Academy
www.takiacademy.com

Matière : Sciences Physiques

النوى - الطاقة - الكتلة

prof : EL BADAOUI.

علوم رياضية | علوم فيزيائية

النوى - الكتلة والطاقة

1 - النكافؤ كتلة - طاقة

1-1 - علاقة إنشتاين : تمتلك كل مجموعة كتلتها m في حالة سكون طاقة E تسمى طاقة الكتلة تعبيرها هو :

$$E = mc^2$$

(J) (Kg) $m.s^{-2}$

c : سرعة انتشار الضوء في الفراغ :

$c = 3.10^8 m/s$

1-2 - وحدات الكتلة والطاقة :

وحدة الكتلة الذرية : منذ 1960 تبنى وحدة الكتلة الذرية (1u) $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون ^{12}C.

$$1u = \frac{\frac{M(^{12}C)}{N_A}}{12} = \frac{M(^{12}C)}{12.N_A} = 1,66.10^{-27} kg \quad (u.m.a)$$

الكتلة المولية للكربون : $M(C) = 12 g.mol^{-1}$

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

1-3 - وحدة الطاقة الالكترون-فولط

$1 eV = 1,602177.10^{-19} J.$

$1 MeV = 10^6 eV = 1,602177.10^{-13} J.$

Scanné avec CamScanner

Academy
www.tabiacademy.com

* الطاقة المكافئة للكتلة 1u.

لدينا : $E = m c^2$

- $m = 1u = 1,660 \cdot 10^{-27} kg$
- $C = 3 10^8 m/s$

$\Rightarrow E = 1,660 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2$

$\Rightarrow E = 1,49242 \cdot 10^{-10} J$

لنحولها الى MeV.

$$E = \frac{1,49242 \cdot 10^{-10}}{1,602 10^{-13}} = 931,5 MeV$$

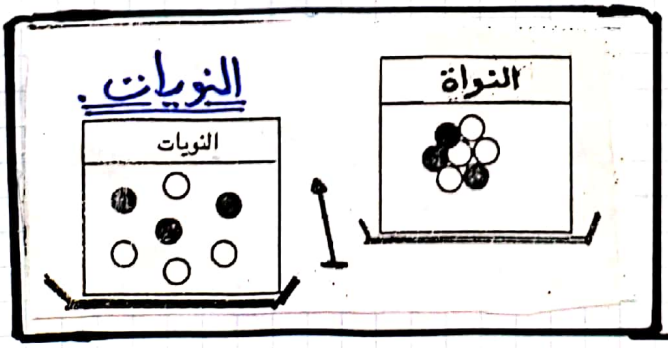
$\Rightarrow 1u.C^2 = 931,5 MeV$

$$\boxed{1u = 931,5 MeV.C^{-2}}$$

2- طاقة الربط

2-1- النقص الكتلي

كتلة النواة أصغر من مجموع كتل النويات.



النقص الكتلي Δm هو:

$\Delta m =$ كتل النواة $-$ مجموع كتل النويات

Scanné avec CamScanner

Academy
www.takiacademy.com

ملاحظة: نسمي النقص الكتلي Δm لنواة $^A_Z X$ الفرق بين مجموع كتل النويات وكتلة النواة.

$$\Delta m = \underbrace{Z m_p + (A-Z) m_n}_{\text{كتل النويات}} - \underbrace{m(^A_Z X)}_{\text{كتلة النواة}}$$

Δm: مقدار موجب

2-2- طاقة الربط:

طاقة الربط E_l لنواة $^A_Z X$ هي الطاقة التي يجب التي إعطاؤها لنواة في حالة سكون لفصل نويلتها وتبقى في حالة سكون.

$$E_l = \Delta m c^2 = \left[Z m_p + (A-Z) m_n - m(^A_Z X)\right] c^2$$

2-3- طاقة الربط بالنسبة لنوية.

تعرف طاقة الربط بالنسبة لنوية بالعلاقة:

$$\zeta = \frac{E_l}{A}$$

وتمثل كذلك طاقة الربط المتوسطة لنوية.

ζ: Mev/nucléon

⚠ **ملاحظة هامة:** كلما كانت طاقة الربط بالنسبة لنوية كبيرة كلما كانت النواة أكثر إستقرارا. مثلا إذا كان

$$\zeta(^{A_1}_{Z_1} X_1) > \zeta(^{A_2}_{Z_2} X_2)$$

تكون $^{A_1}_{Z_1} X_1$ أكثر استقرارا من $^{A_2}_{Z_2} X_2$.

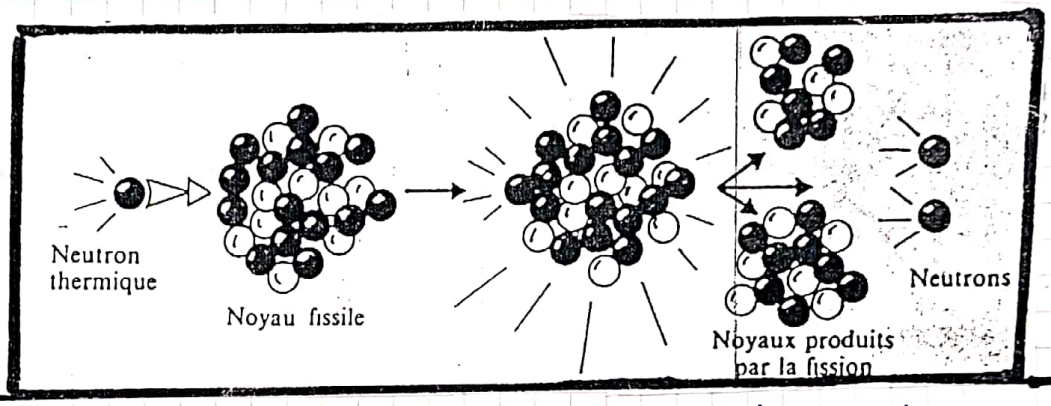
Scanné avec CamScanner

Academy
www.takiacademy.com

3- الانشطار النووي fission.
اكتشفه هان Hahn من طرف ألمانيا 1938.

مبدأ القنبلة الذرية

نعرف الانشطار للنواة تنشطية هذه النواة عند إصطدامها بقذيفة نووية غالبا ما تكون نوترون في غالب الأحيان نلاحظ ظاهرة الانشطار عند النوى الثقيلة ($A>200$) وبصاحبها إنبعاث نوترونين أو ثلاث نوترونات



نوترون حراري : neutron thermique
نواة تنشطر : noyau fissile
نوى ناتجة عن الانشطار : noyaux produits par la fission

أمثلة:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

تفاعل محرّض وليس بتلقائي لأنه ناتج عن اصطدام نوترون بالنواة لـ $^{235}_{92}$.

Scanné avec CamScanner

ملاحظة ③: يستعمل نوترون كقذيفة لأنه منعدم الشحنة ولا يدخل في تأثيرات بينية كهربائية (تجاذب وتنافر) وبالتالي لا يتم ضياع الطاقة

ملاحظة ④ القنبلة الذرية: Bombe. A تستبق عن انشطار نويدة الأورانيوم 295 عند قذفه بالنوترونات حرارية. هذا التفاعل ينتج طاقة عالية جدا تفوق بكثير الطاقة الناتجة عن متفجرات (T.N.T) وقد استعملت وللاول مرة في المكسيك الجديدة واستعملت سنة 1945 في اليابان هيروشيما وناكازاكي.

ملاحظة: الطاقة النووية في قلب المفاعل النووية تتحول الى طاقة كهربائية عبر عدة مراحل.

طاقة كهربائية ← طاقة ميكانيكية ← طاقة حرارية ← طاقة نووية

E_{elec} ⇓ E_m ⇓ E_{th} ⇓ E_{nuc}

E_{elec} اصغر من E_m نتيجة التحويلات تتبدد الطاقة

ومردود التحويل هو:

$$r = \frac{E_{elec}}{E_{nuc}}$$

④ الاندماج: fusion

تعني الاندماج النووي إنظمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا.

نتيجة، يتولد عن إندماج نواتين خفيفتين طاقة هائلة إلا أنه لا يتحقق هذا الاندماج إلا اذا كانت للنواتين طاقة حركية تمكنهما من التغلب على قوى التنافر البينية ويمكن توفير هذه الطاقة بإحداث رفع حراري

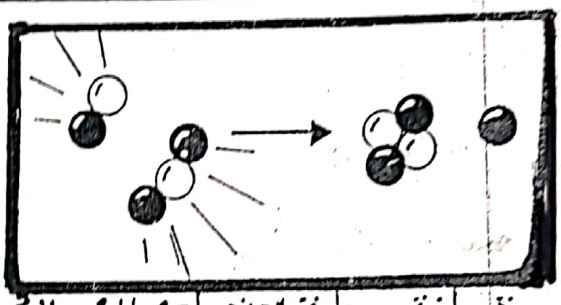
Scanné avec CamScanner

تتجز تفاعلات الاندماج النووية بالاساس إنطلاقا من نظائر الثلاثة الهيدروجين $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ غير أن تفاعلات الاندماج لازالت في مرحلة التجربة ولم يتم إستعمالها بعد على نطاق واسع ، ولازالت الأبحاث جارية في الوقت الراهن .

معادلة الاندماج في الشكل جانبه

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

$^{2}_{1}H$: الدوتريوم .
$^{3}_{1}H$: التريتيوم .
$^{4}_{2}He$: الهيليوم .



تبيانة مبسطة لاندماج : $^{3}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$

● نوترون
Ⓒ بروتون

ملاحظة : تتكون الشمس من نظائر الهيدروجين فتخضع لتفاعلات الاندماج لتحول الشمس كل ثانية اربعة ملايين طن من كتلتها الى طاقة وعند تكونها فقدت مايقارب حاليا $0,3\% = \frac{3}{1000}$ من كتلتها الكلية .

⑤ منحنى أسطون

هو منحنى يبرز تموضع النوى الاكثر استقرارا والنواة القابلة للاندماج والنوى القابلة للانشطار .

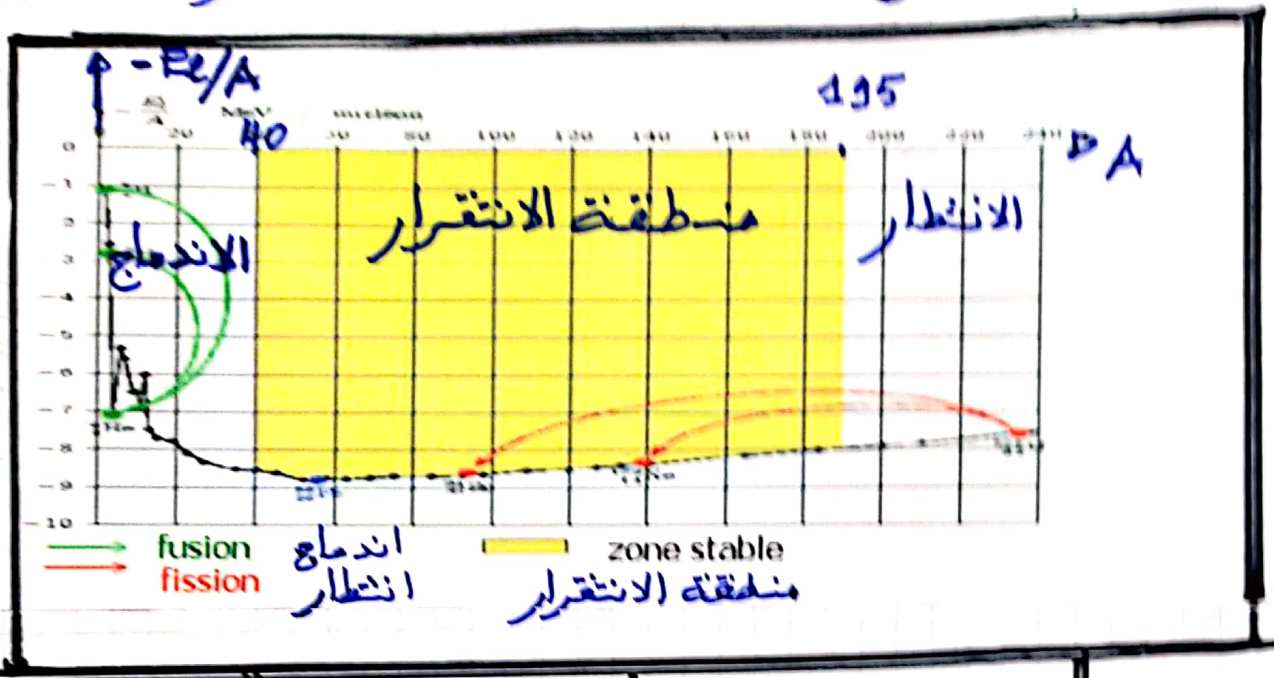
حيث :

$40 < A < 195$ تموضع النوى الاكثر استقرارا .

$A < 40$: تموضع النوى الخفيفة القابلة للاندماج

Scanné avec CamScanner

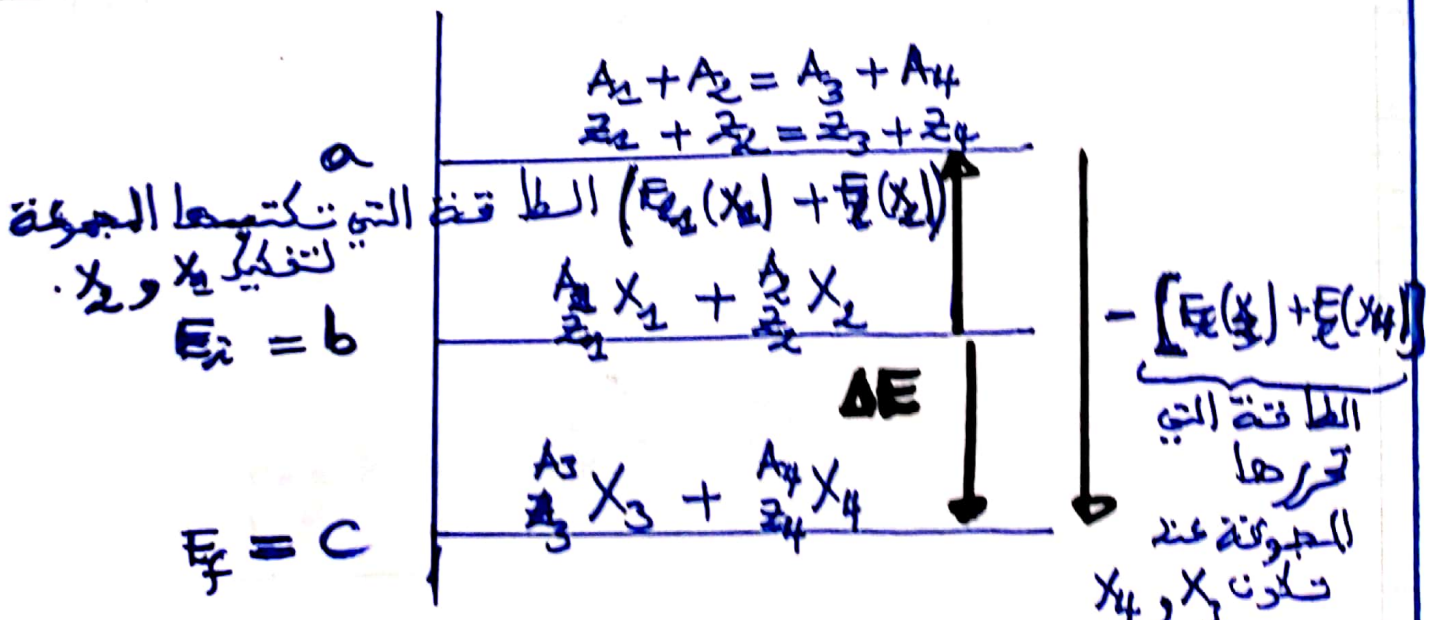
تموضع النوى النقبلة القابلة للانشطار $A > 195$



الحصيلة الطاقية :

نعتبر تفاعل نووي في الحالة العامة نعبر عنه بالمعادلة.

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X$$



Scanné avec CamScanner

Academy
www.takiacademy.com

ملاحظات :

$$E_\ell(X_1) + E_\ell(X_2) = a - b$$

$$E_\ell(X_3) + E_\ell(X_4) = a - c$$

$(\Delta E < 0)$ $\Delta E = c - b$. طاقة التفتت

مثال : نتتبع مخطط الطاقة للتفاعل :

$$^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

نعطى :

$m(^{210}_{84}Po) = 210,0362\,u$

$m(^{206}_{82}Pb) = 206,0295\,u$

$m(^{4}_{2}He) = 4,0015\,u$

$m_p = 1,00728\,u$, $m_n = 1,00866$

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

* $(84m_p + (210-84)m_n)c^2 = [84 \times 1,00728 + (126) \times 1,00866]\,931,5$

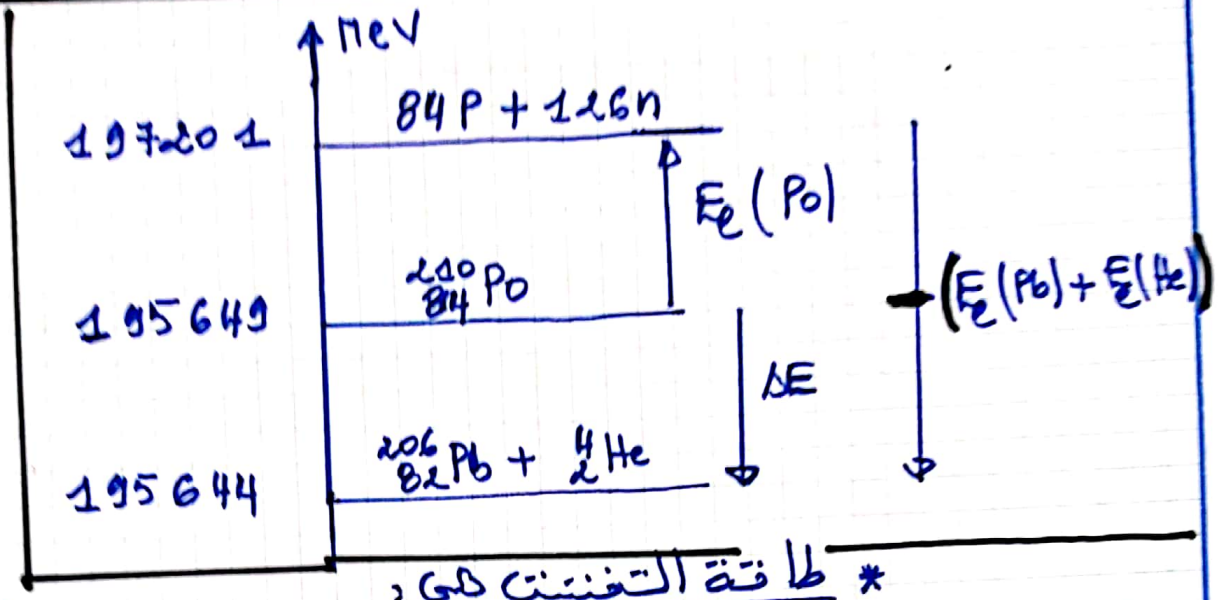
$= 197201\ MeV$

* $m(^{210}_{84}Po) \cdot c^2 = 210,0362 \times 931,5 = 195649\ MeV$

* $(m(^{206}_{82}Pb) + m(^{4}_{2}He))c^2 = (206,0295 + 4,0015) \times 9315$

$= 195644\ MeV$

Scanné avec CamScanner



* طاقة التفتت لكي :

طاقة تفتت نواة واحدة من $^{210}_{84}Po$

$\Delta E = 195644 - 195649 \simeq -5\ MeV$

$E_c(^{210}_{84}Po) = 1552\ MeV$

$\Delta E < 0$: الطاقة التفتت تمنع الربط الخارجي وتأخذها النواتج على شكل طاقة حركية.

$$E_{lib} = |\Delta E| = E_c(Pb) + E_c(\alpha)$$

E_{lib} : الطاقة المحررة خلال التفتت

ملاحظة: تبين التجربة أن الدقيقة لا تتصرف على 98% من طاقة التفتت لذا نكتب أن :

(libérée : محررة) $E_{lib} \simeq E_{c\alpha} = \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2$

$kg \rightarrow$ $\leftarrow m.s^{-1}$

EL BADAOUI.A

ملاحظة:

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

$$\Delta E = [(m(X_3) + m(X_4)) - (m(X_1) + m(X_2))]c^2$$

$$\Delta E = (E_e(X_1) + E_e(X_2)) - (E_e(X_3) + E_e(X_4))$$

$\Delta E < 0$: طاقة التفتت سالبة لأن التفاعل النووي لا نشر الطاقة تمرر الطاقة للوسط الخارجي والطاقة المحررة : $E_{lib} = |\Delta E|$

Scanné avec CamScanner