الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	6 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا علوم تجريبية ← علوم الحياة و الأرض الثانوية التأهيلية		الـجـــزء الثاني: التحولات النووية

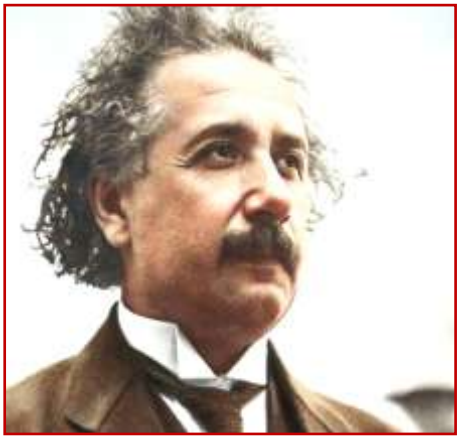
الدرس الخامس

النوى – الكتلة و الطاقة

Noyaux – masse et énergie

I. التكافؤ كتلة – طاقة.

1. علاقة إينشتاين:



في سنة 1905م مكنت النسبية الخاصة التي أنشأها العالم **ألبرت أينشتاين**، من التوصل إلى أن هناك علاقة وطيدة بين الكتلة و الطاقة، حيث أن كل مجموعة كتلتها m في حالة سكون تمتلك طاقة E تسمى **طاقة الكتلة أو علاقة أينشتاين**، و تعبيرها هو:

.....

.....

.....

.....

.....

2. وحدات الكتلة و الطاقة:

أ. وحدة الكتلة الذرية:

في الفيزياء النووية نتعامل مع دقائق صغيرة جدا ذات كتل أصغر، لذلك فإن الكيلوغرام وحدة غير ملائمة للتعبير عن كتلة هذه الدقائق، مما أدى إلى البحث عن وحدة أكثر ملائمة، و قد تم التوصل إلى وحدة سميت .....

التي يرمز لها بالحرف.....، و المعرفة بأنها.....

.....، بحيث:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مـثـــال

حساب كتلة البروتون بوحدة الكتلة الذرية

علما أن: $m_p = 1,6725.10^{-27} Kg$

.....

.....

.....

.....

.....

ب. وحدة الطاقة الذرية:

إن وحدة الجول في الفيزياء النووية وحدة غير ملائمة للتعبير عن الطاقة، لذلك وجب استعمال وحدة بديلة تسمى ..... بحيث:

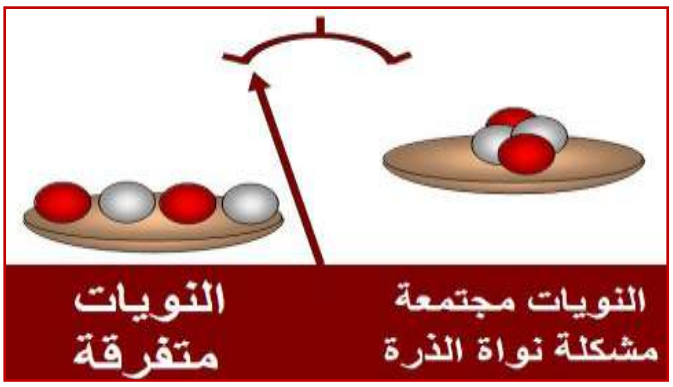
.....

ج. الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

II. طاقة الربط.

1. النقص الكتلي:

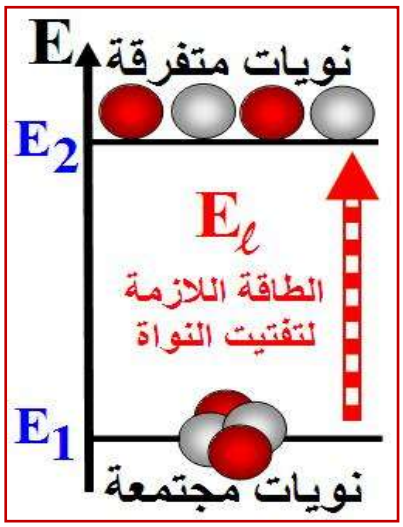


تبث تجريبيا أن كتلة نواة الذرة هي دائما أصغر من مجموع كتل نوياتها المكونة لها و هي متفرقة. الفرق بينهما يسمى .....، ويرمز له بالرمز Δm، و هو قيمة موجبة.

يعرف النقص الكتلي لنواة رمزها ${}^{A}_{Z}X$ بالعلاقة التالية:

حيث m_p و m_n و ${}^{A}_{Z}X$ كتلة كل من البروتون و النوترون و نواة الذرة على التوالي.

2. طاقة الربط لنواة:



يرجع تماسك النواة إلى وجود قوى تأثيرات بينية قوية بين النويات و هي ذات شدة كبيرة، و لفصل هذه النويات عن بعضها البعض وجب منح هذه النواة طاقة لازمة بغية تحقيق ذلك. و هذه الطاقة المبتغاة تسمى .....

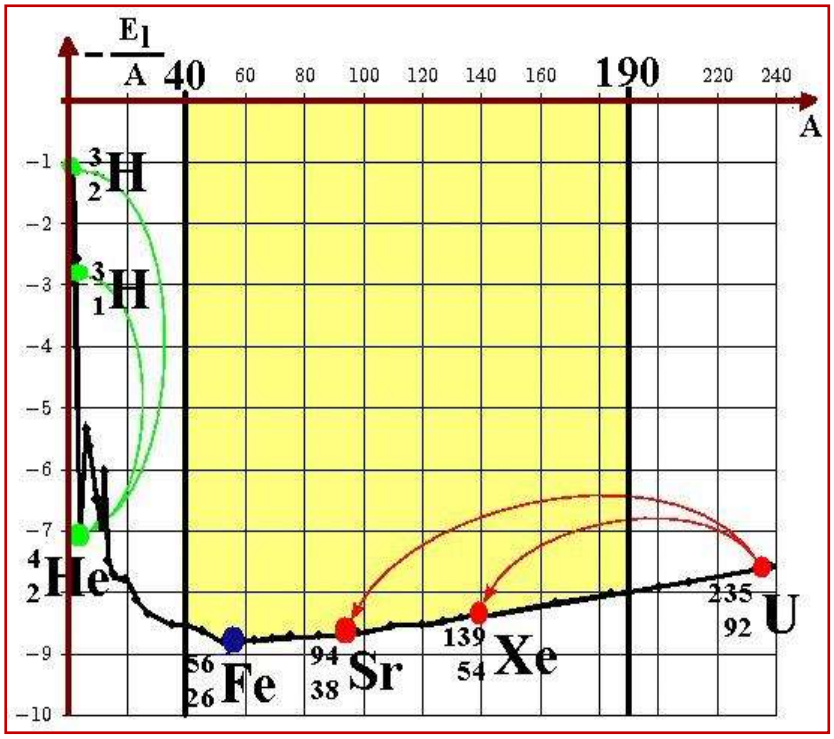
.....
.....
.....
.....

3. طاقة الربط لنوية:

.....
.....
.....
.....
.....

4. منحنى أسطون:

يمكن تمييز و مقارنة استقرار مختلف النويدات انطلاقا من طاقة الربط بالنسبة لنوية. لذلك تم خط منحنى يسمى منحنى أسطون، و هو عبارة عن منحنى يمثل تغيرات مقابل طاقة الربط بالنسبة لنوية ($\mathscr{E}$-) بدلالة عدد النويات A.



و يقسم منحنى أسطون كما يلي:

- **المجال $40 \leq A \leq 190$:** تضم هذه المنطقة النويدات المستقرة التي لها طاقة ربط متوسطة بالنسبة لنوية تقريبا تساوي 8MeV/nucléon، و تعتبر نويدة الحديد 56 الويدة الأكثر استقرارا.
- **المجال $A < 40$:** تضم هذه المنطقة النويدات الخفيفة غير المستقرة، حيث يمكنها أن تتحول إلى نوى مستقرة عن طريق الاندماج فيما بينها.
- **المجال $A > 190$:** تضم هذه المنطقة النويدات الثقيلة غير المستقرة، حيث يمكنها أن تتحول إلى نوى مستقرة عن طريق الانشطار إلى نويدات أكثر ستقرارا.

5. تطبيق1:

الأسئلة

الروبيديوم $\left(^{85}_{37}Rb\right)$ نواة مستقرة ، غير أن الروبيديوم $\left(^{89}_{37}Rb\right)$ غير مستقرة إشعاعية النشاط β^-.

1) أحسب النقص الكتلي لنظيري الروبيديوم.
2) أحسب طاقة الربط لنظيري الروبيديوم.
3) أحسب طاقة الربط بالنسبة لنوية لنظيري الروبيديوم.
4) علل استقرار الروبيديوم 85 و عدم استقرار الروبيديوم 89.

$$m\left(^{85}_{37}Rb\right) = 84,89144u$$

$$m\left(^{89}_{37}Rb\right) = 88,89193u$$

$$m_n = 1,00866u \text{ و } m_p = 1,00728u$$

$$1u = 931,5\ MeV/c^2$$

الأجوبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III. الحصيلة الكتلية و الحصيلة الطاقية لتحول نووي.

1. الحالة العامة:

نعتبر تفاعلا نوويا معبر عنه بالمعادلة العامة التالية: $\mathbf{{}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4}$ ، حيث

يمثل الرمز ${}^{A_i}_{Z_i}X_i$ نواة عنصر كيميائي أو دقيقة معينة.

تكتب الحصيلة الطاقية أو طاقة تحول نووي كما يلي:

- **باستعمال طاقة الربط لنواة:**

♦ **باستعمال الحصيلة الكتلية:** نعوض طاقة الكتلة $E_l(X_i)$ بتعبيرها و نستعمل قانوني صودي للانحفاظ فنتوصل إلى تعبير الحصيلة الطاقية بدلالة الحصيلة الكتلية. (البرهنة في آخر صفحة)

.....
.....
.....
.....
.....

ملاحظات:

- .....
- .....
- .....

2. تطبيقات على مختلف التحولات النووية التلقائية:

الأسئلة

نويدة الكوبالت 60 $\left(^{60}_{27}Co\right)$ إشعاعية النشاط β^-.

1) أكتب معادلة تفتت نويدة الكوبالت 60 . كيف يفسر هذا الإشعاع؟
2) أحسب طاقة الربط لنويدة الكوبالت 60.
3) أحسب الطاقة المحررة خلال تفتت 1g من الكوبالت 60.

معطيات: $m\left(^{60}_{27}Co\right) = 59,91901u$ و $m\left(^{60}_{28}Ni\right) = 59,91544u$

$m_e = 5,49.10^{-4}u$ و $m_n = 1,008665u$ و $m_p = 1,007276u$

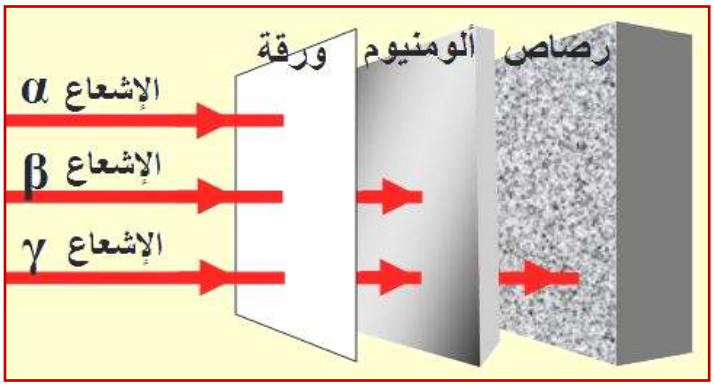
$N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$ و $1u = 1,66.10^{-27}Kg = 931,5\ MeV/c^2$

الأجوبة

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

IV. استعمالات و أخطار النشاط الإشعاعي.

للإشعاعات النووية تأثير على جسم الإنسان و ذلك حسب الكمية التي يمتصها الجسم و بطبيعة الأشعة، بحيث:



- الإشعاعات α تخترق المادة بصعوبة، إذ تكفي ورقة لإيقافها، و تحدث حروقا سطحية على الجلد.
- الإشعاعات β أكثر نفاذية من α، و يلزم لإيقافها عدة ميليمترات من الألومنيوم، و تستعمل في معالجة الخلايا السرطانية.
- الإشعاعات γ نفاذة بقدر كبير، و لإيقافها يلزم عدة سنتيمترات من الرصاص، و تستعمل في تشخيص الأمراض بالصور

تستعمل هذه الإشعاعات النووية في الطب بكميات ضئيلة جدا كعنصر لاستشفاء و تشخيص الأمراض أو لمعالجتها. أما إن تم الإفراط فيها فهي تتفاعل مع المادة المكونة لجسم الإنسان، إذ يمكنها انتزاع إلكترونات ذرات خلايا بعض الأعضاء محدثة بعض التشوهات البيوكيميائية.