الحصة 1 : I- النواة ، الكتلة والطاقة 1- تركيب و استقرار النواة :

الأجوبة : 1- كتلة الذرة تساوي بالتقريب كتلة النواة .

2- A هو عدد النكليونات . **3-** تختلف الذرتان في عدد النكليونات .

Z هو عدد البروتونات . **4 -** نفسر تماسك النواة بوجود قوة نووية قوية بين النكليونات (p,p) ، (p,n) و (n,n)

كتلة النواة $x\ 10^{-27}\ kg$	النواة ${}^{A}_{Z}X$	كتلة الذرة $x\ 10^{-27}\ kg$	الذرة
6,6447	${}^{4}_{2}He$	6,646 5	الهيليوم $Z=2$
19,9211	${}^{12}_{6}C$	19,926 6	الكربون $Z=6$
23,247 6	${}^{14}_{6}C$	23,253 1	الكربون $Z=6$
390,1989	${}^{235}_{92}U$	390,302 1	اليورانيوم $Z=92$

الحصة 2 : II- التفاعلات النووية التلقائية

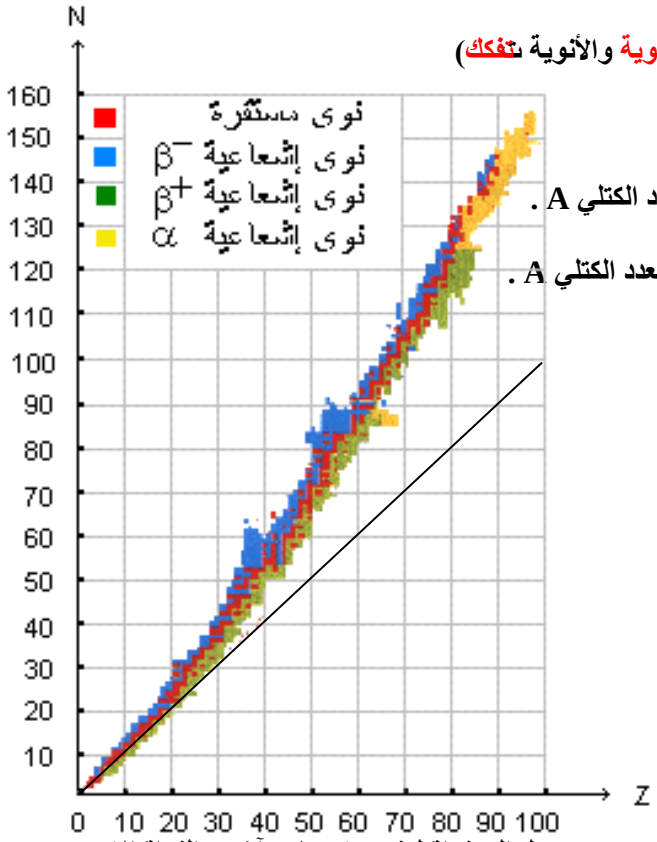
1- تعريف النشاط الإشعاعي :

النشاط الإشعاعي هو ظاهرة عشوائية ، لا يمكن التحكم فيها ولا إيقافها ، لا تتعلق بدرجة الحرارة ولا بالضغط ، تتحول خلاله نواة غير مستقرة (النواة الأب) إلى نواة أخرى متولدة (النواة الإبن) بإصدار إشعاعات .

2- أنواع الإشعاعات : الأجوبة :

1- أ- من أجل $Z<20$ ، تقع الأنوية المستقرة على المستقيم $Z = N$ أو بجواره ، تملك الأنوية عددا من البروتونات يساوي تقريبا عدد النترونات .

ب- من أجل $Z>20$ ، الأنوية المستقرة تتميز بفائض من النترونات ، هذا ما ينتج عنه الإبتعاد المتزايد لوادي الإستقرار عن المنصف $N=Z$.



2- (إذا كان Z كبيرا ، فإن القوى الكهومغناطيسية تتغلب على القوة النووية القوية والأنوية تتفكك)

الأنوية المشعة ل α تقع أقصى يمين وادي الإستقرار ، وهي أنوية ثقيلة .

(N و Z كبيران ، منه A كبير) .

الأنوية المشعة ل β^- تقع فوق وادي الإستقرار.

وهي تحتوي على فائض من النترونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A .

الأنوية المشعة ل β^+ تقع أسفل وادي الإستقرار .

وهي تحتوي على فائض من البروتونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A .

3- ${}^{139}_{54}\mathrm{Xe}$ تقع في المنطقة الزرقاء فهي مشعة ل β^- .

${}^{188}_{78}\mathrm{Pt}$ تقع في المنطقة الخضراء فهي مشعة ل β^+ .

${}^{226}_{90}\mathrm{Th}$ تقع في المنطقة الصفراء فهي مشعة ل α .

4- تقع النواة ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$ في وادي الإستقرار وعلى المنصف .

3- أنماط النشاط الإشعاعي :

أ- قوانين الإنحفاظ :

بالنسبة لتحول نووي معبر عنه بالمعادلة التالية :

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}Y + {}^{A_2}_{Z_2}P \begin{cases} A = A_1 + A_2 \\ Z = Z_1 + Z_2 \end{cases}$$

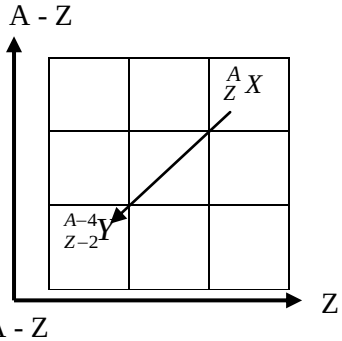
ب- التفككات النووية :

النشاط الإشعاعي α :

تصدر الأنوية الثقيلة $A \rangle 200$ (النواة الأب)أنوية الهيليوم ${}^{4}_{2}He$ (جسيمات α) وتتحول إلى نواة لعنصر كيميائي آخر (النواة الإبن)

الأجوبة :

1- ينقص العدد الكتلي ب 4 ، وينقص الرقم الذري ب 2 (ينقص عدد النترونات ب 2) .

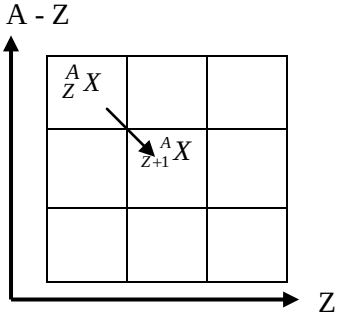


${}^{A}_{Z}X$		${}^{A-4}_{Z-2}Y$

2- ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$ ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ ${}^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}Po + {}^{4}_{2}He$

الحصة 3 : النشاط الإشعاعي β^- :

تصدر الأنوية التي تحتوي على فائض من النترونات مقارنة مع الأنوية المستقرة التي تملك نفس العدد Z إلكترونات ${}^{0}_{-1}e$ (جسيمات β^-) وتتحول إلى نواة عنصر كيميائي آخر .



النشاط 4 :

الأجوبة 1- ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

2- العددان الكتليان للنواتين متساويان ، ويزيد الرقم الذري للنواة الإبن عن الرقم الذري للنواة الأب بواحد (ينقص عدد النترونات بواحد) .

${}^{A}_{Z}X$	${}^{A}_{Z+1}X$

3- ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$ ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$

النشاط الإشعاعي β^+ :

تصدر الأنوية التي تحتوي على فائض من البروتونات مقارنة مع الأنوية المستقرة التي تملك نفس العدد Z بوزيتونات $^0_{+1}e$ (جسيمات β^+) وتتحول إلى نواة عنصر كيميائي آخر .

النشاط 5 : الأجوبة :

1- $^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$

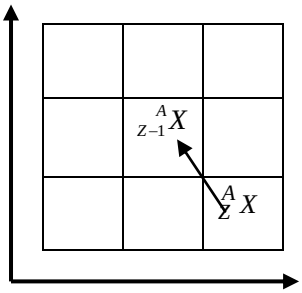
2- العددان الكتليان للنواتين متساويان ، وينقص الرقم الذري للنواة الإبن عن الرقم الذري للنواة الأب بواحد (يزيد عدد النترونات ب 1)

^A_ZX	$^A_{Z-1}X$

3- $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e$

$^{30}_{15}Po \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^0_{+1}e$

A - Z



الإصدار γ أو الإثارة المعاكسة :

عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة كبيرة جدا، وهو نشاط يواكب الأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+ ، حيث تكون النواة الإبن في حالة إثارة $^A_ZX^*$ ، تتخلص من فائض الطاقة بإصدار إشعاع γ.

معادلة هذا التحول النووي هي: $^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$. $^{16}_7N \rightarrow {}^{16}_8O^* + {}^0_{-1}e \; {}^{16}_8O^* \rightarrow {}^{16}_8O + \gamma$

أمثلة تفكك β^-

الخلاصة : 1- معادلات التفكك :

	النشاط الإشعاعي α	النشاط الإشعاعي β^-	النشاط الإشعاعي β^+
طبيعته	طبيعي واصطناعي	طبيعي واصطناعي	اصطناعي
الجسيمات الصادرة	نواة هيليوم ^4_2He (جسيمة α)	إلكترون $^0_{-1}e$ (جسيمة β^-) ونترينو مضاد	بوزيتون $^0_{+1}e$ (جسيمة β^+) ونترينو
سرعة الجسيمات	$20\,000\,km/s$	$290\,000\,km/s$	$290\,000\,km/s$
قدرة الجسيمات على النفاذية	تتوقف بعد إختراقها سنتمترات من الهواء أو ورقة رقيقة .	تتوقف بعد إختراقها سنتمترات من الألمنيوم .	تتوقف بعد إختراقها سنتمترات من الألمنيوم .
قدرة الجسيمات على التأيين	مرتفعة	أقل بكثير من قدرة الجسيمات α	ضعيفة مقارنة بقدرة الجسيمات α
معادلة التفكك	$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$	$^A_ZX \longrightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\upsilon}$ $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$ تحول نترون إلى بروتون بإصدار إلكترون $^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$	$^A_ZX \longrightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_1e + {}^0_0\upsilon$ $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e$ تحول بروتون إلى نترون بإصدار بوزيتون $^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$

ملاحظة :

إفتراض النترينو والنترينو المضاد كان من طرف باولي لكي يتحقق إنحفاظ الطاقة .

2- الإصدار γ أو الإثارة المعاكسة :

الإشعاع γ يخترق $20\,cm$ من الرصاص و عدة أمتار من الخرسانة .

قدرة الإشعاع على التأيين ضعيفة مقارنة بقدرة الجسيمات α .

3- العائلة المشعة:

أثناء نشاط إشعاعي، تتحول نواة أصلية غير مستقرة إلى نواة متولدة ، تتحول بدورها إذا كانت غير مستقرة إلى نواة ثالثة. وهكذا دواليه إلى أن تتكون نواة مستقرة غير مشعة. مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية يسمى عائلة مشعة.

الحصة 4 : 4- التطور الزمني للنشاط الإشعاعي :

أ- قانون التناقص الإشعاعي :تمرين

التفسير بالإحتمال : النشاط 6 :

لدينا عينة من الكوبلت **60** كتلتها $m_0 = 200mg$ عند اللحظة $t = 0$. - بعد كم من الزمن تصبح كتلة العينة $m = 10mg$ ؟

ثابت النشاط الإشعاعي $\lambda = 0{,}13an^{-1}$

الجواب :

$$N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}$$
$$N(t) \cdot m_{noyau} = N_0 \cdot m_{noyau}\; e^{-\lambda t}$$
$$m(t) = m_0\; e^{-\lambda t}$$

$$e^{\lambda t} = \frac{m_0}{m(t)}$$
$$\ln e^{\lambda t} = \ln \frac{m_0}{m(t)}$$
$$\lambda t = \ln \frac{m_0}{m(t)}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{m_0}{m(t)}$$
$$= \frac{1}{0.31} \cdot \ln \frac{200}{10}$$

$$t = 23,04\, ans$$

ب- نشاط عينة مشعة :

يعرف نشاط منبع مشع، بسرعة تفكك المنبع أي عدد الأنوية المتفككة في وحدة الزمن وهو عدد موجب . وحدته تسمى البيكرل .

$$1Bq = \frac{1de\sin tegration}{1s}$$

النشاط الإشعاعي المتوسط : $A_m = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$

النشاط الإشعاعي اللحظي: $A(t) = -\frac{dN}{dt}$

النشاط 7 :

1- عبر عن النشاط اللحظي لعينة $A(t)$ بدلالة عدد الأنوية اللحظي $N(t)$ و ثابت النشاط الإشعاعي λ .

2- إستنتج عبارة $A(t)$ بدلالة λ ، t و A_0 حيث A_0 هو نشاط العينة عند اللحظة $t = 0$.

3- - إستنتج عبارة $A(t)$ بدلالة τ ثابت التفكك حيث $\tau = \frac{1}{\lambda}$ ، t و A_0 .

الأجوبة :

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

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

$$A(t) = \lambda N(t)$$

2- عند اللحظة $t = 0$ يكون $A(t) = \lambda N_0\, e^0 = \lambda N_0$ وبالتعويض في المعادلة العامة نجد :

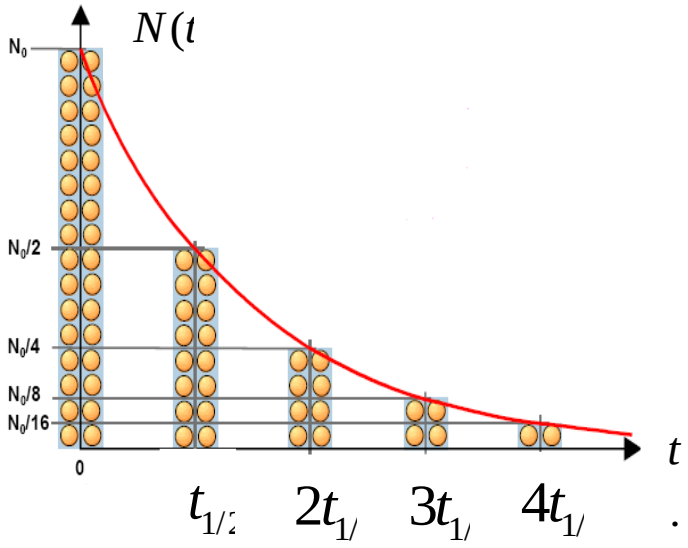
$$A(t) = A_0\, e^{-\lambda t}$$

3- $A(t) = A_0\, e^{-t/\tau}$

النشاط 8 :

عداد جيجر موجود أمام منبع مشع يسجل 500 تفكك في الدقيقة ، بعد $24h$ سجل 320 تفكك في الدقيقة
- أحسب ثابت النشاط الإشعاعي λ للنواة المشعة المدروسة وثابت التفكك τ .

الجواب : لدينا النشاط الإبتدائي $A_0 = \frac{500}{60} = \frac{50}{6}\, Bq$ ، والنشاط عند $t = 24h$ هو $A(24) = \frac{320}{60} = \frac{32}{6}\, Bq$



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

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

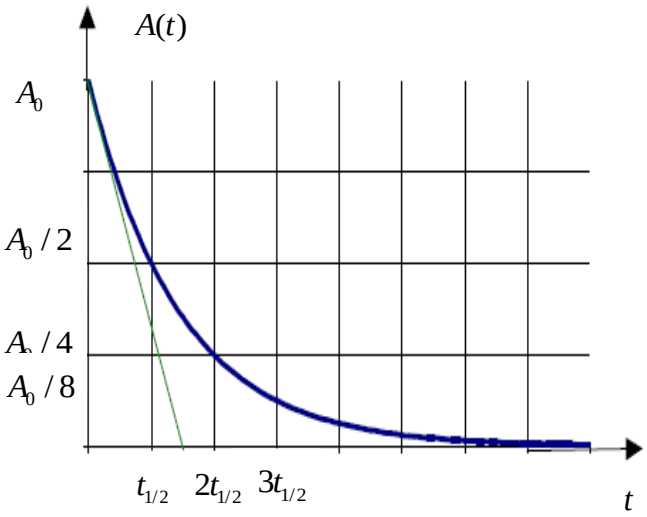
$$\lambda = \frac{1}{t} . \ln \frac{A_0}{A(t)} \qquad \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0186} = 53,38\, ans .$$

$$\lambda = \frac{1}{24} . \ln \frac{50/6}{32/6}$$

$$\lambda = 0,0186\ an^{-1}$$

د- زمن نصف العمر :

هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الإبتدائي أي $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$.



عموما : $N(t + t_{1/2}) = \frac{N(t)}{2}$

النشاط 9 :

عند اللحظة $t = 0$ **، عدد الأنوية الإبتدائية لعينة هو** N_0 .

بالإعتماد على تعريف زمن نصف العمر أرسم البيانين :

1- بيان التناقص الإشعاعي $N = f(t)$.

2- البيان $A = g(t)$.

النشاط 10 :

بين أن نصف العمر لعينة مشعة معطى بالعلاقة $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ **الجواب :**

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

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

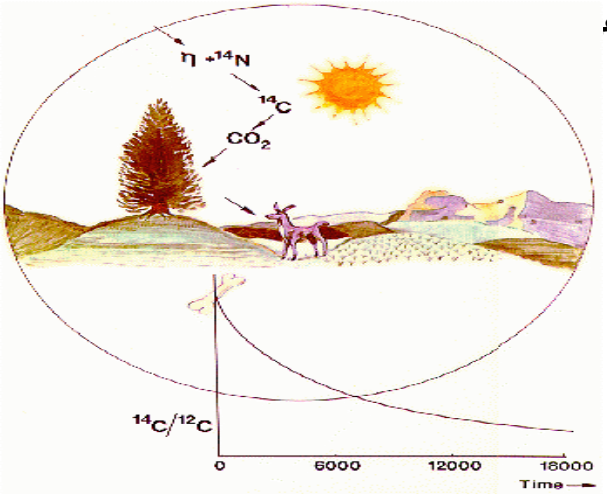
$$e^{+\lambda t_{1/2}} = 2$$

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

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

الحصة 6 : هـ- تطبيق التأريخ : مبدأ التأريخ بالكربون : يمثل الكربون14 إلى الكربون12 في الجو نسبة ثابتة

$\frac{^{14}_{6}C}{^{12}_{6}C} = 10^{-12}$ **مادام الكائن حيا تبقى نسبة الكربون به هي نفس النسبة في الجو بعد مماته يتوقف التبادل مع الجووبما أن الكربون 14 ذو نشاط إشعاعي فإن عدد أنوية الكربون 14 تتناقص وفق قانون التناقص الإشعاع**



. لتحديد عمر عينة X من حفرية لكائن حي (مومياء مثلا) ،
نقيس نشاطها الإشعاعي A(t) عند لحظة العثور عليها ،
ثم نقيس النشاط الإشعاعي A_0 لعينة مشابهة حية (في الطبيعة والتركيب

$$\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \quad t = \frac{-1}{\lambda} \ln \frac{A(t)}{A_0} \quad \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N(t)} = \tau \ln \frac{N_0}{N(t)} = \frac{t_{1/2}}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N(t)}$$

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

النشاط 11 : الجواب باتباع نفس الخطوات نجد :

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

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

$$= \frac{5730}{\ln 2}.\ln\frac{11,5/60}{1,6/60}$$

$$t = 16\ 304,7\ ans$$

التأريخ بطرق أخرى :

توجد طرق أخرى للتأريخ تستعمل فيها أنوية ، أنصاف أعمارها كبيرة جدا ، وتمكن من تأريخ عينات أكثر قدما .
مثلا لتأريخ عينات قديمة جدا كالصخور ، يستخدم اليورانيوم 238 واستعمال هذا النظير مكن من تقدير عمر الكرة الأرضية بحوالي 4.55 مليار سنة .

لليورانيوم 238 نصف عمر قدره $t_{1/2} = 4,468.10^9\ ans$

الخلاصة :

1- عدد الأنوية المتبقية دون تفكك عند اللحظة t يعطى بالقانون $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

2- نشاط عينة في أية لحظة يعطى بالقانون $A(t) = \lambda\ N(t)$ مع $A(t) = A_0\ e^{-t/\tau}$ $A_0 = \lambda\ N_0$

3- ثابت الزمن τ:

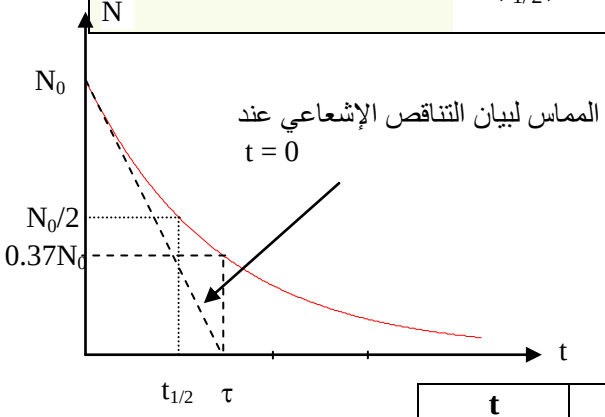
هو الزمن اللازم لتفكك 63%63 من الأنوية المشعة الموجودة في العينة $\tau = \frac{1}{\lambda}$ **أي بقاء 37% من الأنوية**

$$N(\tau) = N_0\ e^{-\lambda\tau} \qquad N(\tau) = N_0\ e^{-\lambda.1/\lambda} \qquad N(\tau) = N_0\ e^{-1} \qquad N(\tau) = \frac{N_0}{e}$$

$$N(\tau) = 0.37\ N_0$$

زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ، هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف العينة الإبتدائية $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$



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

المماس للبيان عند $t = 0$ **يقطع محور الأزمنة عند اللحظة** $t = \tau$.

ملاحظات :

t	0	$t_{1/2}$	2 $t_{1/2}$	3 $t_{1/2}$	……	n $t_{1/2}$
N(t)	N_0	$N_0/2$	$N_0/2^2$	$N_0/2^3$	……	$N_0/2^n$

2- مدة التناقص تساوي 5τ .

4- التأريخ بالكربون 14 :

تقبل هذه الطريقة في حدود عمر يصل إلى 50000 سنة .

للكربون14 نصف عمر قدره $t_{1/2} = 5730\ ans$.

$$t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N(t)} = \tau\ln\frac{N_0}{N(t)} = \frac{t_{1/2}}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N(t)} \qquad t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{A_0}{A(t)} = \tau\ln\frac{A_0}{A(t)} = \frac{t_{1/2}}{\lambda}\ln\frac{A_0}{A(t)}$$

ملاحظات :

نقول أن النواة المشعة لا تشيخ ، لإنه مهما كان عمرها ، فرص تفككها تبقى نفسها في كل لحظة .
مثلا نواة السيزيوم 137 ، زمن نصف عمرها 30ans ، هذا يعني أن لديها فرصة واحدة لكل فرصتين للتفكك خلال ال 30ans الموالية .
وهكذا.....
فرص تفككاتها لا تزداد بزيادة عمرها .

ـ وحدة الكتلة ووحدة الطاقة في الفيزياء النووية :

في جملة الوحدات الدولية ، نعبر عن الكتلة ب Kg و الطاقة ب J .

في الفيزياء النووية ، نعبر عن الكتلة بوحدة الكتل الذرية u و الطاقة بالإلكترون فولط eV .

النشاط 2 : الأجوبة 1-:- كتلة نواة الكلور :

$$1u = \frac{1}{12} m_{^{12}_{6}C}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{M}{N_a} \qquad m = 34,956 \,.\, 1,66 \,.\, 10^{-27}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{12 \,.\, 10^{-3}}{6.02 \,.\, 10^{23}} \qquad m = 5,8 \,.\, 10^{-26}\ kg$$

$$1u = 1.66 \,.\, 10^{-27}\ kg$$

$$1MeV = 10^{6}\ eV$$

$$= 10^{6} \,.\, 1,6 \,.\, 10^{-19} \qquad 1eV = 1,6 \,.\, 10^{-19} \,.\, 1$$

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

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

3- علاقة التكافؤ بين الكتلة والطاقة : أ- النقص الكتلي للنواة :

النشاط 3 : الأجوبة :

1- مجموع كتل النكليونات :

$$m_{nucléons} = 2.\ 1,00728u + 2.\ 1,00866u = 4,0319u$$

2- مجموع كتل النكليونات أكبر من كتلة النواة .

3- النقص الكتلي هو الفرق بين مجموع كتل النكليونات و كتلة النواة . **4-** النقص الكتلي موجب دوما .

ب- طاقة الكتلة :

حسب نظرية أنشتاين هناك تكافؤ بين الطاقة والكتلة ، هذا يعني أن الكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة والعكس صحيح .

فالجسيمة التي كتلتها m ، طاقة كتلتها $E = m \,.\, c^2$.

النشاط 4 : الأجوبة :

1- $E = 1,492\ 419 \,.\, 10^{-10}\ J$

$$E = m \,.\, c^2$$

$$E = 1,660\ 540\ 2 \,.\, 10^{-27} \,.\, (2,997\ 924\ 58 \,.\, 10^{8})$$

$$E = 1u \,.\, c^2$$

$$1u = \frac{E}{c^2}$$

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

الإستنتاج :

$$E = 1,492\ 419 \,.\, 10^{-10}\ J$$

$$E = \frac{1,492\ 419 \,.\, 10^{-10}}{1,602\ 189 \,.\, 10^{-13}}$$

$1u = 931,5MeV/c^2 \quad E = 931,49\ MeV$

$$E = m \,.\, c^2$$

$$E = 4,001\ 54\ u \,.\, 931,5\ MeV/c^2$$

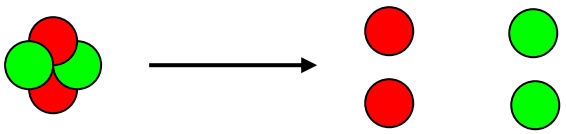
2- طاقة الكتلة لنواة الهيليوم : $E = 3727,4\ MeV$

ملاحظة : قيمة سرعة الضوء حددت في **1983** .

4- إستقرار النواة : أ- طاقة الربط للنواة :

النشاط 5 :

لنعتبر التحول النووي التالي :

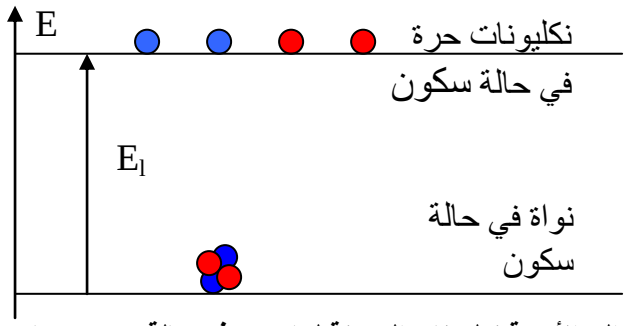


حيث : بروتون

نترون

في الحالة الإبتدائية لدينا نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ في حالة سكون في المرجع الأرضي ، كتلتها $m_{^{4}_{2}He} = 4,0015u$.

في الحالة النهائية يصير لدينا 4 نكليونات معزولة و في حالة سكون في المرجع الأرضي .



الأجوبة :

1- التغير في الطاقة :

$$E = E_f - E_i$$

$$E = m_{nucléons} \cdot c^2 - m_{noyau} \cdot c^2$$

$$E = (4,03188 - 4,0015)u \cdot 931.5\ MeV/c^2$$

$$E = 28,3\ MeV$$

2- قيمة الطاقة الواجب توفيرها لنواة الهيليوم في حالة سكون لتفكيكيها إلى الأربعة نكليونات المكونة لها وهي في حالة سكون تساوي $E = 28,3\ MeV$.

3- طاقة الربط للنواة هي الطاقة الواجب إعطاؤها لنواة ساكنة لتفكيكها لنكليوناتها وهي ساكنة و متفرقة .

4- طاقة الربط للنواة هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة وهي في حالة سكون إلى نكليوناتها وهي في حالة سكون أو الطاقة المحررة عند تفكيك النواة الساكنة إلى نكليونلتها الساكنة .

ب- طاقة الربط لكل نكليون :

وهي حاصل قسمة طاقة الربط للنواة على عدد نكليونات النواة . $\varepsilon = \frac{E_l}{A}$

وتسمح طاقة الربط لكل نكليون بالمقارنة بين الأنوية من حيث الإستقرار ، فكلما كانت طاقة الربط لكل نكليون أكبر ، كانت النواة أكثر إستقرار .

النشاط 6 :

- أحسب طاقة الربط لكل نكليون لنواة الهيليوم ^4_2He **حيث** $E_l = 28,3MeV$. **الجواب :**

$$\frac{E_l}{A} = \frac{28,3}{4} = 7,08\ MeV/nucléon$$

النشاط 7 :

طاقة الربط لليورانيوم 238 هي $E'_l = 1801,5MeV$.

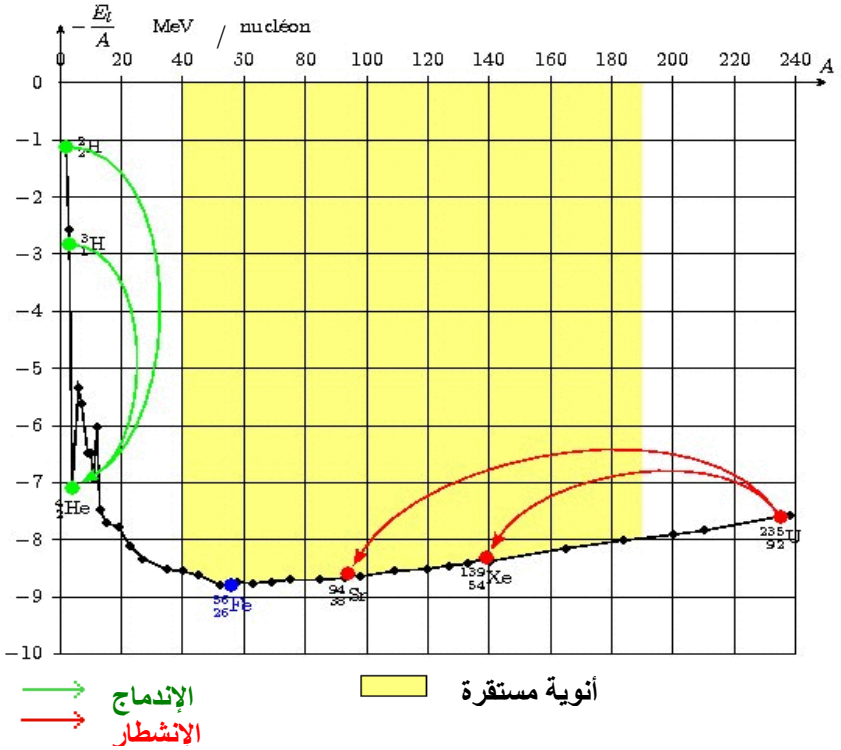
- قارن بين نواة الهيليوم ونواة اليورانيوم من حيث الإستقرار .

الأجوبة : بالنسبة لنواة الهيليوم : $\frac{El}{A} = 7,08\ MeV/nucléon$

بالنسبة لنواة اليورانيوم : $\frac{E'_l}{A} = \frac{1801,5}{238} = 7,57\ MeV/nucléon$

بما أن طاقة الربط لكل نكليون أكبر بالنسبة لنواة اليورانيوم ، فإن نواة اليورانيوم أكثر إستقرار من نواة الهيليوم .

جـ- مخطط أستون :



وهو البيان $-\frac{E_l}{A} = f(A)$.

1- الأنوية الأكثر إستقرا تقع أسفل مخطط أستون .

2- الأنوية الثقيلة تنشطر إلى نواتين خفيفتين فينقص العدد A **وتصير النواتان الناتجتان أكثر إستقرار ، إنه تفاعل الإنشطار .**

3- الأنوية الخفيفة تندمج إلى نواة ثقيلة فيزداد العدد A **وتصير النواة الناتجة أكثر إستقرار ، إنه تفاعل الإندماج .**

4- النواة الأكثر إستقرار هي نواة الحديد .

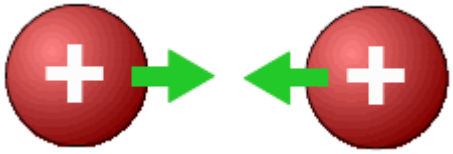
الخلاصة :

1- مكونات النواة :

*** رمز النواة** ^A_ZX { A **عدد النكليونات (العدد الكتلي)** ; Z **عدد البروتونات (الرقم الذري** ; N **عدد الروتونات حيث** $A - Z$ }

*** نواتان نظيرتان لهما نفس العدد** Z **وعدد مختلف** A

* النواة عبارة عن كرية نصف قطرها $r = r_0 \sqrt[3]{A}$ حيث $r_0 = 1,2 \cdot 10^{-15}\, m = 1,2\, fm$.



* وحدة الكتل الذرية $1u = 1.660\,54 x10^{-27}\ kg$ وهي كتلة النكليون المرتبط .

2- تماسك النواة :

* يفسر تماسك النواة بتغلب القوى النووية القوية على قوى التنافر الكهربائي .
* النقص الكتلي هو الفرق بين كتلة النكليونات المكونة لنواة وهي متفرقة وفي حالة سكون و كتلة النواة وهي في حال سكون .

$$\Delta m = Z m_p + (A-Z) m_n - m_X$$

* علاقة أنشتاين :

كل جسيمة لها كتلة m تملك طاقة الكتلة $E = m.c^2$.

m ب kg	E ب J
c ب m/s	

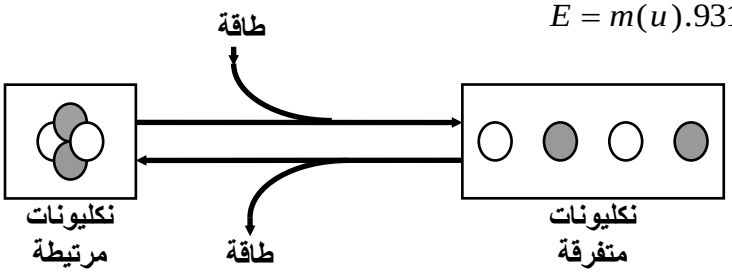
$1u = 931,5\, MeV/c^2$

$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19}\, J$

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

$E = m(u).931,5\, MeV/c^2$. c^2

m ب u



* طاقة الربط للنواة : $E = \left[Z m_p + (A-Z) m_n - m_X \right] . c^2$

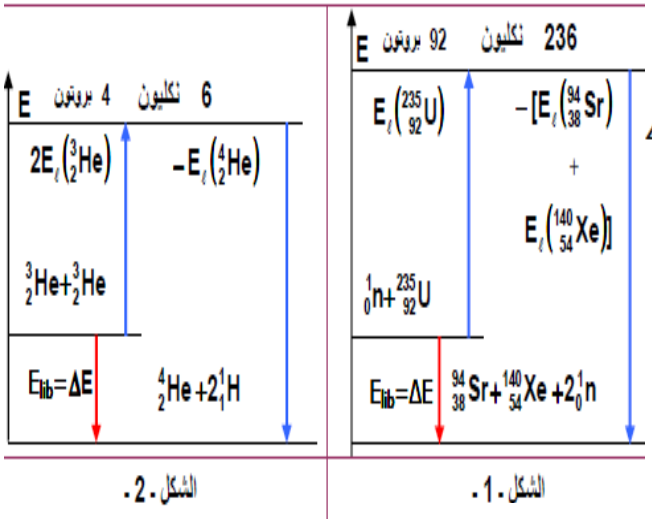
وهي طاقة تماسك النواة

* طاقة الربط لكل نكليون :

وهي توافق الطاقة اللازمة لإقتلاع نكليون من النواة .

MeV/nucléons ⟵ $\mathcal{E} = \frac{E_l}{A}$ ⟵ MeV

كلما كانت طاقة الربط لكل نوية أكبر ، كانت النواة أكثر إستقرار .



الشكل . 1 . الشكل . 2 .

الحل :

* حساب الطاقة المتحررة من تفاعل الاندماج النووي السابق : $E_l = \Delta m . C^2$

* حساب Δm : $\Delta m = [(m_{^4_2He} + m_n) - (m_{^3_1H} + m_{^3_1H})]$

$\Delta m = -1.889 \times 10^{-2}\ \mu$

$E_{lib} = -1.889 \times 10^{-2} \times 1.66 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow \boxed{E_{lib} = -28.22 \times 10^{-13}\ J}$

$E_{lib} = -\frac{2.82 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow \boxed{E_{lib} = 17.62 \times 10^6\, ev = 17.62\, Mev}$

** الحل 1- معادلة تحول الأزوت : $^{14}_7N + ^1_0n \longrightarrow ^{14}_6C + ^1_1H$

2- معادلة تحول النظير $^{14}_6C$: $^{14}_6C \longrightarrow ^{14}_7N + ^0_{-1}e + \overline{^0_0\nu}$

3- تحديد عمر الخشب القديم :

نفرض أن N_0 عدد ذرات الكربون في العينة الحديثة و N عدد ذرات الكربون في العينة القديمة :

$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{t}{\tau}} \Leftarrow N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ و منه $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{t}{\tau} \Leftarrow \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{t \ln 2}{t_{1/2}} \Leftarrow \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{t \ln 2}{t_{1/2}} \Leftarrow t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$

$t = \frac{5590}{0,69} \ln\left(\frac{1350}{197}\right)$: ومنه $\boxed{t = 1,56 \times 10^4\, ans}$.