ثانوية الإمام البخاري تمارة

# سلسلة : النوى, الكتلة والطاقة

الأستاذ : جميل رشيد

## التمرين 1: طاقة الربط و استقرار النواة

تنتج نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ عن تفتت ذرات الأورانيوم 238. نعطي $m(^{226}_{88}Ra) = 225,97709u$ .

1- حدد عدد النوترونات و البروتونات في نواة $^{226}_{88}Ra$ . ما عدد إلكترونات الذرة الموافقة لهذه النواة ؟

2- أحسب مجموع كتل النويات المكونة لنواة الراديوم.

3- استنتج $\Delta m$ نقص الكتلة لنواة الراديوم بالوحدتين $u$ و $kg$.

4- أحسب بالوحدة $Mev$ ثم بالوحدة $J$ طاقة الربط لهذه النواة.

5- ما الطاقة التي ينبغي منحها لنواة الراديوم في حالة سكون لتفكيكها إلى نويات معزولة في حالة سكون ؟

6- أحسب طاقة الربط بالنسبة لنوية في نواة الراديوم.

7- قارن استقرار نواة الراديوم 226 باستقرار نواة الأورانيوم 235 الذي يتميز بطاقة ربط بالنسبة لنوية قيمتها $7,5897Mev/C^2$.

معطيات: كتلة البروتون $m_p = 1,0073u$ ; كتلة النوترون $m_n = 1,0087u$ ; سرعة انتشار الضوء في الفراغ $C = 3.10^8 m/s$

$1eV = 1,6022.10^{-19}J$ ; $1u = 931,5Mev/C^2$ ; $1u = 1,66054.10^{-27}kg$

## التمرين 2: حساب الطاقة النووية

يتفاعل الدوتيريوم $^2_1H$ مع التريتيوم $^3_1H$ ، حسب المعادلة التالية : $^2_1H + {}^3_1H \longrightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$

1- أحسب الطاقة المحررة خلال تفاعل نواة واحدة من الدوتيريوم باستعمال الكتل الذرية الواردة في الجدول التالي :

$1u.c^2 = 931,5Mev$

| الرمز | $^2_1H$ | $^3_1H$ | $^4_2He$ | $^1_0n$ |
|---|---|---|---|---|
| الكتلة الذرية | 2,01355u | 3,01550u | 4,00150u | 1,00866u |

2- تحقق من قيمة الطاقة المحررة التي تم حسابها باستعمال طاقة الربط بالنسبة لنوية الواردة في الجدول التالي:

| الرمز | $^2_1H$ | $^4_2He$ | $^3_1H$ |
|---|---|---|---|
| طاقة الربط بالنسبة لنوية (Mev) | 1,112 | 7,073 | 2 ,827 |

3- أحسب الكتلة m للدوتيريوم $^2_1H$ اللازمة للحصول على طاقة $\Delta E' = -70,34.10^{22}Mev$ نعطي $1u = 1,66.10^{-27}kg$.

## التمرين 3: الاندماج النووي

يتنبأ علماء الذرة حاليا أن وقود المفاعلات النووية المستقبلية في تفاعلات الاندماج وهو خليط مكون من الديتريوم نواته $(^2_1H)$ والتريوم نواته $(^2_1H)$ .

المعادلة النووية للإندماج هي كالتالي: $^3_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^4_2H + {}^1_0n$

1- أحسب تغير الكتلة $\Delta m$ الناتج عن التفاعل النووي.

2- استنتج الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي،

3- أحسب الطاقة الناتجة بالجول، خلال تكون 1mol من الهيليوم $^4_2H$

4- مثل الحصيلة الطاقية باستعمال مخطط الطاقة.

معطيات: $m(^2_1H) = 2,01355u$ و $m(^3_1H) = 3,01550u$ و $m(^4_2He) = 4,00150u$ و $m(^1_0n) = 1,00866u$

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$ و $1u = 931,5Mev/C^2$ و $1MeV = 1,6.10^{-13}J$

## التمرين 4: الكتلة و الطاقة

يتولد عن تفتت نويدة الثوريوم $^{227}_{90}Th$ (Thorium) الإشعاعية النشاط نويدة $^A_Z Ra$ و دقيقة X .

1- علما أن الطاقة الناتجة عن هذا التفتت هي 6,148Mev أوجد كتلة الدقيقة X و تعرف عليها .

2- أكتب معادلة هذا التفتت النووي محددا عدد الشحنة Z وعدد الكتلة A النواة المتولدة.

3- نتوفر في اللحظة t = 0 على عينة من الثوريوم كتلتها $m_0 = 3mg$ ، أحسب عدد النوى التي تفتتت خلال المدة الزمنية $t = 90\ jours$.

4- أحسب الطاقة المحررة خلال هذه المدة.

معطيات : $m(Th) = 227,0278u$ و $m(Ra) = 223,0186u$ و $m(He) = 4,00256u$

عمر النصف لـ $^{227}_{90}Th$ : $t_{1/2} = 18jours$ و $1u = 931,5Mev/C^2 = 1,66.10^{-27}kg$

**التمرين 5:** تفاعلات الإندماج داخل النجوم

يعتبر تفاعل الإندماج الحراري من بين التفاعلات الأكثر تحريرا للطاقة. تكتب معادلة هذا التفاعل كما يلي:

$$^{2}_{1}H \; + \; ^{3}_{1}H \longrightarrow \; ^{4}_{2}He \; + \; ^{1}_{0}n$$

1- أحسب بالوحدة Mev الطاقة المحررة من طرف هذا التفاعل.

2- أحسب الطاقة المحررة عند تكون 1kg من الهيليوم.

3- أحسب كتلة البترول اللازمة لتحرير نفس الطاقة.ماذا تستنتج ؟

معطيات: $m(^{2}_{1}H) = 2,01355u$ و $m(^{3}_{1}H) = 3,01550u$ ، $m(^{4}_{2}He) = 4,00150u$ ، $m(^{1}_{0}n) = 1,00866u$

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$ و $1u = 931,5Mev/C^2$ و $1MeV = 1,6.10^{-13}J$ و $M(He) = 4g.mol^{-1}$

القدرة الحرارية للبترول $P_c = 42MJ.kg^{-1}$ ( الطاقة التي يحررها احتراق 1kg من البترول )

**التمرين 6:** الانشطار النووي داخل مفاعل نووي

داخل مفاعل نووي ، يشتغل بالأورانيوم المخصب بالنظير $^{235}_{92}U$ ، تحدث عدة تفاعلات من بينها التفاعل المنمذج بالمعادلة التالية :

$$^{235}_{92}U \; + \; ^{1}_{0}n \longrightarrow \; ^{94}_{38}Sr \; + \; ^{139}_{x}Xe \; + y \; ^{1}_{0}n$$

1- حدد قيمة كل من x و y في هذه المعادلة النووية .

2- أحسب ب Mev ، الطاقة المحررة عند إنشطار نواة الأورانيوم $^{235}_{92}U$ .

3- أحسب الطاقة المحررة عند إنشطار $m = 1g$ من الأورانيوم235 . ( نقبل أن جميع التفاعلات التي تحدث داخل المفاعل النووي هي من النوع السابق)

4- يستهلك المفاعل النووي ، ذو القدرة الكهربائية $P = 900Mw$، كل سنة 1 طن من الأورانيوم 235. حدد مردود هذا المفاعل النووي.

معطيات : $m(^{235}U) = 235,0134u$ و $m(^{94}Sr) = 93,8946u$ و $m(^{139}Xe) = 138,8882u$ و $m(^{1}_{0}n) = 1,0087u$

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$ و $1u = 1,66.10^{-27}kg$ و $1eV = 1,6.10^{-19}J$

**التمرين 7:** أهمية الأورانيوم الشطور

تنتج عن التفاعل بين نوى الأورانيوم الشطور $^{235}_{92}U$ و النوترونات الحرارية داخل مفاعل نووي طاقة يتم تحويل جزء منها إلى طاقة كهربائية .

ننمذج التفاعل الحاصل داخل المفاعل بالمعادلة التالية : $^{235}_{92}U \; + \; ^{1}_{0}n \longrightarrow \; ^{A}_{Z}X \; + \; ^{138}_{52}Te \; + 3 \; ^{1}_{0}n \; + \gamma$

1- ما نوع التفاعل الحاصل داخل المفاعل النووي .

2- حدد قيمة كل من الثابتتين A و Z واعط رمز العنصر الكيميائي الذي تنتمي إليه النويدة X.

نعطي رموز بعض النوى : $_{41}Nb(Niobium)$ ; $_{40}Zr(zirconium)$ ; $_{39}Y(yttrium)$ .

3- عبر بدلالة طاقات الربط ثم بدلالة كتل النويدات والدقائق النووية عن $\Delta E$ طاقة التفاعل السابق.

4- أحسب بالوحدة Mev قيمة الطاقة E التي يحررها هذا التفاعل.

$m(U) = 234,99333u$ ; $m(Te) = 137,90067u$ ; $m(n) = 1,0086600u$ ; $m(X) = 94,886040u$

$1Mev = 1,602210^{-13}J$ ; $1u.c^2 = 931,5Mev$ ; $1u = 1,66054.10^{-27}kg$ .

5- يستعمل هذا المفاعل لتشغيل محرك كهربائي قدرته $P_{élec} = 20MW$ . أحسب كتلة الأورانيوم التي يستهلكها المفاعل النووي لتشغيل المحرك لمدة 10 أيام علما أن مردود هذا المفاعل هو $r = 35\%$ .

6- إذا علمت أن الأورانيوم الشطور مشع و عمر نصفه 700 مليون سنة، أحسب المدة الزمنية التي يختفي خلالها 1% من كتلته داخل المفاعل النووي . ماذا تستنتج ؟

**التمرين 8:** تقنية TEP

يتوفر طبيب الأمراض العصبية على تقنيات مختلفة لتشخيص حالة دماغ الإنسان . من بين هذه التقنيات، تقنية TEP (topographie par émissions de positrons) و التي تعطي صورة تعبر عن تغير صبيب الدم و بالتالي نشاط الإستقلاب الدماغي.

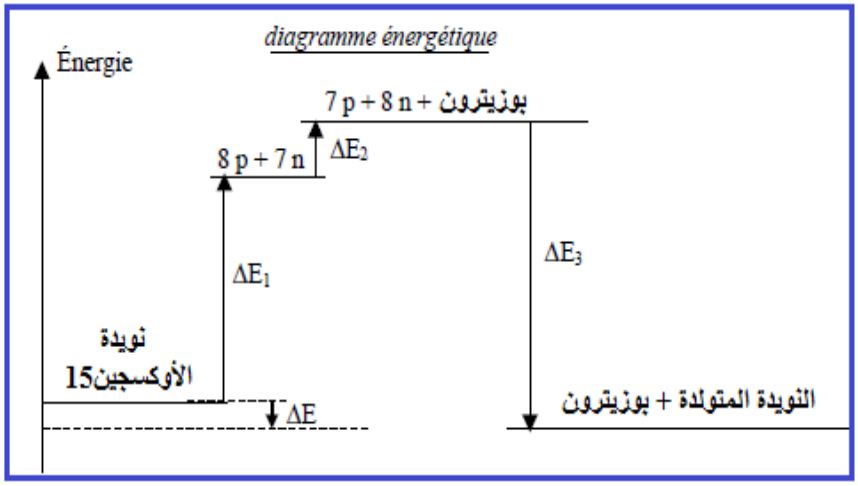
تقنية TEP تحدد جزيئات الماء الموجودة بوفرة في دماغ الإنسان و ذلك باستعمال الماء المشع الذي يحتوي على الأوكسجين 15 الباعث للدقائق $\beta^+$ و الذي يحقن في جسم الإنسان عن طريق الأوردة.

معطيات :

| النواة أو الدقيقة | $^{16}_{6}C$ | $^{15}_{7}N$ | $^{25}_{18}O$ | $^{15}_{5}F$ | إلكترون | بوزيترون | نوترون | بروتون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طاقة الربط لكل نوية $E_l/A$ (Mev/nucléon) | 6,676 | 7,699 | 7,463 | 6,483 | – | – | – | – |
| الكتلة (kg) | – | – | – | – | $9,109.10^{-31}$ | $9,109.10^{-31}$ | $1,67492.10^{-27}$ | $1,67262.10^{-27}$ |

سرعة الضوء في الفراغ: $C = 2,989.10^8 m/s$ و $1eV = 1,602.10^{-19} J$.

نعطي أسفله المخطط الطاقي لبعض التحولات النووية:




## 1- تفتت الأوكسجين15.

1.1- أكتب معادلة تفتت نويدة الأوكسجين15 .( النويدة المحصل عليها غير مثارة).

1.2- عرف طاقة الربط $E_\ell$ لنواة.

1.3- أحسب ب Mev ، تغير الطاقة $\Delta E_1$ المشار إليها في المخطط الطاقي و التي تمثل طاقة الربط لنويدة الأوكسجين 15.

1.4- باستعمال كتل الدقائق ، أحسب ب Mev، تغير الطاقة $\Delta E_2$ المشار إليها في المخطط الطاقي.

1.5- أحسب تغير الطاقة $\Delta E_3$ و التي تمثل مقابل طاقة الربط للنويدة المتولدة عن التفتت السابق.

1.6- استنتج من النتائج السابقة قيمة تغير الطاقة $\Delta E$ أثناء تفتت نويدة الأوكسجين15.

## 2- استعمال الأوكسجين15 في تقنية TEP .

يندثر كل من البوزيترون الناتج و إلكترون من الوسط المحيط محررين فوتونين في منحيين متقابلين. يمكن بواسطة جهاز مناسب تحديد موضع الاندثار السابق و بالتالي تحديد تركيز نويدات الأوكسجين15 في كل نقطة من الدماغ ومنه صبيب الدم في كل نقطة من الدماغ.

عمر النصف لنويدات الأوكسجين 15 هو : 123 ثانية.

2.1- عرف زمن عمر النصف.

2.2- ليكن $N_0$ عدد دقائق الأوكسجين15 التي تم حقنها في اللحظة $t = 0s$ .

أ- بين أن تعبير ثابتة النشاط الإشعاعي $\lambda$ هو : $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}}$ .

ب- أحسب قيمة الثابتة $\lambda$ لنويدات الأوكسجين15 .

2.3- إذا رغب الطبيب متابعة التشخيص ، عليه حقن المريض من جديد بالأوكسجين 15 ، بعد مرور المدة الزمنية $t_1$ حيث يصبح عدد نويدات الأوكسجين15 المتبقية هو 5%

من عدد النويدات البدئية التي تم حقنها. أحسب قيمة التاريخ $t_1$ .

**التمرين 9 :**

يعتبر الرادون $^{222}_{86}Rn$ من الغازات الخاملة والمشعة طبيعيا وينتج عن التفتت الإشعاعي الطبيعي لمادة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ الموجودة في الصخور والتربة.
يمثل استنشاق الرادون222، في كثير من بلدان العالم ، ثاني أهم أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد التدخين، للحد من المخاطر الناجمة عن تعرض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد $100Bq.m^3$ كمستوى مرجعي وعدم تجاوز $300Bq.m^3$ كحد أقصى.
عن الموقع الإلكتروني لمنظمة الصحة العالمية (بتصرف)

معطيات :

| كتلة نواة الرادون222 | كتلة البروتون | كتلة النوترون | عمر النصف الرادون222 | ثابتة أفوكادرو | الكتلة المولية للرادون222 |
|---|---|---|---|---|---|
| 221,9703u | 1,0073u | 1,0087u | $t_{1/2} = 3,9jours$ | $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$ | $M(Rn) = 222g.mol^{-1}$ |

$1u = 931,5Mev/C^2$ و $1jour = 86400s$.

1- تفتت نويدة الأورانيوم $^{238}_{92}U$

ينتج عن تفتت نويدة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ نويدة $^{222}_{86}Rn$ ودقائق $\alpha$ و $\beta^-$.

1.1- أعط تركيب نويدة $^{222}_{86}Rn$

1.2- أحسب بMev طاقة الربط للنواة $^{222}_{86}Rn$.

1.3- حدد عدد التفتتات من نوع $\alpha$ وعدد التفتتاتمن نوع $\beta^-$ الناتجة عن هذا التحول.

2- التحقق من جودة الهواء داخل مسكن

عند لحظة $t_0$ نعتبرها أصلا للتواريخ، أعطى قياس نشاط الرادون222 في كل متر مكعب من الهواء المتواجد في مسكن قيمة $a_0 = 5.10^3Bq$

2.1- حدد، عند $t_0$ ، كتلة الرادون الموجودة في كل متر مكعب منم هذا النسكن.

2.2- أحسب عدد الأيام اللازمة لكي تصبح قيمة النشاط الإشعاعي داخل المسكن تساوي الحد الأقصى المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية .

**التمرين 10:** الانشطار النووي داخل مفاعل نووي

يعتمد إنتاج الكهرباء في المفاعلات النووية على انشطار الأورانيوم 235 عند اصطدام نوترون بنواة الأورانيوم $^{235}_{92}U$ ، فإن أحد الإنشطارات الممكنة يؤدي إلى تكون نواة السيريوم $^{146}_{58}Ce$ ونواة السيلينيوم $^{85}_{x}Se$ وعدد a من النوترونات.

**معطيات:** $m(^{235}U) = 234,9935$ و $m^{146}Ce) = 145,8782u$ و $m(^{85}Se) = 84,9033u$ و $m(^1_0n) = 1,00861u$

$1u = 1,6606.10^{-27}kg$ و $C = 2,9979.10^8m/s$ و $1eV = 1,602.10^{-19}J$.

1- أكتب المعادلة الكاملة لإنشطار الأورانيوم235 . استنتج قيمة العدد a وقيمة العدد x . علل بالتعبير عن قانوني الانحفاظ.

2- استنتج تغير الكتلة $\Delta m$المرافق لإنشطار نواة الأورانيوم235 .

3- أحسب بالجول (J) والميكافولط (Mev)الطاقة $\Delta E$ التي يحررها هذا التفاعل . (نعتبر أن الطاقات الحركية البدئية للنوترون $^1_0n$ وللأورانيوم مهملة أمام طاقة الكتلة).

4- تستعمل محطة نووية الأورانيوم235 للحصول على قدرة كهربائية $P = 1455Mw$ .

احتراق 1kg من البترول يحرر طاقة $E = 45.10^6J$ على شكل حرارة . مردود تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية هو 34,2% .
استنتج كتلة البترول التي تكون لازمة لإنتاج ، خلال سنة ، نفس كمية الطاقة الكهربائية التي تنتجها المحطة النووية.

jamil-rachid.jimdo.com