

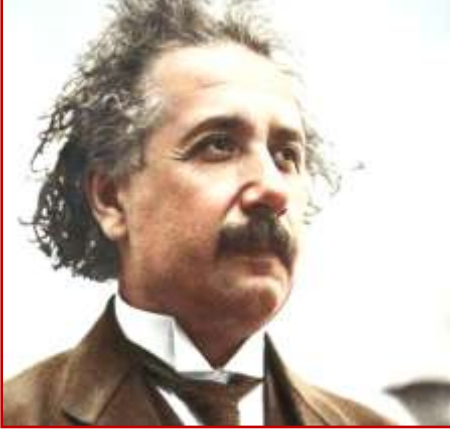
النور - الكتلة والطاقة

الدرس الخامس

Noyaux – masse et énergie

I. التكافؤ كتلة – طاقة.

1. علاقة أينشتاين:



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:

مثال

حساب كتلة البروتون بوحدة الكتلة الذرية

علما أن: $m_p = 1,6725 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

ب. وحدة الطاقة الذرية:

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

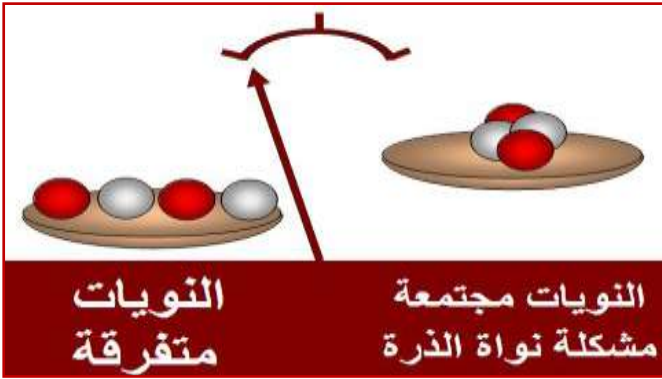
ج. الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية:

II. طاقة الربط.

1. النقص الكتلي:

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

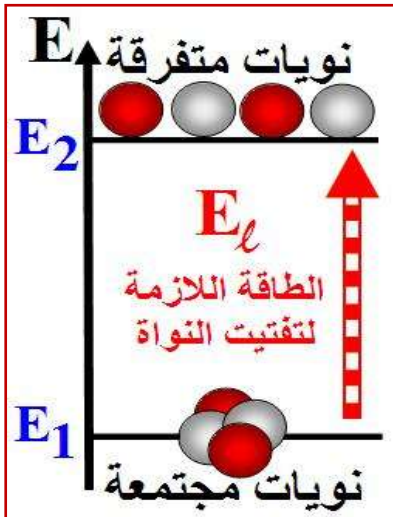
يعرف النقص الكتلي لنواة رمزها $A_Z X$ بالعلاقة التالية:



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 و جب منح هذه النواة طاقة لازمة بغية تحقيق ذلك. و هذه الطاقة المبتغاة تسمى

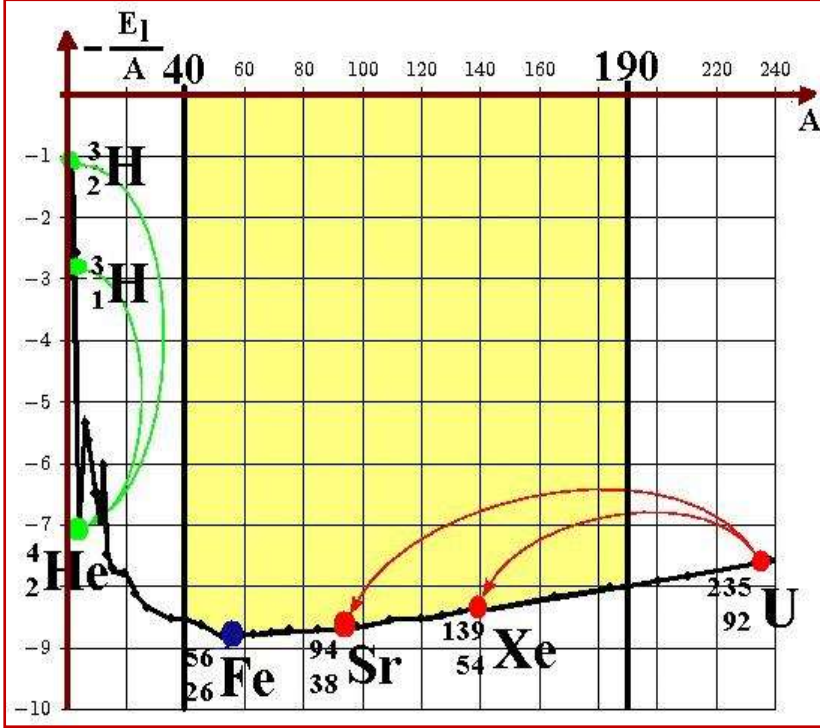


3. طاقة الربط لنوية:

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 ($\frac{E_b}{A}$) 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 8 MeV/nucleon ، و تعتبر نوية 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 استقرارا.

5. تطبيق 1:

الأسئلة

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

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

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

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

- الروبيديوم ($^{85}_{37}\text{Rb}$) نواة مستقرة ، غير أن الروبيديوم ($^{89}_{37}\text{Rb}$) 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.

الأجوبة

III. الحصيلة الكتلية و الحصيلة الطاقية لتحول نووي.

1. الحالة العامة:

نعتبر تفاعلا نوويا معبر عنه بالمعادلة العامة التالية: $A_1X_1 + A_2X_2 \rightarrow A_3X_3 + A_4X_4$ ، حيث يمثل الرمز ${}_{Z_i}^{A_i}X_i$ 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 $E_1(X_i)$ 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

نويده الكوبالت $^{60}_{27}\text{Co}$ إشعاعية النشاط β^- .

(1) أكتب معادلة تفتت نويده الكوبالت 60 . كيف يفسر هذا الإشعاع؟

(2) أحسب طاقة الربط لنويده الكوبالت 60.

(3) أحسب الطاقة المحررة خلال تفتت 1g من الكوبالت 60.

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

$m_e = 5,49 \cdot 10^{-4}u$ و $m_n = 1,008665u$ و $m_p = 1,007276u$

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$ و $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{Kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

الأجوبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

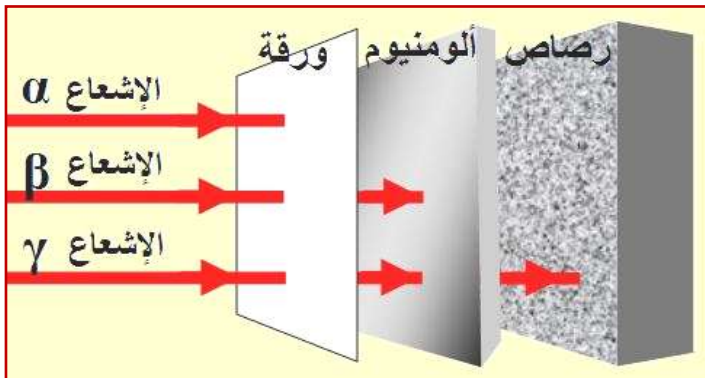
.....

.....

.....

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.