

النوى - الكتلة والطاقة

الجزء الثاني : التحولات

النوية
الوحدة 2

ذ. هشام سحر

Noyaux – masse & énergie

- * تمتلك كل مجموعة كتلتها ، في حالة سكون ، طاقة E تسمى طاقة الكتلة . تعبيرها هو : $E = m \cdot c^2$ وحدتها هي الجول J حيث c : سرعة الضوء في الفراغ $c = 299792458 m \cdot s^{-1} \approx 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$.
- * نسمي النقص الكتلي Δm لنواة رمزها ${}^A_Z X$ هو الفرق بين مجموع كتل النويات وكتلة النواة $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$ مع $\Delta m > 0$ و m كتلة النواة .
- * عندما تتغير كتلة مجموعة بالمقدار Δm خلال تحول ما ، يكون تغير الطاقة الكتلية هو : $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$.
- * طاقة الربط E_l لنواة هي الطاقة التي يجب إعطائها للنواة ، في حالة سكون ، لفصل نوياتها وتبقى في حالة سكون $E_l = \Delta m \cdot c^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m({}^A_Z X)] \cdot c^2$ مع Δm النقص الكتلي .
- * وحدات أخرى : $1eV = 1,602177 \cdot 10^{-19} J$ و $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} kg = 931,5 \frac{MeV}{c^2}$.
- * تعرف ξ طاقة الربط بالنسبة لنوية بالعلاقة : $\xi = \frac{E_l}{A}$ حيث E_l طاقة الربط للنواة و A عدد النويات وحدة ξ هي $MeV/nucleon$. كلما كانت طاقة الربط بالنسبة لنوية كبيرة ، كلما كانت النواة أكثر استقرارا .
- * الانشطار النووي تفاعل نووي تنقسم خلاله نواة ثقيلة شظورة (قابلة للانشطار) ، بعد التقافها لنواتين حراري إلى نواتين خفيفتين .
- * الاندماج النووي تفاعل يتم فيه انضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا .
- * نعتبر المعادلة العامة لتفاعل نووي ${}^{A_1}_{Z_1} X_1 + {}^{A_2}_{Z_2} X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3} X_3 + {}^{A_4}_{Z_4} X_4$ حيث X رمز نواة أو دقيقة .
- * طاقة التفاعل : $\Delta E = [E_l(X_1) + E_l(X_2) - E_l(X_3) - E_l(X_4)]$.
- * $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = [m(\text{النواتج}) - m(\text{المتفاعلات})] \cdot c^2$.
- * $\Delta E < 0$ يكون التفاعل ناشرا للطاقة و $\Delta E > 0$ يكون التفاعل ماصا للطاقة .
- * الطاقة المحررة خلال تفاعل ناشر للطاقة هي $\xi_l = -\Delta E > 0$.

تمرين 1 :

في الفيزياء النووية تكون رتبة قدر الكتل المتناولة حوالي $10^{-27} kg$ ، لذا نستعمل وحدات أخرى، مثل : وحدة الكتلة الذرية u والوحدة $MeV \cdot c^{-2}$.
حيث $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} kg$ و $1u = 931,494 MeV \cdot c^{-2}$.
إملاء الجدول التالي :

الوحدة العالمية (kg)	الوحدة الذرية (u)	الوحدة (MeV · c ⁻²)
$3 \cdot 10^{-26}$		
	4,0015	
		938,28

تمرين 2 :

نعتبر النويدات التالية : ${}^{235}_{92}U - {}^{35}_{17}Cl - {}^{17}_8O - {}^{12}_6C$.
1- احسب النقص الكتلي لهذه النويدات بالوحدة الذرية (u) ثم بالوحدة (kg) .

2- بماذا يمكن تفسير هذا النقص الكتلي؟

3- احسب تغير الطاقة الموافقة للنقص الكتلي بالنسبة لهذه النويدات بـ (MeV) ثم بالجول (J) .
نعطي : $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} kg$ و $1u = 931,5 MeV \cdot c^{-2}$ و $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$.

النواة أو الدقيقة	${}^{12}_6C$	${}^{17}_8O$
الكتلة بـ (u)	12,0006	16,993857
${}^{35}_{17}Cl$	${}^{235}_{92}U$	1_1p
35,268577	234,9935	1,007276

تمرين 3 :

كتلة نواة الليثيوم $m({}^7_3Li) = 7,0160u$.

1- احسب النقص الكتلي لنواة الليثيوم عند تكونها .

نعطي : $m({}^1_0n) = 1,008665 u$.

2- احسب بالوحدة MeV ، الطاقة المحررة عند تكون نواة الليثيوم انطلاقا من نوياتها المتفرقة وفي حالة سكون .

3- احسب طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة الليثيوم .

التناقص الإشعاعي

Décroissance radioactive

الجزء الثاني : التحولات
النوية
الوحدة 1
ذ. هشام محجر

تمرين 4 :

نعتبر نواة الحديد ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ حيث طاقة الربط المتوسطة لنوياتها هي : $\xi = 8,79 \text{ MeV/nucléon}$.
1- احسب طاقة الربط E_l لهذه النواة (بـ MeV) ثم استنتج النقص الكتلي لهذه النواة (بـ $\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2}$) .
2- احسب كتلة نواة الحديد ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ (بـ $\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2}$) .
3- إملأ الجدول التالي :

الكتلة m لنواة الحديد ${}^{56}_{26}\text{Fe}$		
kg	u	$\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2}$

الطاقة $E_l({}^{56}_{26}\text{Fe})$		
J	eV	MeV

نعطي : $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

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

و $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$

و $m({}^1_1p) = 1,007276 u$

و $m({}^1_0n) = 1,008665 u$

تمرين 5 :

نعتبر نويدات البولونيوم ${}^{206}_{82}\text{Po}$ الإشعاعية النشاط α والتي تتحول تلقائيا إلى نويدات الرصاص ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.
1- اكتب معادلة هذا التفاعل النووي.
2- احسب طاقة الربط E_l لنويدات البولونيوم والرصاص ثم لنواة الهيليوم المنبعثة.
3- احسب طاقة الربط بالنسبة لكل نوية من نويدات النوى الثلاث السابقة.
4- استنتج الطاقة الناتجة عن هذا التفاعل.

نعطي : $1u = 931,494 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$

النوية أو الدقيقة	${}^{206}_{82}\text{Pb}$	${}^{206}_{82}\text{Po}$	الكتلة بـ (u)
	205,9935	209,98286	
	1_1p	1_0n	${}^{235}_{92}\text{He}$
	1,007276	1,008665	4,0015

تمرين 6 :

طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة الأوكسجين ${}^{16}_8\text{O}$ هي :
 $\xi({}^{16}_8\text{O}) = 7,981 \text{ MeV/nucléon}$.
1- احسب طاقة الربط لنواة الأوكسجين ${}^{16}_8\text{O}$.

2- استنتج كتلة نواة الأوكسجين بوحدة الكتلة الذرية (u) .

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

تمرين 7 :

ينتج عن تفتت نواة الراديوم ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ نواة الرادون ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ وانبعاث دقيقة.

يصاحب هذا التفتت كذلك انبعاث إشعاع γ بطاقة قيمتها

$E_\gamma = 0,190 \text{ MeV}$.

1- اكتب معادلة التفتت وحدد اسم ورمز الدقيقة المنبعثة.

2- حدد النقص الكتلي الناتج خلال هذا التفاعل.

3- حسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة خلال هذا التفاعل.

4- اذكر الأشكال التي تظهر عليها الطاقة المحررة خلال هذا التفاعل.

5- احسب الطاقة الحركية الكلية.

نعطي : $1u = 931,48 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$

الكتلة بـ (u)

الدقيقة المنبعثة	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$
4,0015	221,9703	225,9771

تمرين 8 :

تقدر الطاقة الناتجة عن التفاعلات النووية التي تحدث

بالشمس وفي يوم واحد بـ $E = 3 \cdot 10^{31} J$.

ينتج عن كل تفاعل للهيليوم ${}^4_2\text{He}$ ويصاحبه تحرير

طاقة قيمتها هي : $E' = 25,7 \text{ MeV}$.

1- احسب النقص الكتلي للشمس خلال يوم واحد ، ثم خلال سنة.

2- احسب المدة المحتملة لحياة الشمس علما أن كتلتها هي

: $M_S = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

3- احسب كتلة الهيليوم الناتج بالشمس خلال يوم واحد.

4- احسب بالوحدة MeV طاقة الربط لنواة الهيليوم واستنتج النقص الكتلي لهذه النواة.

نعطي : $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

و $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

و $M(\text{He}) = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

و $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

الكتلة بـ $(\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2})$

${}^4_2\text{He}$	1_0n	1_1p
3728,5	939,6	938,3

