمتي A و Z وتعرف على النوية الأصلية في الجدول:

(-2) أحسب ب الوحدة MeV، الطاقة E_{lib} الناتجة عن تفتت النوية واستنتج الطاقة الناتجة عن تفتت 1g من $^A_Z X$.

التمرين الرابع

سيتمد الوقود المستقبلي على تفاعلات الاندماج النووي وفق المعادلة:



1- عرف تفاعل الاندماج النووي.

2- ما هي النواة الأكثر استقرار من بين النوى الثلاثة بدون حساب، مع التعليل

المعطيات	النواة	2H	3H	4He
طاقة الربط بال Mev		2.23	8.57	28.41

التمرين الخامس

تشتغل محركات إحدى الغواصات النووية بالطاقة الناشئة عن التحول المنذج لتفاعل اليورانيوم المعبر عنه بالمعادلة . $^{238}_{92}U \rightarrow ^{206}_{82}Pb + x\alpha + y\beta^-$

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

1- احسب الطاقة المحررة عن هذا التحول

2- احسب الطاقة الناتجة عن كتلة قدرها $m = 1g$ من اليورانيوم

3- احسب كتلة اليورانيوم المستهلكة خلال 30 يوما من تنقل الغواصة علما أن محركاتها لها قدرة قيمتها $P = 2.5 \times 10^7 W$

$$m(U) = 238.0003u, \quad m(Pb) = 205.9295u,$$

$$m(He) = 4.0015u, \quad m(e) = 0.00054u,$$

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} J, \quad 1u = 931.5 \text{ MeV} / C^2$$

التمرين السادس PC2018

يؤدي تفتت نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ إلى تكون نواة الامريسيوم $^{241}_{95}Am$

ودقيقة X

معطيات :

$$- \text{ كتلة النواة } ^{241}_{95}Am : m(^{241}_{95}Am) = 241,00471 u$$

$$- \text{ كتلة النواة } ^{241}_{94}Pu : m(^{241}_{94}Pu) = 241,00529 u$$

$$- \text{ كتلة الدقيقة X : } m(X) = 0,00055u$$

$$- 1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$$

$$- \text{ عمر النصف للبلوتونيوم } ^{241}_{94}Pu : t_{1/2} = 14,35 \text{ ans}$$

1- اكتب معادلة التفتت محمدا طراز النشاط الإشعاعي للبلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$

2- أحسب ب الوحدة MeV، الطاقة E_{lib} الناتجة عن تفتت نواة واحدة من البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$

النشاط البدئي للعينة مشعة من البلوتونيوم 241 هو $a_0 = 3.10^6 Bq$.

3- اوجد النشاط a_1 لهذه العينة عند اللحظة $t_1 = 28,70 \text{ ans}$

التمرين السابع PCR2016

ينتج عن تفتت نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$ نواة المغنيزيوم $^{24}_{11}Mg$ ودقيقة X

1. تعرف على الدقيقة X ثم حدد طراز التفتت النووي للصوديوم 24

2. أحسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة E_{lib} خلال التفتت.

نقلت وسائل الإعلام التي غطت الكارثة النووية لحظة فوكوشيما اليابانية يوم 11 مارس 2011 ، أن معدلات التلوث بالاشعاع النووي الذي أصاب المواد الغذائية قد تجاوز في بعض الأحيان 10 مرات المعدلات المسموح بها؛ فعلى سبيل المثال تراوح النشاط الإشعاعي لليود 131 في السبانخ بين 6100Bq و 15020Bq في الكيلوغرام الواحد. في اليابان، تعتبر السبانخ غير ملوثة باليود 131 المشع إذا كان نشاطه الإشعاعي لا يتعدى 2000Bq في الكيلوغرام الواحد كحد أقصى مسموح به. يهدف التمرين إلى دراسة التناقص الإشعاعي لعينة من السبانخ ملوثة باليود 131 المشع.

المعطيات: عمر النصف لليود 131 : $t_{1/2} = 8 \text{ jours}$ ؛

$$m(e^-) = 0,00055u \quad ; \quad 1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$$

$$m(^{131}_{54}\text{Xe}) = 130,8755u$$

$$m(^{131}_{53}\text{I}) = 130,8770u$$

$$1- \text{ دراسة نويدة اليود } ^{131}_{53}\text{I} :$$

$$1-1: \text{ أحسب طاقة الربط لنواة اليود } ^{131}_{53}\text{I} .$$

2-1: ينتج عن تفتت نويدة اليود $^{131}_{53}\text{I}$ تكون النويدة $^{131}_{54}\text{Xe}$ أكتب معادلة هذا التفتت وحدد طرازه.

3-1: أحسب ب MeV الطاقة الناتجة عن تفتت نويدة واحدة من اليود

$$131 \text{ دراسة عينة من السبانخ الملوثة باليود } ^{131}_{53}\text{I} :$$

أعطى قياس النشاط الإشعاعي لعينة من السبانخ، مأخوذة من مزرعة قريبة من مكان الحادث القيمة $a_0 = 8000 \text{ Bq}$ في الكيلوغرام الواحد عند لحظة نعتبرها أصل التواريخ.

2-1: أحسب N_0 عدد نوى اليود 131 المشع المتواجدة في عينة السبانخ المدروسة عند أصل التواريخ .

2-2: حدد، بالوحدة (jours)، أصغر مدة زمنية لكي تصبح عينة السبانخ المدروسة غير ملوثة بمادة اليود 131 .

التمرين العاشر SM

نظير البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ (المتوفر في الحليب مثلا) من أهم النويدات المسؤولة عن النشاط الإشعاعي الطبيعي، يتفتت تلقائيا ليعطي نويدة الكالسيوم $^{40}_{20}\text{Ca}$ مع انبعاث دقيقة ^A_ZX

1- اكتب معادلة التفتت ، ثم استنتج طبيعة هذا النشاط الإشعاعي

2- عرف طاقة الربط E_1

3- احسب طاقة الربط لنواة البوتاسيوم 40، واستنتج طاقة الربط لنوية نفس النواة

4- احسب الطاقة المحررة خلال هذا التفاعل بالوحدة MeV و بالجول J

5- علما أن لترا واحدا من الحليب (يحتوي على البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$) له نشاط اشعاعي $a=80\text{Bq}$

احسب بالجول الطاقة المحررة عند تفتت N نويدة للبوتاسيوم 40 المتواجد في 1L من الحليب خلال يوم واحد.

نعطي : $m(\text{Ca}) = 39,9516u$ ، $m(\text{K}) = 39,9535u$ ،

$$m(\text{X}) = 0,0005u \quad , \quad t_{1/2}(\text{K}) = 1,28.10^9 \text{ ans}$$

3. حدد بالوحدة $J / \text{nucléon}$ ، طاقة الربط بالنسبة لنوية $^{24}_{11}\text{Mg}$

$$\text{لنواة } ^{24}_{11}\text{Mg} .$$

3- احسب ب MeV الطاقة المحررة من هذا التفاعل .

$$\text{كتلة النواة } ^{24}_{11}\text{Na} : 23,97846u . \quad \text{كتلة النواة } ^{24}_{12}\text{Mg} :$$

$$23,98493u$$

التمرين الثامن SVT2015

عند إصابة النخاع العظمي بداء الفايكيز *maladie de Vaquez*

يحدث تكاثر غير طبيعي في عدد الكريات الحمراء للدم، ولمعالجته يتم

اللجوء إلى الحقن الوريدي للمريض بمحلول يحتوي على الفوسفور $^{32}_{15}\text{P}$

الاشعاعي النشاط الذي يلتصق بشكل انتقائي بالكريات الحمراء الزائدة

في الدم، فيدمرها بفعل الإشعاع المنبعث منه.

معطيات:

$$\text{- كتلة نويدة الفوسفور } ^{32}_{15}\text{P} : m(^{32}_{15}\text{P}) = 31,965678 u$$

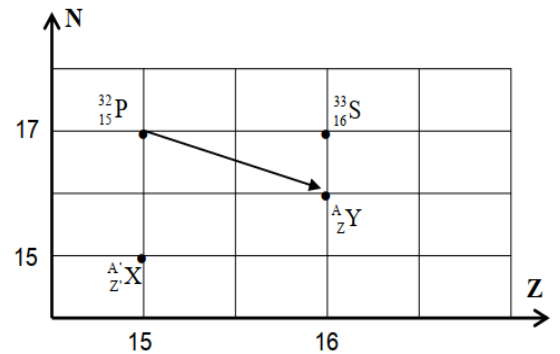
$$\text{- كتلة البروتون: } m_p = 1,00728 u$$

$$\text{- كتلة النيوترون: } m_n = 1,00866 u$$

$$1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$$

$$\text{- ثابتة النشاط الإشعاعي للفوسفور } ^{32}_{15}\text{P} : \lambda = 4,84.10^{-2} \text{ Jours}^{-1}$$

1- أذكر الفرق بين نظيرين لعنصر كيميائي.



2- اعتمادا على المخطط (Z, N) الممثل جانبه:

2-1. أكتب معادلة التفتت الموافقة لتحويل نويدة $^{32}_{15}\text{P}$ إلى نويدة ^A_ZY محدد طراز التفتت.

3- تعتبر النويدتين $^{32}_{15}\text{P}$ و ^A_ZX أنظر المخطط.

3-1- أحسب قيمة $\frac{E_l}{A} (^{32}_{15}\text{P})$ طاقة الربط بالنسبة لنوية

$$\text{الفوسفور } ^{32}_{15}\text{P} .$$

3-2- حدد، معللا جوابك، النويدة الأكثر استقرارا من بين النويدتين ^A_ZX و $^{32}_{15}\text{P}$ ، علما أن طاقة الربط بالنسبة لنوية

$$\text{هي } \frac{E_l}{A} (^A_Z\text{X}) = 8,35 \text{ MeV} / \text{nucleon} \text{ للنويدة}$$

4- تم حقن مريض عند اللحظة $(t = 0)$ بجرعة من دواء يحتوي على

الفوسفور $^{32}_{15}\text{P}$. ينعدم مفعول الدواء في جسم المريض عندما يصبح

النشاط الإشعاعي للعينة مساويا لـ 1% من قيمته البدئية $a = \left(\frac{a_0}{100} \right)$

حدد بالوحدة jours المدة اللازمة لانعدام مفعول الدواء.

الدقيقة	^{235}U	^{238}U	^{146}Ce	^{85}Se
كتلتها بالوحدة	234,99	238,00	145,87	84,903
عدد النويات	34	03	82	3

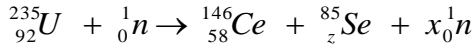
المعطيات:

ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$ الكتلة المولية لليورانيوم-235:

$$M(^{235}U) = 235 g.mol^{-1} \quad 1u = 931,5 MeV.c^{-2}$$

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:



1. حدد العددين x و Z .

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 تلقائياً نواة السيريوم ^{146}Ce إلى نواة برازويديم $^{146}_{59}Pr$ مع انبعاث

دقيقة β^- . احسب المدة الزمنية اللازمة لتحويل 99% من عينة نوى السيريوم

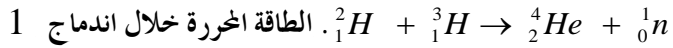
^{146}Ce ، علماً أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنوية السيريوم هي:

$$\lambda = 5,13.10^{-2} min^{-1}$$

الاندماج النووي

4. ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم 2_1H ونواة التريوم 3_1H تكون نواة

الهيليوم 4_2He و نوترون و حد حسب المعادلة:



$$E_2 = -5,13.10^{24} MeV \text{ هي } ^2_1H \text{ من } g$$

أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة

التمرين الرابع عشر SM 2018

يهدف هذا التمرين إلى دراسة النشاط الإشعاعي α للراديوم و حركة دقيقة α

في مجال مغناطيسي منتظم. في سنة 1898 أعلن بيار و ماري كيري

(Pierre et Marie Curie) عن اكتشاف عنصرين مشعين: البولونيوم و

الراديوم. يعتبر تحول الراديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى الرادون $^{222}_{86}Rn$ أحد الأمثلة المؤرخة

للإشعاع النووي α . وقد أختير، خلال تلك الفترة، الراديوم كمرجع لحساب

نشاط عينة مشعة الذي تم التعبير عنه بالكيري (Ci) قبل أن يتم اعتماد

البيكريل (Bq) كوحدة، حيث أن 1 Ci هو نشاط عينة من

الراديوم 226 كتلتها غرام واحد (1 g).

معطيات:

- الكتلة المولية للراديوم: $M = 226 g.mol^{-1}$ ، ثابتة أفوكادرو:

$$N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$$

- طاقة الربط لنواة الراديوم: $E_c(^{226}_{88}Ra) = 1,7311.10^3 MeV$

- طاقة الربط لنواة الرادون: $E_c(^{222}_{86}Rn) = 1,7074.10^3 MeV$

- طاقة الربط لنواة الهيليوم: $E_c(^4_2He) = 28,4 MeV$

- ثابتة النشاط الإشعاعي للراديوم: $\lambda = 1,4.10^{-11} s^{-1}$

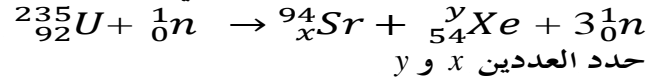
$$1 an = 365,25 jours$$

1.1. أعط تعريف طاقة الربط لنواة.

1.2. اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

التمرين الحادي العاشر SM

نعبر عن إحدى تفاعلات الانشطار نواة الاورانيوم $^{238}_{92}U$ التي تحدث في قلب المفاعلات النووية اثر تصادمها بنوترون بمعادلة التحول النووي التالي



حدد العددين x و y

1- احسب الطاقة الناتجة عن انشطار نواة و احدة من الاورانيوم

2- خلال يوم واحد ينتج مفاعل نووي طاقة $E = 100.10^{12} J$ علماً ان 70% الطاقة الحرارية الناتجة عن الانشطار تتحول

الى طاقة كهربائية احسب m كتلة الاورانيوم التي يستهلكها هذا المفاعل خلال يوم

3- من بين النويدات المشعة التي يمكن أن تتسرب من

المفاعل النووي هناك اليود $^{131}_{53}I$ ، الذي يشكل خطراً صحياً لأنه من السهل أن ثبت

على الغدة الدرقية. هذه النوييدة إشعاعية النشاط β^- .

4- أكتب معادلة تفتت نوييدة اليود $^{131}_{53}I$

5- من بين النويدتين المتولدة و الاصلية، حدد أكثرهما استقراراً. علل جوابك

6- احسب طاقة الربط E_1 لنوييدة $^{131}_{53}I$ بالوحدة MeV

7- حدد طاقة الربط بالنسبة لنوية للنواتين. تحقق من

نتيجة السؤال 1.

8- احسب الطاقة المحررة خلال هذا التحول.

$$m(^{234}U) = 234,9942u \quad m(^{131}_{53}Xe) = 138,8892\mu$$

$$m(^{94}Sr) = 93,8945u \quad 1\mu = 1,66.10^{-27} Kg$$

□

التمرين الثاني عشر

تتوفر حالياً فرنسا على 60 مفاعلاً نووياً بالماء تحت الضغط (REP)،

ويعتمد انتاج الطاقة في هذه المفاعلات النووية على انشطار

الاورانيوم ^{235}U . عندما يصطدم نوترون بنواة الاورانيوم $^{235}_{92}U$ فان

احدى الانشطارات الممكنة تؤدي الى تكون نواة السيريوم $^{146}_{58}Ce$ و نواة

السيلينيوم $^{85}_zSe$ ، بالإضافة الى عدد a من النوترونات.

1. عرف الانشطار النووي

2. اكتب معادلة هذا التفاعل النووي، واستنتج قيمة a و z

3. احسب، بالجول (J) و (MeV) الطاقة ΔE التي يحررها هذا التفاعل

4. تعطي المحطات النووية الفرنسية المستعملة للاورانيوم 235 على أقصى

تقدير قدرة كهربائية $P = 1455 MW$ و يحرق احتراق $1 kg$ من البترول

طاقة $E = 45.10^6 J$ على شكل حرارة. مردود تحول الطاقة الحرارية الى

الطاقة الكهربائية هو 34,2% استنتج كتلة البترول اللازمة لانتاج خلال

سنة، نفس الطاقة الكهربائية التي تنتجها المحطات النووية الفرنسية.

النوى	الاورانيوم 235	السيريوم 146	السيلينيوم 85
الكتلة ب(u)	234,9935	145,8782	84,9033

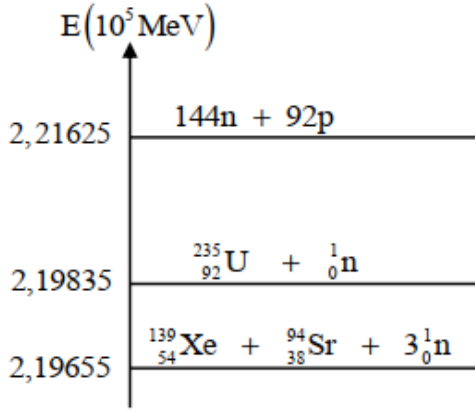
التمرين الثالث عشر

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 حالياً أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج

تحتوي نواة الراديوم على 88 نوترون و 138 بروتون.



- أ- الرادون و الراديوم نظيران .
 ب- بعد مرور المدة $3t_{1/2}$ ($t_{1/2}$ عمر النصف لنويدة الراديوم) يتبقى 12,5% من نوى الراديوم البدئية .
 ج- العلاقة بين عمر النصف و الثابتة الإشعاعية هي :
 $t_{1/2} = \lambda \cdot \ln 2$

- 1.3- بين أن $1 \text{ Ci} = 3,73 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.
 1.4- حدد بالوحدة Bq ، عند يونيو 2018 ، نشاط عينة من الراديوم كتلتها 1g علما أن نشاطها كان يساوي 1 Ci عند يونيو 1898
 أحسب بالوحدة MeV ، الطاقة $|\Delta E|$ الناتجة عن تفتت نواة واحدة من الراديوم

التمرين الخامس عشر SM

تعتبر تفاعلات الاندماج والانشطار من بين التفاعلات النووية التي تنتج عنها طاقة كبيرة تستغل في مجالات متعددة
 معطيات :

$$1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J} .$$

$$m({}_1^0\text{e}) = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u} , m({}_2^4\text{He}) = 4,00151 \text{ u} , m({}_1^1\text{H}) = 1,00728 \text{ u} .$$

$$1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} .$$

$$. m_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} .$$

- نعتبر أن كتلة الهيدروجين ${}^1_1\text{H}$ تمثل نسبة 10% من كتلة الشمس .

نعطي في الجدول التالي معادلات بعض التفاعلات النووية:

A	${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
B	${}^{60}_{27}\text{Co} \longrightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$
C	${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{234}_{90}\text{Th}$
D	${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 3{}^1_0\text{n}$

عين، من بين هذه المعادلات ، معادلة تفاعل الاندماج .

1-2- بالاعتماد على مخطط الطاقة الممثل في الشكل جانبه، احسب:

1-2-1- طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة ${}^{235}_{92}\text{U}$.

1-2-2- الطاقة $|\Delta E_0|$ الناتجة عن التفاعل (D)

2- تحدث في الشمس تحولات نووية ترجع بالأساس إلى الهيدروجين

و ذلك وفق المعادلة الحصيلة التالية : $4{}^1_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^0_{-1}\text{e}$

1-2-1- احسب ، بالجول J ، الطاقة الناتجة $|\Delta E|$ عن هذا التحول .

2-2- علما أن الطاقة المحررة من طرف الشمس نتيجة هذا التحول خلال

كل سنة هي ، $E_S = 10^{34} \text{ J}$ أوجد عدد السنوات اللازمة لـ يستهلك

كل

الهيدروجين الموجود في الشمس