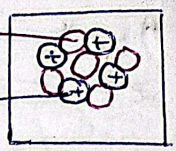
ملخص: التحولات النووية.

تلقائية / مفتعلة

النواة:

تتكون من بروتونات ونترونات.
مجموعهما يسمى: نكليونات = نويات.



- النترونات: تضمن استقرار النواة.

أنواع النواة:

A: العدد الكتلي (عدد نكليونات)
$A = Z + N$
Z: العدد الذري (الشحني) = عدد بروتونات.

$^{A}_{Z}X$

- عدد النترونات: $N = A - Z$.

مثال:
- أعط تركيب نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$

$A = 235$; $Z = 92$; $N = 235 - 92$
$N = 143$.

- عدد بروتونات $Z = 92$ } عدد نكليونات.
- عدد نترونات $N = 143$ } $A = 235$.

النظائر:

هي أنوية لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الشحني Z وتختلف في العدد الكتلي A.

- نظائر عنصر الأكسجين: $(^{16}_{8}O ; ^{17}_{8}O ; ^{18}_{8}O)$.
- نظائر عنصر الكربون: $(^{12}_{6}C ; ^{13}_{6}C ; ^{14}_{6}C)$

الجسيمات: تصدر عن نواة متحة.

- بروتون $^{1}_{1}p$
- نترون $^{1}_{0}n$
- الكترون $^{0}_{-1}e$
- بوزيترون $^{0}_{+1}e$

النواة المتحة:

نواة غير مستقرة حدث لها نشاط إشعاعي / لتصبح أكثر استقرارا مع إصدار جسيمات / تلقائي

تفكك + نواة بنت (أكثر استقرار) ← نواة أم متحة (غير مستقرة)

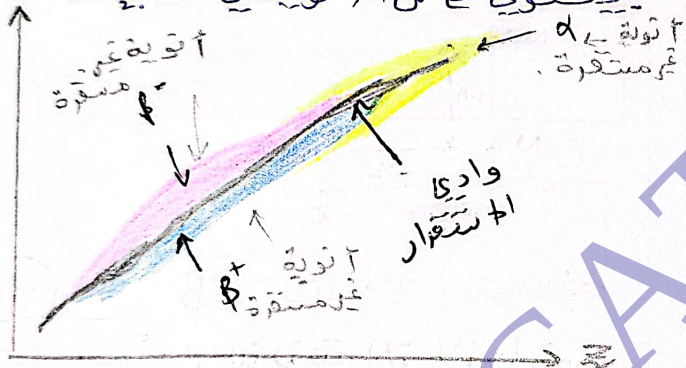
① النشاط الإشعاعي:

تفكك نووي يحدث لنواة متحة لتتحول لنواة أكثر استقرارا.

خصائصه:
- حتمي: يتفكك عاجلا أم آجلا.
- تلقائي: دون تدخل عامل خارجي.
- عشوائي: لا يمكن التنبؤ بالنواة المتحة.
- مستقل عن عاملي الضغط ودرجة الحرارة.

② - مخطط سيغري:

يحتوي على كل الأنوية في الطبيعة.



وادي الاستقرار: يحتوي على الأنوية المستقرة.

أنواع التفككات:

لو نلتزم بقانون في صودي:
"العدد A و Z محفوظان".

$$\begin{cases} A_1 = A_2 + A_3 \\ Z_1 = Z_2 + Z_3 \end{cases}$$

التفكك α: نقاذية ضعيفة.
$A > 200$: الأنوية الثقيلة
تصدر عن الأنوية الثقيلة
هو عبارة عن نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$

مثل:

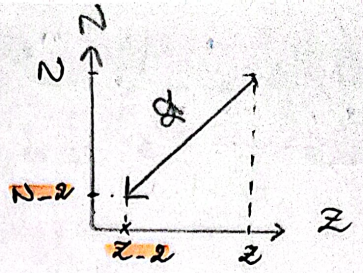
$$^{214}_{95}Am \longrightarrow ^{210}_{93}Y + ^{4}_{2}He\ (\alpha)$$

$^{4}_{2}He$ مصدر تشكل

اجتماع بوزيترونين $2p$ و نيترونين $2n$.

بروتون $2^{1}_{1}p + 2^{1}_{0}n = ^{4}_{2}He\ (\alpha)$

DZEDUCATIVE.COM



تفكك β^+ : نفاذية متوسطة

تفكك يحدث للأنوية التي لها فائض في البروتونات . وهو عبارة عن بوزيترون $_{+1}^{0}e$.

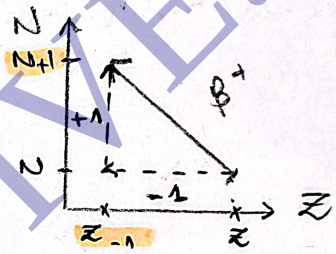
مثل :

$$_{10}^{19}Ne \longrightarrow {}_{9}^{19}F + {}_{+1}^{0}e \ (\beta^+)$$

⇐ مصدر تشكل $_{+1}^{0}e$:

تحول بروتون إلى نترون :

$$_{1}^{1}p \longrightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{+1}^{0}e \ (\beta^+)$$



تفكك β^- : نفاذية متوسطة

تفكك يحدث للأنوية التي لها فائض في النترونات ، عبارة عن الكترون $_{-1}^{0}e$.

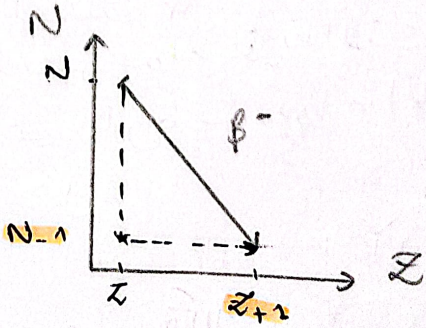
مثل :

$$_{53}^{132}I \longrightarrow {}_{54}^{132}Xe + {}_{-1}^{0}e \ (\beta^-)$$

⇐ مصدر تشكل $_{-1}^{0}e$:

تحول نيترون إلى بروتون .

$$_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e \ (\beta^-)$$

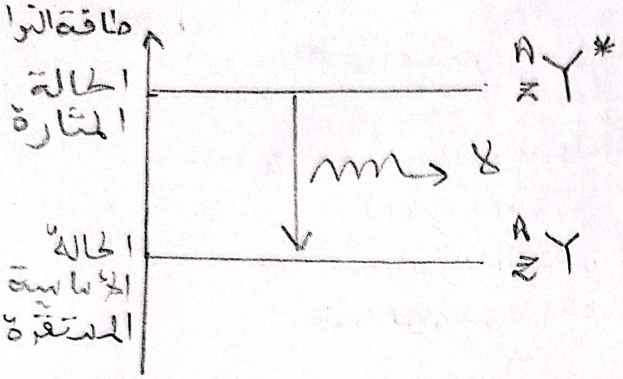


إشعاع γ : نفاذية عالية

طاقة كهرومغناطيسية ، تكون مثارة طبيعيا فتشع γ فتصبح هي مثارة (تتحول طاقتها الداخلية) لتخلصها من إثارة طاقوية للنواة الابن الناتجة.

مثل :

$$_{Z}^{A}Y^{*} \longrightarrow {}_{Z}^{A}Y + \gamma$$



مصدر تشكل γ :

يتبع الإشعاع α و β :

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + (\beta^+) + \gamma$$

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + (\beta^-) + \gamma$$

4- التناقص الإشعاعي :

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$N(t)$ = عدد الأنوية المتبقية المتبقية في لحظة t.

N_0 = عدد الأنوية البدائية في لحظة $t=0$

λ : ثابت النشاط الإشعاعي (ثابت التفكك) ، وحدته (s^{-1})

t : الزمن وحدته الثانية (s).

لإيجاد الأنوية المتفككة :

أنوية ابتدائية = أنوية متفككة + أنوية متبقية

$$N_0 = N'(t) + N(t)$$

$$N'(t) = N_0 - N(t)$$

$$N'(t) = N_0 - N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\boxed{N'(t) = N_0 \left(1 - e^{-\lambda \cdot t}\right)}$$

DZEDUCATIVE.COM

- ثابت الزمن τ :

هو الزمن اللازم لتفكك 63% من النوية الابتدائية بوحدة (s).

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

- زمن نصف العمر :

هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوية الابتدائية بوحدة (s)

$t \to t_{1/2}$. $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau . \ln 2 .$$

البرهان على زمن نصف العمر :

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

$$N_0 . e^{-\lambda . t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$$

بأخذ ln :

$$\ln e^{-\lambda . t_{1/2}} = \ln \frac{1}{2}$$

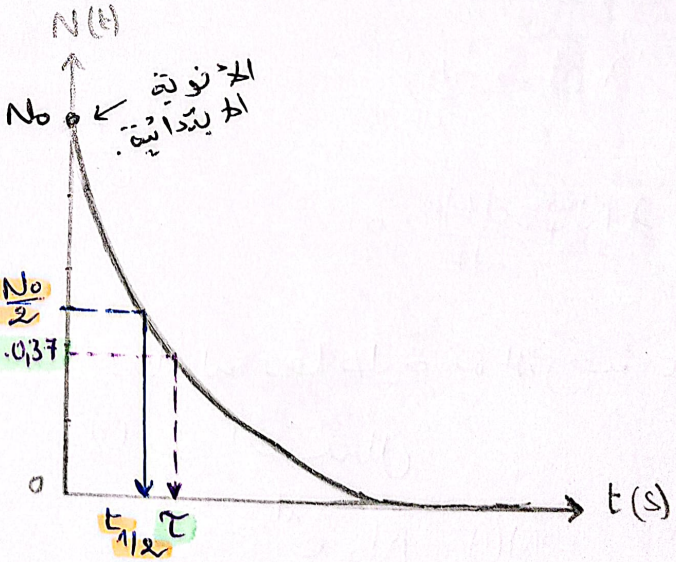
$$-\lambda . t_{1/2} = -\ln 2 .$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} .$$

نعلم أن : $\tau = \frac{1}{\lambda}$

$t_{1/2} = \frac{1}{\lambda} . \ln 2$

$t_{1/2} = \tau . \ln 2$



أهمية التحول النووية التلقائية هو التأريخ

* النشاط الإشعاعي $A(t)$:

عدد التفككات في الثانية، يقاس بعداد جيجر وحدته بكريل (Bq).

$$A(t) = A_0 . e^{-\lambda . t}$$

$A(t)$: النشاط الإشعاعي في لحظة t .

A_0 : النشاط الإشعاعي البدائي في عند $t = 0$

البرهان على قانون النشاط الإشعاعي :

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

$$A(t) = \frac{-d(N_0 . e^{-\lambda . t})}{dt}$$

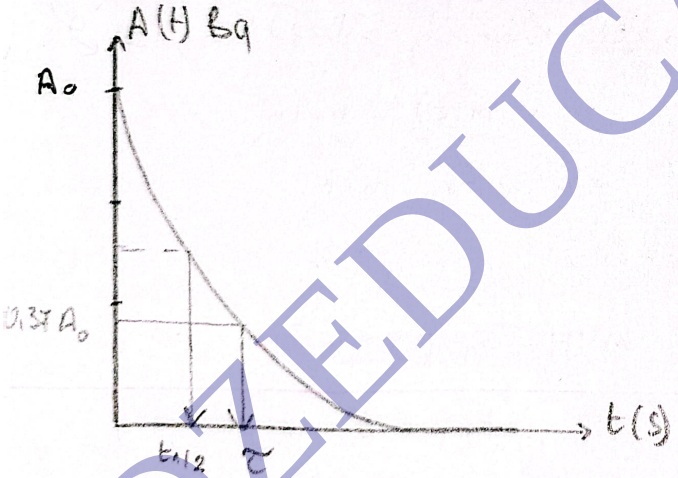
$$A(t) = -(-\lambda N_0 e^{-\lambda . t})$$

$$\begin{cases} A(t) = \lambda N_0 . e^{-\lambda . t} \\ A(t) = A_0 . e^{-\lambda . t} \end{cases}$$

$A = \lambda . N$ (متناقصة)

النشاط البدائي الإشعاعي :

$$A_0 = \lambda . N_0 .$$



حساب عدد النوية : mol

$n = \frac{N}{N_A}$ ← $N = n . N_A$ ← mol^{-1}

N_A : عدد أفوقادرو $6,023 \times 10^{23}$

$N = \frac{m}{M} . N_A$

N_0 : عدد النوية .

التحويل :

ans $\xrightarrow{\times 365}$ Jour $\xrightarrow{\times 24}$ heure $\xrightarrow{\times 60}$ min $\xrightarrow{\times 60}$ S

DZEDUCATIVE.COM

$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

ونعلم أن: $n(t) = \frac{N}{N_A}$ ومنه:

$$\begin{cases} N(t) = n(t) \cdot N_A \\ N_0 = n_0 \cdot N_A \end{cases}$$ ومنه:

$n(t_{1/2}) \cdot N_A = \frac{n_0 \cdot N_A}{2}$

$$n(t_{1/2}) = \frac{n_0}{2}.$$

عبارة كمية المادة المتبقية $n'(t)$:

$n_0 = n(t) + n'(t)$

$n'(t) = n_0 - n(t)$.

$n'(t) = n_0 - n_0 e^{-\lambda t}$.

$n'(t) = n_0 (1 - e^{-\lambda t})$.

1- المعادلة التفاضلية لـ N لدالة $N(t)$ عدد النوى المتبقية في لحظة t

- N بدلالة n:

$$\begin{cases} A(t) = -\frac{dN}{dt} \\ \text{و} \\ A(t) = \lambda . N \end{cases}$$

ومنه: $\lambda . N = -\frac{dN}{dt}$

إذن: $\lambda N + \frac{dN}{dt} = 0$

معادلة تفاضلية من الرتبة I حلها من الشكل:

$N(t) = N_0 . e^{-\lambda t}$.

لما علاقة الكتلة m بثابت التفكك λ والزمن t = "علاقة التناقص الكتلي"

$N(t) = N_0 . e^{-\lambda t}$.

ونعلم أن: $N_0 = \frac{m_0 \cdot N_A}{M}$ و $N(t) = \frac{m(t)}{M} \cdot N_A$

إذن:

$\frac{m(t)}{M} \cdot N_A = \frac{m_0}{M} \cdot N_A e^{-\lambda t}$

ومنه:

$m(t) = m_0 . e^{-\lambda t}$ ← عبارة الكتلة المتبقية.

لما يرهان عند زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

ونعلم أن: $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ ومنه:

$\frac{m(t_{1/2})}{M} \cdot N_A = \frac{\frac{m_0}{M} \cdot N_A}{2}$

ومنه:

$m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2}$.

عبارة الكتلة المتوقفة $m'(t)$ = عبارة الكتلة المتبقية + الكتلة المتوقفة الابتدائية

$m_0 = m(t) + m'(t)$

$m'(t) = m_0 - m(t)$

$m'(t) = m_0 - m_0 . e^{-\lambda t}$

$m'(t) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$.

- علاقة تناقص كمية المادة $n(t)$:

$N(t) = N_0 . e^{-\lambda t}$

ونعلم أن: $\frac{N(t)}{N_A} = n(t)$ ←
$N(t) = n(t) \cdot N_A$
$N_0 = n_0 \cdot N_A$

إذن:

$n(t) \cdot N_A = n_0 \cdot e^{-\lambda t} \cdot N_A$

$n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$.

لما يرهان عند زمن نصف العمر $t_{1/2}$ =

DZEDUCATIVE.COM

- المعادلة التفاضلية بدلالة $m(t)$ "الكتلة المتبقية" في لحظة t.

لدينا:

$$\begin{cases} \frac{dN(t)}{dt} + \lambda . N(t) = 0 \\ \text{و} \\ N(t) = \frac{m(t) . N_A}{M} \end{cases}$$

$$d\left(\frac{m(t).N_A}{M}\right) + \lambda . N_A . \frac{m(t)}{M} = 0$$

$$\left(\frac{N_A}{M} . \frac{dm(t)}{dt} + \lambda . m(t) . \frac{N_A}{M} = 0\right) \times \frac{M}{N_A}$$

$$\frac{dm(t)}{dt} + \lambda m(t) = 0 .$$

- المعادلة التفاضلية بدلالة $A(t)$ "النشاط الإشعاعي":

لدينا:

$$\begin{cases} \frac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0 \\ \text{و لدينا:} \\ A(t) = \lambda . N(t) \\ N(t) = \frac{A(t)}{\lambda} \end{cases} \quad \text{ومنه}$$

$$= \frac{d\left(\frac{A(t)}{\lambda}\right)}{dt} + \lambda . \frac{A(t)}{\lambda}$$

$$= \left(\frac{1}{\lambda} . \frac{dA(t)}{dt} + A(t) .\right) \times \lambda$$

$$\Rightarrow \frac{dA(t)}{dt} + \lambda . A(t) = 0$$

- المعادلة التفاضلية بدلالة $N_d(t)$ عدد النوى المتفككة عند اللحظة t:

$$\begin{cases} \frac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0 \\ \text{و} \\ N_0 = N(t) + N_d(t) \\ N(t) = N_0 - N_d(t) \end{cases} \quad \text{ومنه}$$

ومنه:

$$\frac{d(N_0 - N_d(t))}{dt} + \lambda . (N_0 - N_d(t))$$

$$- \frac{dN_d(t)}{dt} + \lambda N_0 - \lambda N_d(t) = 0$$

$$\left(- \frac{dN_d(t)}{dt} - \lambda N_d(t) = - \lambda N_0\right) \times (-)$$

$$\frac{dN_d(t)}{dt} + \lambda N_d(t) = \lambda N_0$$

- المعادلة التفاضلية بدلالة $n(t)$ "كتلة المادة":

$$\begin{cases} \frac{dN(t)}{dt} + \lambda . N(t) = 0 \\ \text{و} \\ N(t) = n . N_A \end{cases}$$

$$\frac{d(n . N_A)}{dt} + \lambda (n . N_A) .$$

$$\left(N_A . \frac{dn(t)}{dt} + \lambda n . N_A\right) \times \frac{1}{N_A}$$

$$\frac{dn(t)}{dt} + \lambda n(t) = 0$$

DZEDUCATIVE.COM

حوالة النشاط الإشعاعي:

- يستعمل في المجال الطبي كالتصوير
- يستعمل لعلاج بعض الأمراض السرطانية
- يستعمل في التأريخ.

التأريخ = تحديد عمر عينة

- يوجد ^{14}C في جميع الكائنات الحية بنسبة ثابتة زمن نصف عمره $t_{1/2} = 5730\ ans$ وعند موتها تتناقص نسبة ^{14}C في جسامها.

$A(t)$ = نشاط إشعاعي لعظمة عثر عليها "حالة الكشاف".

A_0 = نشاط الإشعاعي لعظمة وقائها "عظمة وقائها" هي وبدأت تموت

لدينا:

$$A(t) = A_0 . e^{-\lambda t}$$

$$\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$$

بإدخال ln على الطرفين:

$$\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = \ln e^{-\lambda t}$$

$$\left(\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\lambda t.\right)$$ بالضرب في $(-)$

$$\ln \frac{A_0}{A(t)} = \lambda . t$$

$$t = \ln \frac{A_0}{A(t)} . \frac{1}{\lambda}$$

نعلم أن: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

ومنه:

$$t = \ln \frac{A_0}{A(t)} . \frac{t_{1/2}}{\ln 2}$$

وأن لبد نساوا ما سبق وأن نعيه سوق

Δt = العمر

A_0 — $A(t)$

A_0: التي تبينا لها مماثلة للعينة الحية

$A(t)$: لستة الإكتشاف

فاقة ثابت الحياة:

$$\frac{A(t)}{A_0} \leftarrow \frac{N(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 1,2 \times 10^{-12}$$

$A_0 \leftarrow N(^{12}C)$

DZEDUCATIVE.COM

الوحدة (5): التحوّلات النّووية - الجزء 2

قائمة المفاتيح

- التحوّل النّووي المفتعل
- علاقة آينشتاين
- وحدة الكتل الذّرية $u.m.a$
- النّقص الكتلي Δm
- طاقة التّماسك E_l
- طاقة التّماسك لكل نكليون $\frac{E_l}{A}$
- منحنى أستون - Aston
- التّفاعلات النّووية المفتعلة
- الطّاقة المحرّرة E_{lib}
- المفاعل النّووي



DZEDUCATIVE.COM

مفاتيح الإجابة عن أسئلة الوحدة (05)

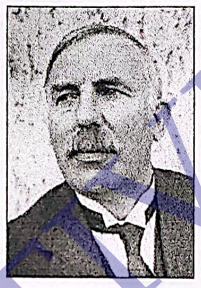
"التحوّلات النوويّة"

المفتاح الأوّل:

"التحوّل النّووي المفتعل"

التحوّل النووي المفتعل يصطنعُه الإنسان في المُفاعلات النّووية على عكس التحوّل النّووي الطبيعي الذي يحدثُ تلقائيّا.

أوّل تحوّل مفتعل قام به العالم روذرفود سنة 1919 حيث قذف أنوية الآزوت $^{14}_{7}N$ بواسطة الجسيمات α .



$$^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}p$$

التحوّل النّووي المفتعل خاضع أيضا لقانونا الانحفاظ:

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

قانونا الانحفاظ (قانونا صودي)	انحفاظ الكتلة (A)	$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
	انحفاظ الشحنة (Z)	$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

المفتاح الثّاني:

"علاقة آينشتاين (طاقة-كتلة)"

هي الطّاقة التي تُصاحب الكتلة، حيثُ:

$E = m.c^2$
E: طاقة الكتلة بوحدة الجول (J).
m: كتلة الجسم بوحدة (Kg).
c: سرعة الضّوء في الفراغ $(c=3\times10^8\ m/s)$.

يمكن حساب الطّاقة بـ eV أو MeV، حيث:

تحويلات

- $1\ MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$
- $1\ Mev = 10^6\ eV$

التّدريب (1)

* أُحسب طاقة كتلة الإلكترون $^{0}_{-1}e$ بوحدة J و MeV، علما أنّ: $m_e = 9,11 \times 10^{-31}\ Kg$

يُعطى: $c=3\times10^8\ m/s$

المفتاح الثّالث:

"وحدة الكتل الذريّة u.m.a"

باعتبار الأنوية عناصر صغيرة جدّا فلابدّ لنا أن نختار وحدة لقياسها، فوحدة الكيلوغرام (Kg) لا تُناسبُها.

لهذا نختار وحدة جديدة تُسمّى "وحدة الكتل الذريّة" u.m.a (unité de masse atomique) و نرمزُ لها اختصارا بـ u .

$$1u = 1,66 \times 10^{-27}\ Kg$$

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

تعريف u.m.a: وحدة الكتل الذريّة (u) هي $\frac{1}{12}$ من كتلة نوة الكربون ^{12}C.

المفتاح الرّابع:

"النّقص الكتلي Δm"

amine.zeddoun

DZEDUCATIVE.COM

$A = 6$
$N = 3$
$Z = 3$

★ لدينا نواة الليثيوم $^{6}_{3}Li$ التي تحتوي على 3 بروتونات و 3 نترونات.



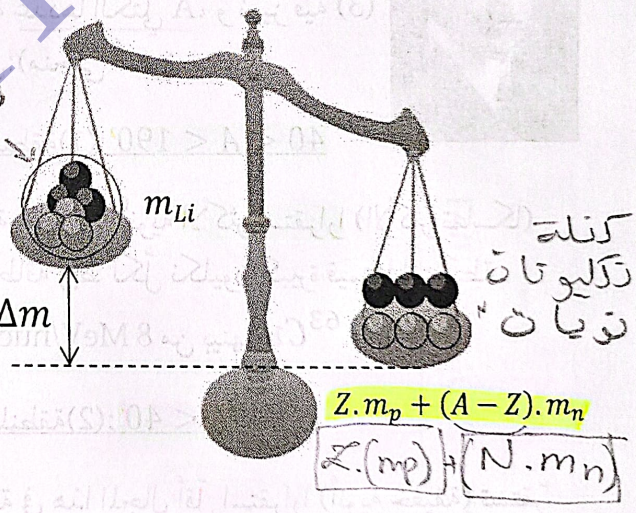
نواة الليثيوم $^{6}_{3}Li$ مُجتمعة.

★ تخيّل لو قمنا بتفكيك النّواة ستصبح البروتونات و النترونات حرّة.



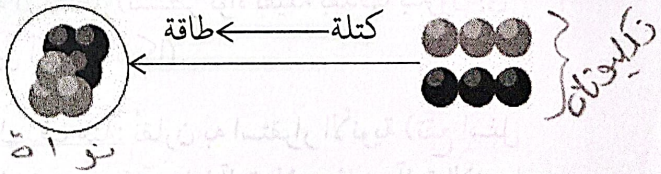
نواة الليثيوم $^{6}_{3}Li$ مُفكّكة.

★ الآن نأتي بميزان و نضع النّواة مُجتمعة في كفّة و النّواة المفككّة إلى نكليونات حرّة في كفّة أخرى.



★ نلاحظُ أنّ كتلة النّكليونات > كتلة النّواة !! لماذا؟

◁ السبّب هو عند التحام النّكليونات في النّواة، تنقُص الكتلة لتتحوّل إلى طاقة تجعل النّكليونات مُتماسكة مع بعضها البعض.



★ و من هنا نستنتج قانون النّقص الكتلي Δm :

$\Delta m = Z.m_p + (A-Z).m_n - m_X$	
كتلة البروتون (تُعطى).	m_p
كتلة النّترون (تُعطى).	m_n
كتلة النّواة (تُعطى).	m_X

**النقص الكتلي صالح لجميع الأنوية.

التّدريب (3)

* أُحسب النّقص في الكتلة Δm لنواة الكلور $^{36}_{17}Cl$ بوحدة u ثم جدها بوحدة MeV/c^2، علما أنّ:

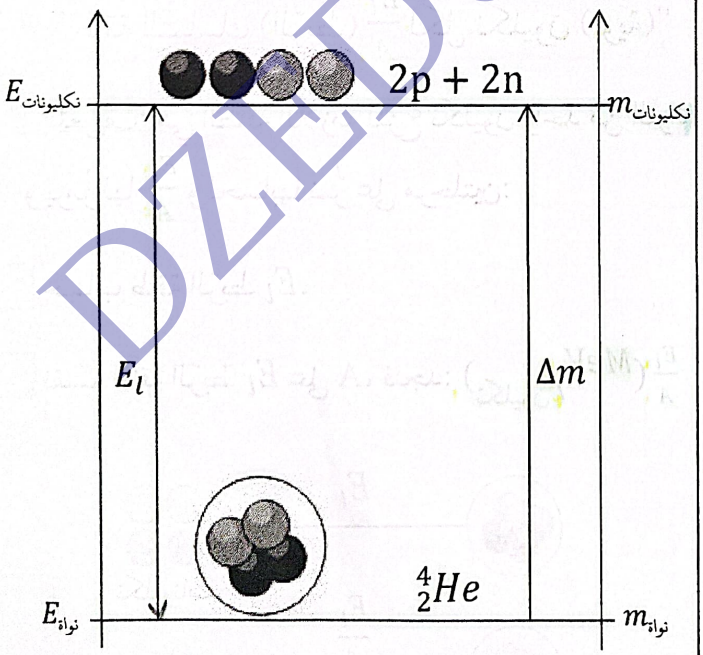
- $m_p = 1{,}673 \times 10^{-27}$ Kg
- $m_n = 1{,}675 \times 10^{-27}$ Kg
- $m_{Cl} = 59{,}711 \times 10^{-27}$ Kg

المفتاح الخامس:

"طاقة التّماسك (الرّبط) E_l" ← $\Delta m.c^2$

★ لقد قُلنا سابقا، أنّه عندما نجمع النّكليونات في النّواة تنقُصُ الكتلة (النّقص الكتلي Δm) لتتحوّل إلى طاقة نُسميها "طاقة التماسك النووي E_l".

✓ تعريف طاقة الرّبط النّووي E_l: هي الطّاقة اللاّزم إعطاؤها للنّواة و هي ساكنة لتفكيكها إلى نكليوناتها معزولة و ساكنة، أي هي طاقة تماسك النّواة يرمز لها بـ E_l



amine.zeddoun

DZEDUCATIVE.COM

$$E_l = \Delta m.c^2$$

حيث:

$$E_l = (Z.m_p + (A-Z).m_n - m_X).c^2$$

m_p	كتلة البروتون (تُعطى).
m_n	كتلة النّترون (تُعطى).
m_X	كتلة النّواة (تُعطى).
c	سرعة الضّوء في الفراغ ($c=3\times10^8$ m/s).

ملاحظة مُهمّة جدّا

$$E_l(J) = \Delta m(Kg) \times c^2$$

$$E_l(MeV) = \Delta m(u) \times 931,5$$

التّدريب (4)

* أُحسب طاقة الرّبط E_l لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بوحدة MeV ثم جدها بوحدة J، علما أنّ:

- $m_p = 1,00728$ u
- $m_n = 1,00866$ u
- $m_U = 234,99332$ u

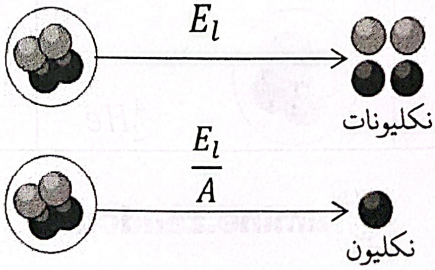
$1MeV = 1,6\times10^{-13}$ J

المفتاح السّادس:

"طاقة التّماسك (الرّبط) $\frac{E_l}{A}$ لكل نكليون (نويّة)"

تعريف: هي الطّاقة اللاّزمة لنزع نكليون واحد من النّواة و يرمزُ لها $\frac{E_l}{A}$ و لحسابها نمرُّ على مرحلتين:

1. حساب طاقة الرّبط E_l.
2. نقسم طاقة الرّبط E_l على A، فنجد: $\frac{E_l}{A}(MeV/\text{نكليون})$



طاقة الرّبط لكل نكل نكليون تمكّننا من معرفة الأنوية الأكثر استقرارا حيث كلّما كانت $\frac{E_l}{A}$ كبيرة كانت النّواة أكثر استقرار.

التّدريب (5)

* رتّب الأنوية التّالية من الأقل إلى الأكثر استقرارا:

النّواة	$^{56}_{26}Fe$	$^{238}_{92}U$	$^{140}_{54}Xe$	$^{3}_{1}H$
$E_l(MeV)$	492,24	1801,66	1164,75	8,57
$\frac{E_l}{A}(MeV/\text{نكليون})$	8,79 MeV/نكليون	7,57 MeV/نكليون	8,3196 MeV/نكليون	2,857 MeV/نكليون

ترتيب النواة الأكثر استقرارا: ^{56}Fe ^{140}Xe ^{238}U ^{3}H

المفتاح السّابع:

"مُنحنى أستون - Aston"



مُنحنى أستون- Aston يُعبّر عن طاقة الرّبط لكلّ نكليون $\frac{E_l}{A}$ بقيمة سالبة بدلالة عددها الكتلي A، و نُميّزُ فيه (3) مناطق:(منحنى أستون مرفق)

1 المنطقة(1): $40 < A < 190$

منطقة خاصة بالأنوية الأكثر استقرارا (الأكثر تماسكا) و لها طاقة ربط لكلّ نكليون كبيرة قيمتها المتوسّطة 8 MeV/nucléon من بينها ^{63}Cu و ^{56}Fe.

2 المنطقة(2): $A < 40$

الأنوية في هذا المجال أقلّ استقرارا (أنوية خفيفة) تستقرّ بآلية الاندماج (اتّحاد نواتين خفيفتين لتتشكّل نواة أكثر تماسكا).

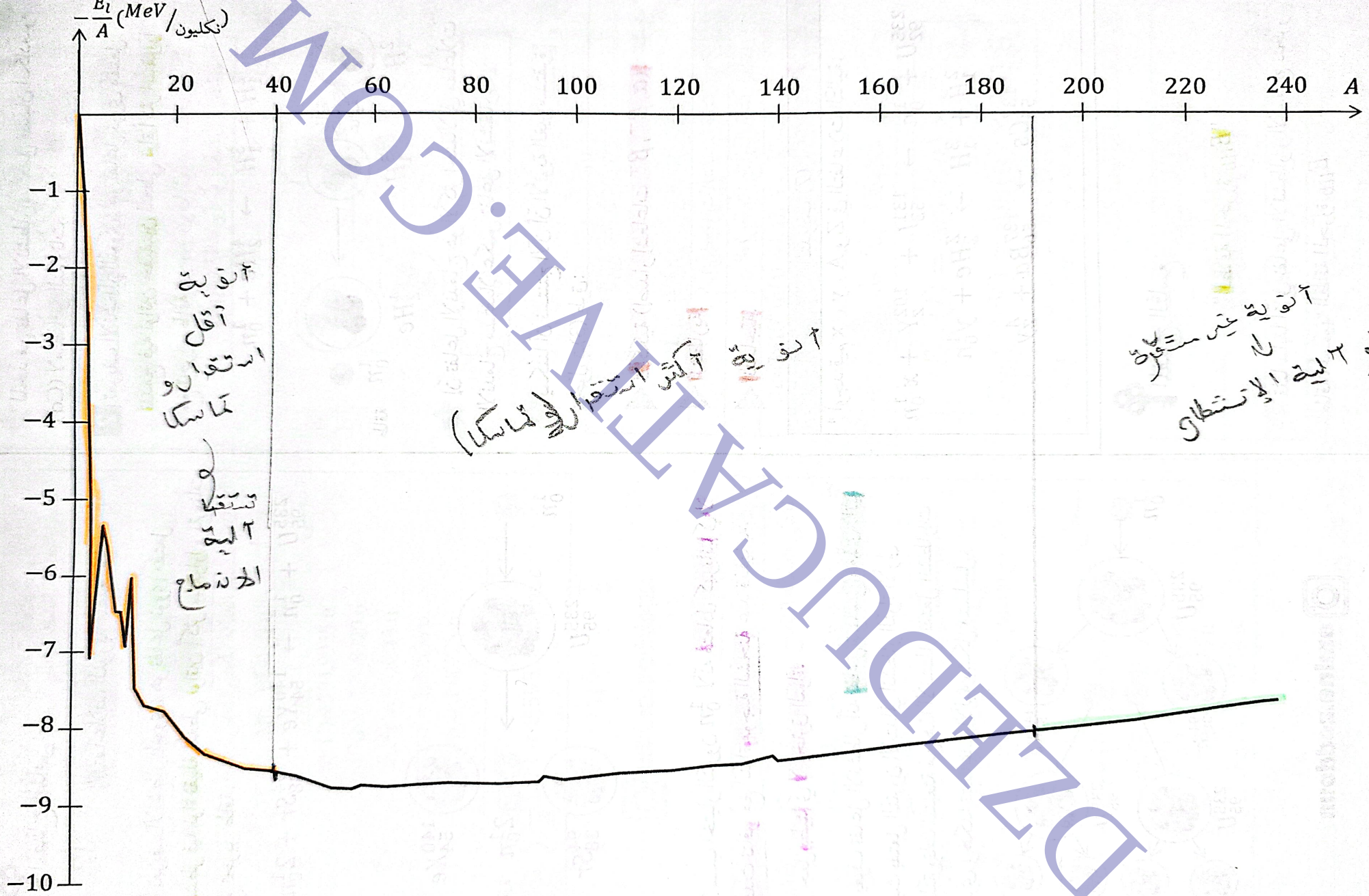
3 المنطقة(3): $A > 190$

الأنوية في هذا المجال غير مستقرّة (أنوية ثقيلة) تستقرّ بآلية الانشطار(تنشطر نواة ثقيلة بقذفها بنترون إلى نواتين أكثر تماسكا).

الهدف منه: نُقارن به استقرار الأنوية (تقع أسفل البيان)، و يوَضّح لنا آلية الإنشطار و آلية الاندماج.

amine.zeddoun

DZEDUCATIVE.COM



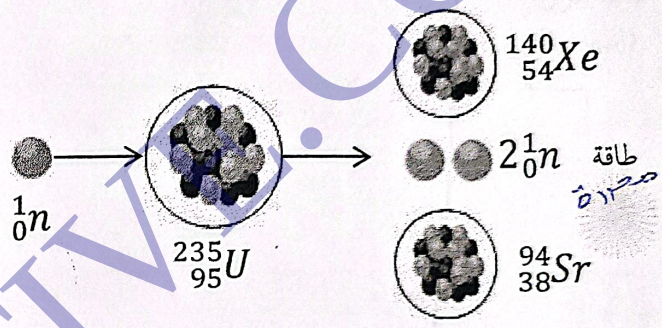
DZEDUCATIVE.COM

المفتاح الثّامن:

"التّفاعلات النّووية المفتعلة"

1 تعريف الانشطار النّووي: هو تفاعل نووي مفتعل تنشطر فيه نواة ثقيلة لتُعطي نواتين أكثر استقرارا و نترونات مع تحرير طاقة.

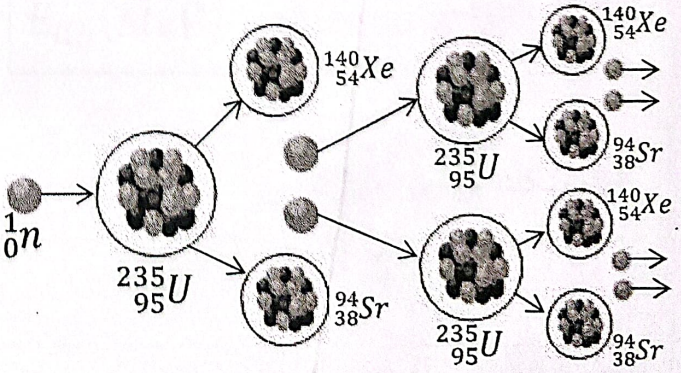
$$^{235}_{95}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$$



سبب اختيار النّترون $^{1}_{0}n$ لأنّه متعادل كهربائيا كي لا يحدث تنافر مع النّواة موجبة الشّحنة عند قذفها به.

جعل بطيئا كي لا يخترق النّواة.

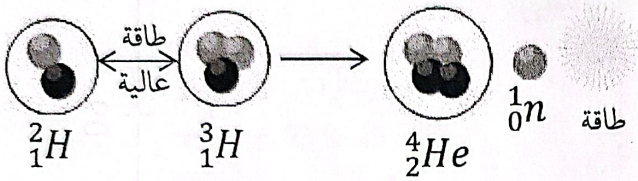
يعرف تفاعل الانشطار أنّه تفاعل تسلسلي مغذّى ذاتيا حيث يفتعل النّترون الابتدائي انشطار النّواة الأولى و النّترونات المنبعثة من هذا الانشطار تفتعل انشطارات أخرى و هكذا تتضاعف الآلية بشكل متسلسل.



للحدّ من تفاعل الانشطار نستعمل قضبان الكادميوم (Cd) لامتصاص النّترونات.

2 تعريف الاندماج النّووي: هو تفاعل نووي مُفتعل تندمج فيه نواتين خفيفتين لتُعطي نواة أكثر استقرارا مع تحرير طاقة.

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



إنّ تفاعل الإندماج هو الأكثر احتمالا في مفاعلات الاندماج مستقبلا عكس تفاعل الانشطار.

يمكنُنا أن نستنتج الآن أنّ الأنوية الغير مستقرّة تتحوّل بـ(3) طرق:

- تفكّكية (إصدار إشعاعات α, β^-, β^+).
- انشطارية.
- اندماجيّة.

التّدريب (7)

* أوجد قيم x ، y ، A و Z في التفاعلات التّالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{131}_{53}I + ^{102}_{z}Y + x\,^{1}_{0}n$$

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{Z}_{2}He + y^{1}_{0}n$$

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{137}_{56}Ba + ^{A}_{Z}y + ^{0}_{-1}e$$

$137 = 137 + A \rightarrow A = 0$

$55 = 56 + Z \rightarrow Z = -1$

المفتاح التّاسع:

"الطّاقة المحرّرة E_{lib}"

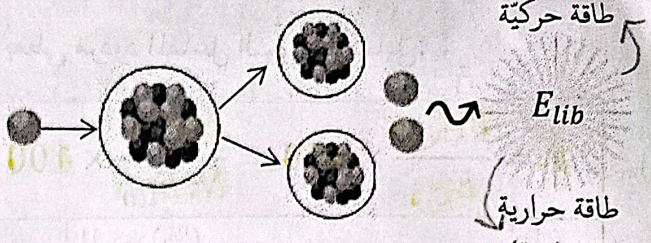
قلنا سابقا أنّ في تفاعلي الانشطار و الاندماج تتحرّر طاقة، نُسمّيها الطّاقة المُحرّرة E_{lib}.

DZEDUCATIVE.COM

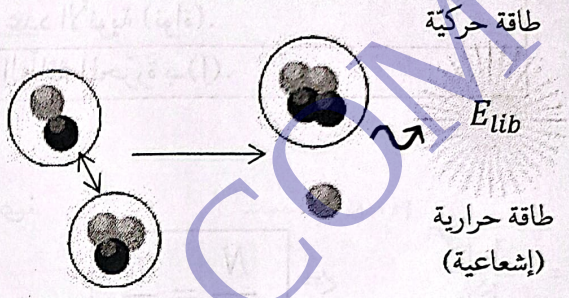
amine.zeddoun

الطاقة المحررة لكل نكليون:

$\frac{E_{lib}}{A_{Total}}$



تفاعل الانشطار يُحرّر طاقة (E_{lib})



تفاعل الاندماج يُحرّر طاقة (E_{lib})

★ و تُحسبُ كمايلي:

$$E_{lib} = \Delta m.c^2$$

حيث:

$$E_{lib} = (m_{\text{نواتج}} - m_{\text{متفاعلات}}).c^2$$

$m_{\text{متفاعلات}}$	كتلة المتفاعلات (تُعطى).
$m_{\text{نواتج}}$	كتلة النّواتج (تُعطى).
c	سرعة الضّوء في الفراغ ($c=3\times10^8$ m/s).

ملاحظة مُهمّة جدّا

$$E_{lib}(J) = \Delta m(Kg) \times c^2$$

$$E_{lib}(MeV) = \Delta m(u) \times 931,5$$

★ و يمكننا حسابُها أيضا كمايلي:

$$E_{lib} = E_{l\,\text{نواتج}} - E_{l\,\text{متفاعلات}}$$

$E_{l\,\text{متفاعلات}}$	طاقة ربط المتفاعلات(تُعطى).
$E_{l\,\text{نواتج}}$	طاقة ربط النّواتج (تُعطى).

**أحيانا ستجد في معطيات التّمرين طاقة الرّبط لكل نكليون يجب أوّلا الانتقال إلى E_l بالضرب × A ثم حساب E_{lib} $\frac{E_l}{A} \times A$

التّدريب (8)

* تُعطى معادلة انشطار نظير اليورانيوم 235:

$$^{235}_{95}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$$

1- أُحسب الطّاقة المحرّرة من نواة اليورانيوم 235. بـMeV ثمّ بـJ

2- استنتج الطاقة المحرّرة لكل نكليون. $\frac{E_{lib}}{A_{Total}}$

3- أُحسب النّقص الكتلي Δm لنواة $^{94}_{38}Sr$.

تُعطى:

m(U)= 234,9935 u
m(Xe)= 139,8920 u
m(Sr)= 93,8945 u
m(n)= 1,00866 u
m(p)= 1,00728 u

معطيات:

$\frac{E_l}{A}(Sr) = 8,593\ MeV/nuc$

$1\ MeV = 1,6 \times 10^{-13}\ J$

amine.zeddoun

التّدريب (9)

* تُعطى معادلة اندماج الديتيريوم $^{2}_{1}H$ و الثريثيوم $^{3}_{1}H$:

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

1- أُحسب الطّاقة المحرّرة لتفاعل الاندماج. بـMeV ثمّ بـJ.

2- استنتج الطاقة المحرّرة لكل نكليون. $\frac{E_{lib}}{A_{Total}}$

3- من الأفضل تفاعل الاندماج أم الانشطار ؟برّر.

تُعطى:

m($^{2}_{1}H$)= 2,01355 u
m($^{3}_{1}H$)= 3,0155 u
m($^{4}_{2}He$)= 4,0015 u
m(n)= 1,00866 u
m(p)= 1,00728 u

★ تظهر E_{lib} في شكل طاقة حرارية و طاقة حركيّة.

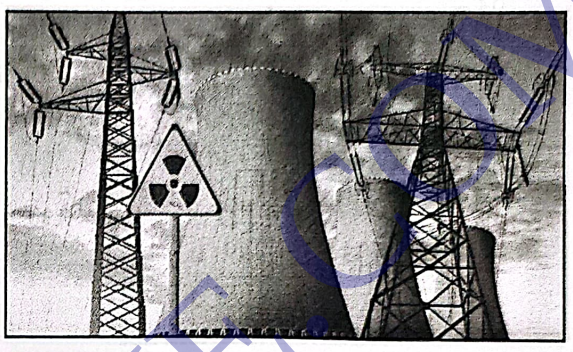
$\frac{E_{lib}}{A_{Total}}$ تكون أكبر يكون التفاعل النووي أفضل

DZEDUCATIVE.COM

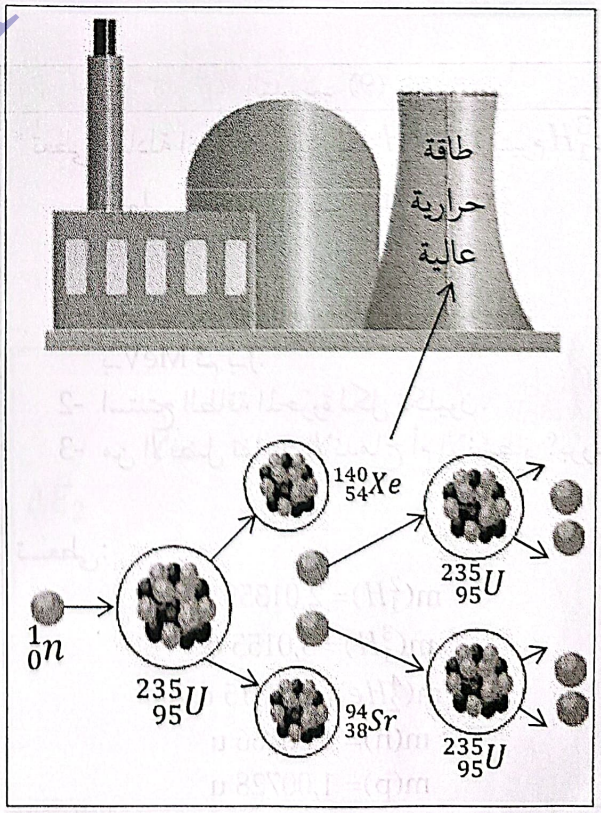
المفتاح العاشر:

"المُفاعل النّووي"

★ تعريفُهُ: جهاز لإنتاج طاقة نووية كبيرة باستخدام كميّة قليلة من الوقود (مثل اليورانيوم U).



★ يعتمد المفاعل النّووي على مبدأ الانشطار، حيث نعلم أنّ هذا التّفاعل تسلسلي مُغذّى ذاتيّا. نترون حرّ واحد و كميّة هائلة من أنوية اليورانيوم U تُنتج لنا طاقة حرارية عالية جدّا و كتلة كبيرة من النّترونات التي سنتعملُها في تفاعلات أخرى في مدّة زمنيّة قصيرة.



مبدأ المفاعل النّووي

**تفاعل الانشطار (تفاعل تسلسلي مُغذّى ذاتيّا).

★ يُعطى مردود المفاعل النّووي r كمايلي:

$$r = \frac{E_{\text{كهربائية}}}{E_{\text{نووية}}} \times 100 = \frac{P.t}{N.E_{lib}} \times 100$$

r	المردود(%).
P	الاستطاعة (W) بالواط.
t	الزّمن (s).
N	عدد الأنوية (نواة).
E_{lib}	الطّاقة المحرّرة بـ(J).

★ لا تنسى:

$$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

★ سلبيات و إيجابيات المفاعل النّووي

إيجابيات المفاعل	سلبيات المفاعل
• الحصول على الطّاقة	• استعمالُه في صناعة الأسلحة النووية
• استعمالهُ في الطبّ و الإشعاع.	• يتسبّب في أمراض وراثيّة بسبب الإشعاعات (ماري كوري).

التّدريب (10)

* نظير اليورانيوم 235 يمكن استخلاصُه عن طريق الطّرد المركزي و يُستخدم كوقود ذرّي في محرّكات الغوّاصات النّووية لإنتاج طاقة هائلة ناتجة عن تفاعل انشطاري يمكن نمذجته بالمعادلة التّالية:

$$^{235}_{95}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2\,^{1}_{0}n$$

تُعطى الطّاقة المُحرّرة من هذا التّفاعل E_{lib}=184,7 MeV

- ينتجُ محرّك الغوّاصة استطاعة تحويل P=25 MW حيث يستهلك كتلة صافية m من اليورانيوم المخصّب $^{235}_{95}U$ خلال 30 jours.

أ- ماهي الطّاقة النّووية المحرّرة من انشطار الكتلة m السّابقة التّي تستهلكها الخواصة خلال مدّة 30 j، علما أنّ مردود هذا التّحويل r=85 % ؟

ب- احسب قيمة الكتلة m.

DZEDUCATIVE.COM

amine.zeddoun

الطاقة المحررة لكل تفاعل:

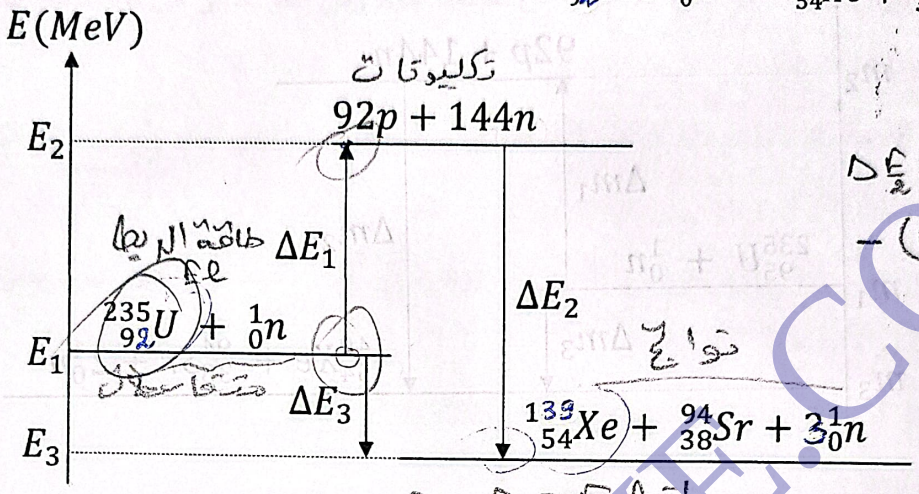
$\frac{E_{lib}}{A_{Tot}}$

المفتاح الحادي عشر:

"الحصيلة الطّاقوية (المُخطّط الطّاقوي)"

الحصيلة الطّاقوية لتفاعل الانشطار:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3^{1}_{0}n$$



$\Delta E_1 = E_2 - E_1 = E_l(U)$.

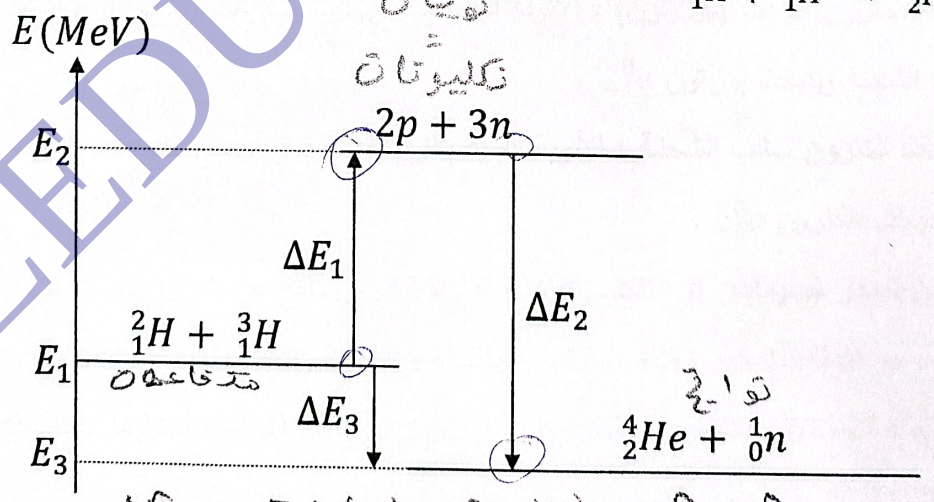
$\Delta E_2 = E_3 - E_2$.

$- (E_l(Xe) + E_l(Sr))$

$\Delta E_3 = E_3 - E_1 = -E_{lib}$

الحصيلة الطّاقوية لتفاعل الاندماج:

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



$\Delta E_1 = E_l(H) + E_l(H) = E_2 - E_1$

$\Delta E_2 = E_3 - E_2 = -E_l(H)$

$\Delta E_3 = E_3 - E_1 = -E_{lib}$

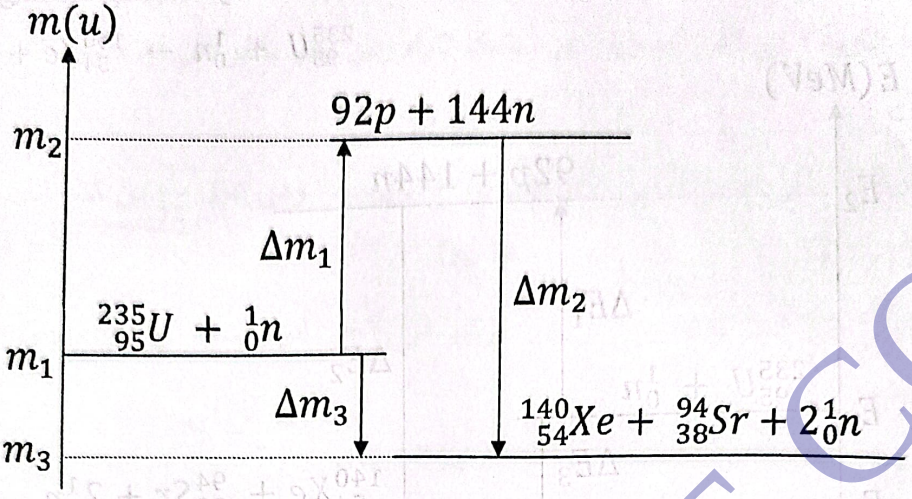
طاقة - بداية

DZEDUCATIVE.COM

مبدأ الحصيلة الطّاقوية حساب طاقة الربط E_l و الطّاقة المحررة E_{lib} ، توجد أيضا حصيلة تسمى بالحصيلة الكتلية مبدؤها حساب النّقص الكتلي Δm و كذلك التغير في الكتلة بين المتفاعلات و النّواتج m

الحصيلة الكتلية لتفاعل الانشطار:(نفس لتفاعل الاندماج)

$$^{235}_{9}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$$



- $\Delta m_1 = m_2 - m_1 = \Delta m(U)$
- $\Delta m_2 = m_3 - m_2 = -[\Delta m(Xe) + \Delta m(Sr)]$
- $\Delta m_3 = m_3 - m_1 = -E_{lib}$ (انشطار)

DZEDUCATIVE.COM

أسئلة نظريّة وتعريفات:

1- **النيوكليد** : هو نواة ذرة تحتوي على Z بروتون و N نوترون ويرمز له بالرمز ${}^{A}_{Z}X$ حيث $A = Z + N$.

2- **النظائر** : هي ذرات تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس الرقم الذري Z وتختلف في عدد النيوترونات N .

3- **القوى النووية القوية** : هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة وهي اكبر بكثير من قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين النوترونات .

4- **وحدة الكتل الذرية u** : هي وحدة لقياس كتلة الجسيمات الصغيرة جدا وهي تمثل $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون ${}^{12}C$

$$1u = \frac{1}{12}\ m_c = \frac{1}{N_A} = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$$ أي

5- **النشاط الاشعاعي** : هو: تحول طبيعي تلقائي غير مرتقب في الزمن لنواة مشعة أي غير مستقرة الى نواة ابن اكثر استقرارا وذلك بانبعاث اشعاعات .

6- **تعريف البيكريل Bq**: نشاط اشعاعي يقابل تفكك نواة واحدة خلال ثانية .

7- **خصائص النشاط الاشعاعي** :

- ☒ عشوائي : لا يمكن توقع لحظة اختزال النواة .
- ☒ تلقائي : يحدث دون اي تدخل خارجي .
- ☒ حتمي : تفكك النواة الغير مستقرة عاجلا او أجلا .
- ☒ مستقل عن التركيب الكيميائي للعنصر الذي تنتمي اليه النواة .
- ☒ مستقل عن عاملي الضغط ودرجة الحرارة .

8- **النواة المشعة**: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا الى نواة اكثر استقرار مع اصدار جسيمات α او β او اشعاع γ

9- **تفسير انبعاث الكترون موجب (بوزيتون)** : الأنوية الغنية بالبروتونات حتى تكون اكثر استقرار يتحول بروتون الى نوترون عديم الشحنة وينبعث بوزيتون ${}^{0}_{+1}e$

10- **تفسير انبعاث الكترون سالب الشحنة** : الأنوية الغنية بالنوترونات حتى تصبح اكثر استقرارا يتحول نوترون الى بروتون مع انبعاث الكترون ${}^{0}_{-1}e$.

11- **المقصود من تصدر جسيمات β^-** : تفكك النواة بإصدارها الكترون ناتج عن تحول نوترون الى بروتون .

12- **الاشعاع γ** : هو اشعاعات كهرومغناطيسية ليس لها كتلة ولا شحنة وتحمل طاقة .

13- **سبب اصداره** : النواة الابن الناتجة عن تفكك α أو β تكون في حالة اثارة و بإصدارها للإشعاعات γ تتخلص من الطاقة الزائدة لتنتقل الى حالتها الاساسية .

14- **ثابت التفكك λ** : ثابت يميز النواة وهو احتمال تفكك النواة خلال وحدة الزمن ولا يتعلق بالزمن وحدته s^{-1}

DZEDUCATIVE.COM

amine.zeddoun

15- **ثابت الزمن τ** : هو الزمن الازم لتفكك 63 % من الأنوية الابتدائية ويساوي مقلوب ثابت التفكك λ أي $\tau = 1/\lambda$ بيانيا يمثل فاصلة نقطة تقاطع المماس عند $t = 0s$ مع محور الزمن في منحنى التناقص الاشعاعي .

16- **زمن نصف العمر $t_{1/2}$** : هو الزمن اللازم لتفكك نصف الأنوية المشعة الابتدائي .

17- **نشاط عينة A**: هو متوسط عدد الأنوية المتفككة خلال كل ثانية ويكتب $A = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$ وحدته هي البيكريل Bq .

18- **تعريف النقص الكتلي أو الخطأ الكتلي**: هو الفرق بين كتلة النواة وكتلة الدقائق المكونة لها .

19- **طاقة الربط E_l** : وهي الطاقة اللازم تقديمها للنواة من الوسط الخارجي لتحطيم النواة الى نويات حرة وساكنة.

20- **طاقة التماسك لكل نوكليون** : هي نسبة طاقة ارتباط النواة على العدد الكتلي أي $E = \frac{E_l}{A}$.

21- **لماذا نحدد طاقة الربط لكل نوكليون** : كلما كان A كبير (اي نواة ثقيلة) كانت طاقة الربط اكبر ولكن هذا لا يؤدي أنها مستقرة ولذلك نختار معيار آخر هو طاقة الربط لكل نوكليون حتى نفسر استقرار الأنوية .

22- **ماذا يمثل منحنى استون** : يمثل تغيرات عكس طاقة الربط لكل نوكليون بدلالة العدد الكتلي A

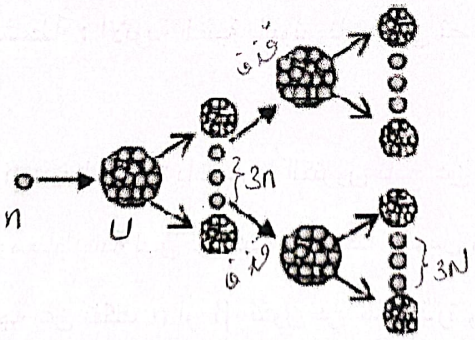
23- **تعريف التفاعل النووي المفتعل**: وهو تفاعل يحدث عند قذف نواة هدف بنواة قذيفة .

24- **الانشطار** : هو تفاعل نووي يحدث عند قذف نواة ثقيلة بنوترون فتنشطر الى نواتين خفيفتين اكثر استقرار مع اصدار نوترونات اخرى وطاقة كبيرة .

25- **الاندماج** : هو تفاعل نووي يحدث عند التحام نواتين خفيفتين أثناء التصادم لتشكيل نواة ثقيلة مع انبعاث نوترونات ، بروتونات وتحرر طاقة كبيرة .

26- **لماذا تستخدم النوترونات في قذف نواة اليورانيوم** : تستخدم النوترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم لأنه ليس لها شحنة وبذلك لا تتأثر بالقوى الالكتروستاتيكية (قوى التنافر الكهربائي) الناتجة عن الشحنة .

27- **تفسر الطابع التسلسلي لتفاعل انشطار اليورانيوم مع مخطط توضيحي** : يؤدي انشطار النواة الاولى الى تحرير نوترونات التي بدورها تستهدف أنوية يورانيوم اخرى وهكذا يتسلسل تفاعل الانشطار .



DZEDUCATIVE.COM
amine.zeddoun