

البطاقة التربوية للوحدة

الأستاذ: فلاح سي سليمان

الوحدة: التحولات النووية

المجال: التطورات الرتيبة

مؤشرات الكفاءة:

- ♦ يميز بين النشاطات الإشعاعية :
- ♦ يوظف قياس النشاط في التاريخ
- ♦ يوظف المنحنى البياني لأستون (N, Z)
- ♦ يوظف قانون التناقص الإشعاعي
- ♦ يوظف التحليل البعدي
- ♦ يوظف النقص في الكتلة والعلاقة بين الكتلة والطاقة لتعريف طاقة الربط
- ♦ يوظف منحنى أستون لتحديد أنواع التفاعلات النووية (انشطار واندماج)

تدرج تعلمات الوحدة:

- ♦ النشاط الإشعاعي.
- ♦ الانشطار والاندماج النووي.
- ♦ منافع ومخاطر النشاط الإشعاعي.

توزيع المحتوى المفاهيمي والمعرفي على الحصص التربوية:

نوع الحصة	المحتوى المفاهيمي والمعرفي	المراجع والوسائل المستعملة	التقويم
6 حصص 4 سا 30 د	1. النشاط الإشعاعي 1.1- أنواع التفككات 2.1- قانوني الإنحفاظ 3.1- العائلة المشعة 4.1- قانون التناقص الإشعاعي 5.1- النشاط الإشعاعي 6.1- التاريخ بالكربون 14	<u>المراجع:</u> الكتاب المدرسي . الوثيقة المرافقة . المنهاج . دليل الأستاذ . الإنترنت . كتب خارجية . <u>الوسائل المستعملة:</u> جهاز العرض مخطط استون Aston برمجية Radio dev2	تأمين من سلسلة الوحدة
4 حصص 3 سا	2. الانشطار والاندماج النووي 1.2- قانون النقص الكتلي 2.2- طاقة الربط 3.2- منحنى أستون 4.2- التفاعلات النووية (الانشطار والاندماج)		
حصتين 1 سا 30 د	تقويم الوحدة		

البطاقة التربوية للحصة التعليمية 01

المجال: التطورات الرتيبة الوحدة: التحولات النووية الموضوع: أنواع التفككات النووية

مؤشرات الكفاءة:

- ◆ يميز بين النشاطات الإشعاعية: $\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma$
- ◆ يوظف المنحنى البياني لسيغري Segre لتحديد مجالات استقرار.
- ◆ يعرف مميزات النشاط الإشعاعي.
- ◆ يطبق مبدأ الإنحفاظ لصودي.

فألوسائل /الأدوات و الوثائق المستعملة:

- ◆ المنهاج + الوثيقة المرفقة + دليل الأستاذ + كتاب مدرسي
- ◆ جهاز عرض – قطع نرد – برمجية Radio dev2 – مخطط استون

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
15د	1. النشاط الإشعاعي تذكير بالمكتسبات	///	تذكر بنية الذرة	انعاش ذاكرة التلاميذ	
10د	لمحة تاريخية (نص وثائقي)	نص وثائقي	مطالعة الوثيقة	شرح الوثيقة بجهاز العرض باختصار	
20د	1.1. مخطط سيغري	محاكاة	استخلاص مميزات مخطط سيغري	شرح مخطط سيغري	
10د	2.1. قانوني الإنحفاظ	swf	التمرن على قانوني الإنحفاظ	التركيز على القانونين	
35د	3.1. أنواع التفككات	تقديم تعريفات	من مخطط سيغري يستنتج نوع التفكك	توجيه إجابات التلاميذ	

نص وثائقي حول النشاط الإشعاعي

اكتشف العالم الألماني رونتغن وليام (Rontgen Wilhelm) في 1895 أشعة لها القدرة على اختراق المواد غير الشفافة طبيعتها غير معروفة وقد كانت تترك آثارا على الألواح الفوتوغرافية أسماها **الأشعة X**.



أملاح اليورانيوم

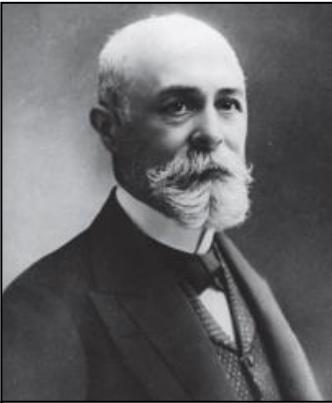
وقد تساءل الفيزيائي الفرنسي **بيكريل** في مطلع عام 1896 ما إذا كانت ثمة علاقة بين الأشعة X والتفسفر (fluorescence) (قدرة بعض المواد على إصدار اشعاع في الظلام بعد أن تتعرض للضوء). فراح بيكريل يعرض عينات من أملاح اليورانيوم لأشعة الشمس ثم يضعها على الألواح فوتوغرافية ملفوفة بورق أسود ، بعد تحميص تلك الألواح كان يجد عليها بقعا صغيرة فاعتقد أن اليورانيوم يبعث الأشعة X !!!

قبل أربعة أيام من الفاتح مارس تعذر على بيكريل تعريض الأملاح لأشعة الشمس (كانت باريس ملبدة بالغيوم)، فوضعها مع الصفائح الفوتوغرافية في درج مكتبه ،وبعد مرور أربعة أيام قام بيكريل بتحميص الصفائح الفوتوغرافية قبل أن يعرضها لأشعة الشمس وكم كانت دهشته كبيرة حين وجد بقعا بقعا كبيرة فاستنتج أن اليورانيوم يصدر أشعة سماها **الأشعة الأورانية** (Rayons Uraniques).

بعد ذلك بسنتين (1898) تمكن الفيزيائيان بيير كوري وزوجته **ماري كوري** (من أصل بولوني) من إكتشاف عنصرين يصدران نفس الاشعة التي اكتشفها بيكريل وهي الثوريوم (Th) والبولونيوم (Po) كانت هذه الاكتشافات الخطوة الأساسية لانطلاق أبحاث أخرى أدت إلى **التعرف وتصنيف الاشعة** المنبعثة من المواد المشعة.

في سنة 1902 تعرف العالم الانجليزي **إرنست رودرفورد** على الاشعة المنبعثة على أنها جسيمات مشحونة سميت بجسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β) ، وفي سنة 1900 كذلك أبرز العالم الفرنسي **بول فيلارد** وجود الأشعة (γ) وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية.

وقد أثبت العالم **نيلز بور** في 1910 على أن نوات الذرة هي المشعة وليست الذرات نفسها.



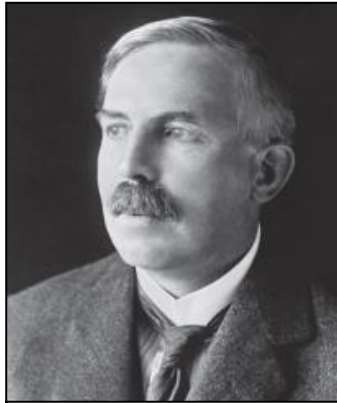
Henri Becquerel

(1852-1908)



Marie Curie

(1867-1934)



E. Rutherford

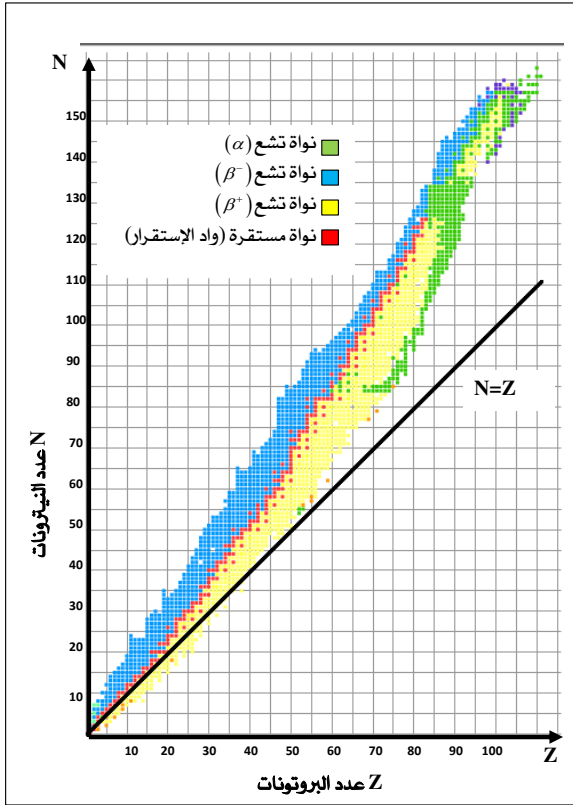
(1871-1937)



Poul Villard

(1860-1934)

1. النشاط الإشعاعي:



تعريف النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائياً إلى نواة جديدة أكثر استقراراً، مع إصدار إشعاع (α, β, γ) تسمى هذه الظاهرة بالنشاط الإشعاعي.

تعريف النواة المستقرة: هي نواة تحافظ على تركيبها دوماً

خصائص النشاط الإشعاعي:

- **تلقائي:** يحدث دون تدخل خارجي.
- **عشوائي:** لا يمكن التنبؤ بلحظة حدوثه.
- **حتمي:** يحدث أجلاً أم عاجلاً، ولا شيء يمكن أن يسرع أو يبطئ من وتيرة النشاط الإشعاعي.
- **لا يتأثر بالعوامل الخارجية:** ضغط ودرجة حرارة

1.1 مخطط (N-Z) لسيغري Segre :

يبين مخطط سيغري $N = f(Z)$ مواقع الأنوية المستقرة والغير مستقرة، ونسعى المجال المركزي (الأحمر) **وادي الاستقرار** لأنه يضم الأنوية المستقرة.

الأنوية المستقرة:

- $Z < 20$: الأنوية المستقرة تتوزع بجوار المستقيم $N = Z$.
- $Z > 20$: الأنوية تتوزع فوق المستقيم $N = Z$.

الأنوية المشعة:

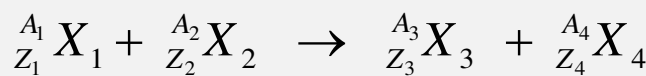
- الأنوية التي تقع فوق وادي الاستقرار (عدد نيوتروناتها كثيرة) تشع جسيمات β^- .
- الأنوية التي تقع تحت وادي الاستقرار (عدد بروتوناتها كثيرة) تشع جسيمات β^+ .
- الأنوية الثقيلة $Z > 82$: تقع في أعلى مجال الاستقرار وتشع جسيمات α .

ملاحظة:

في مخطط سيغري توجد مختلف نظائر نفس العنصر على نفس المستقيم الموازي لمحور الترتيب.

2.1 قانوني الإنحفاظ (قانونا صودي):

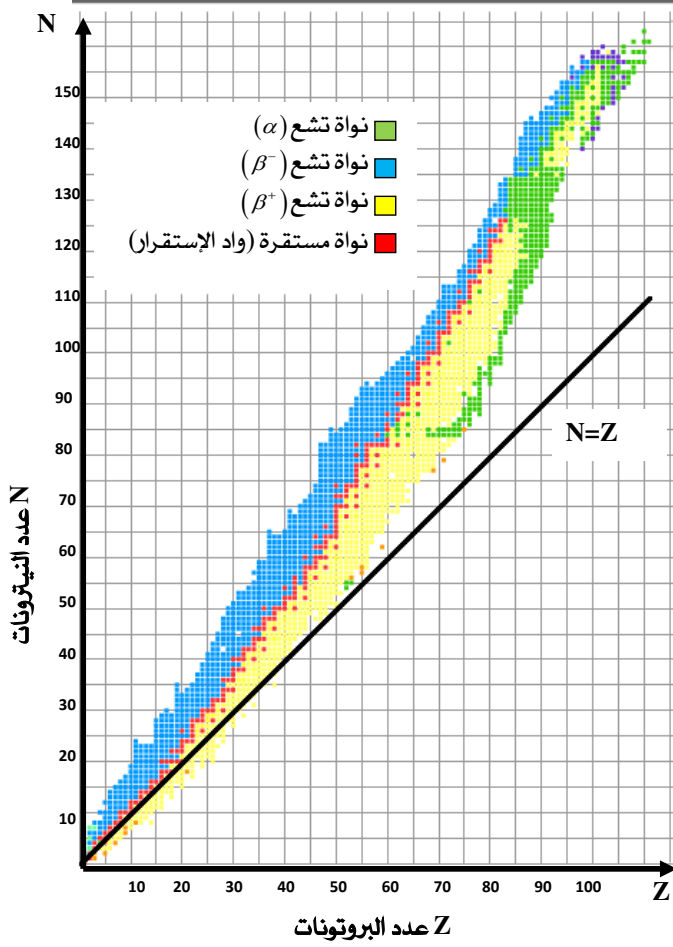
خلال كل تفاعل نووي يتحقق إنحفاظ للعدد الكتلي A وكذلك إنحفاظ للرقم الذري (أو العدد الشحني) Z بين طرفي المعادلة:



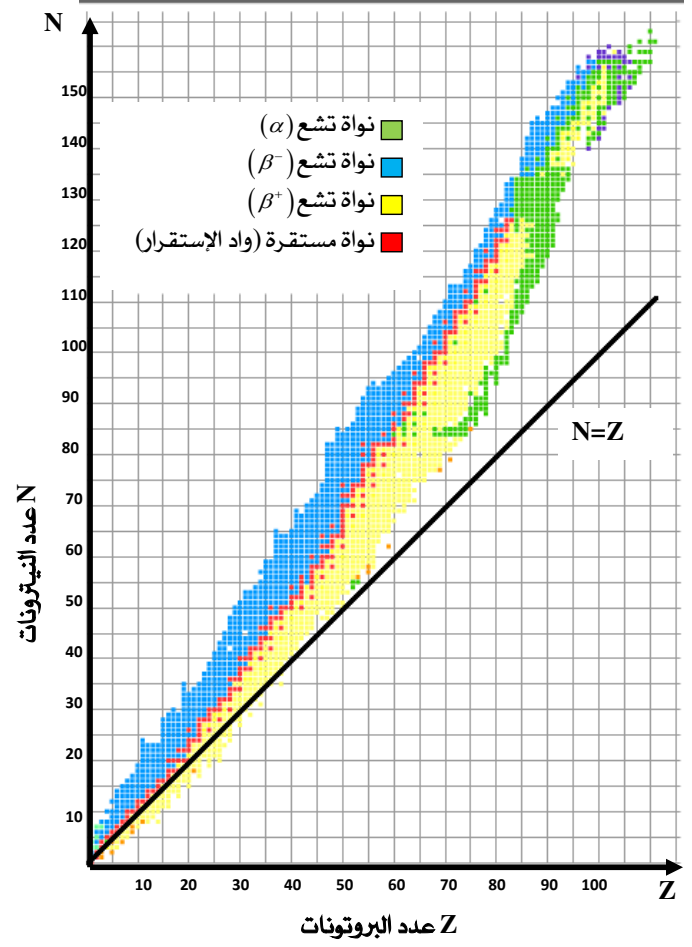
❖ **القانون 01:** إنحفاظ العدد الكتلي A : $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

❖ **القانون 02:** إنحفاظ العدد الذري Z : $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

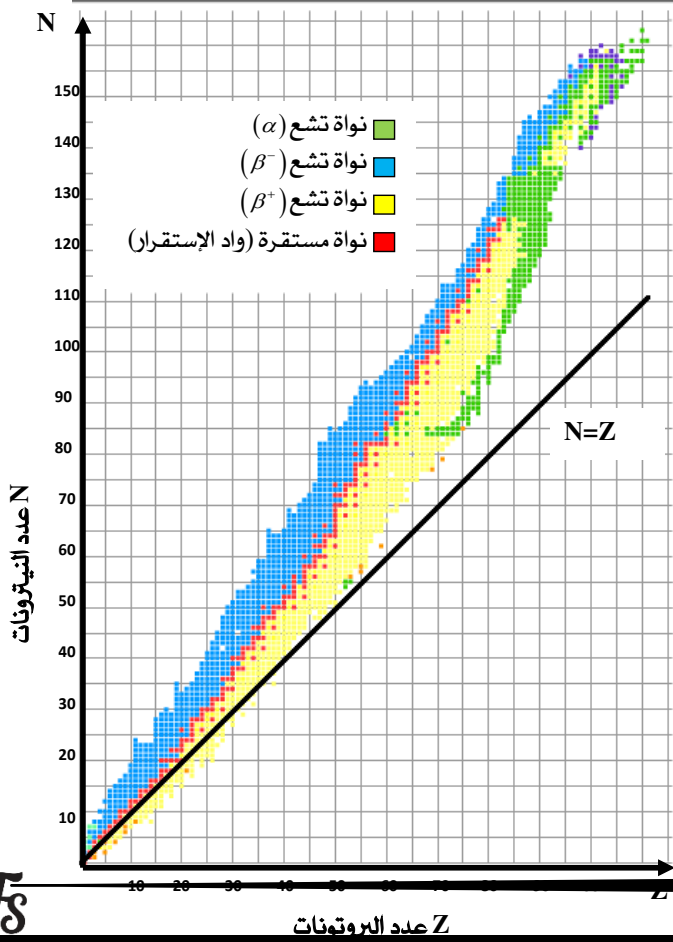
FS



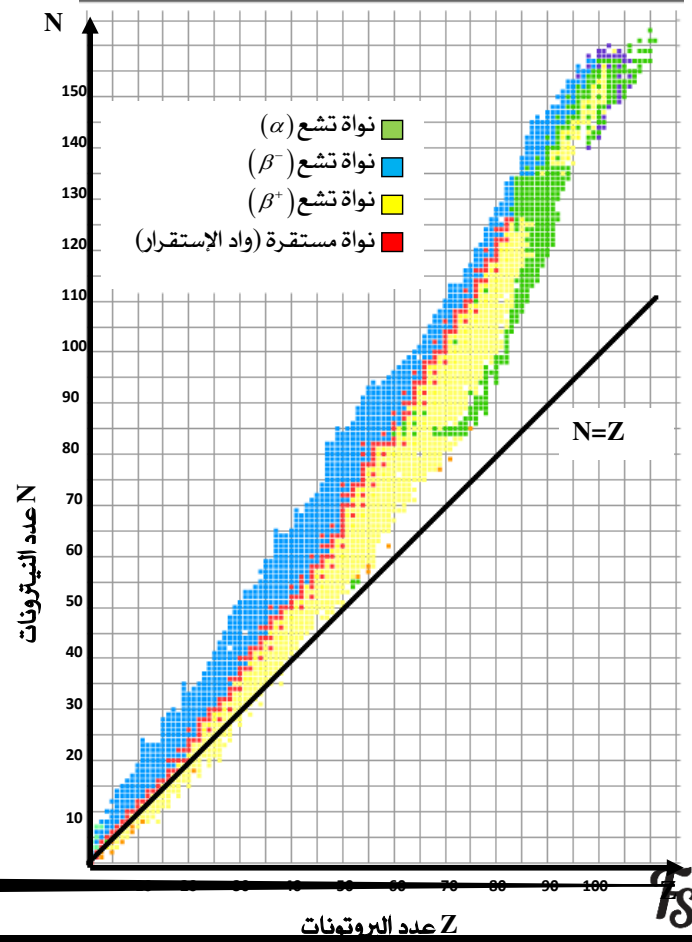
FS



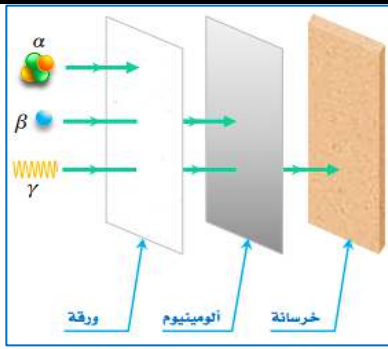
FS



FS



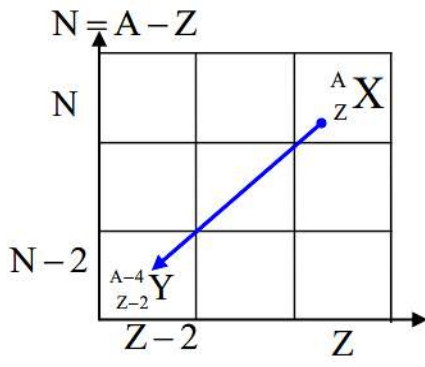
2. أنواع النشاط الإشعاعي:



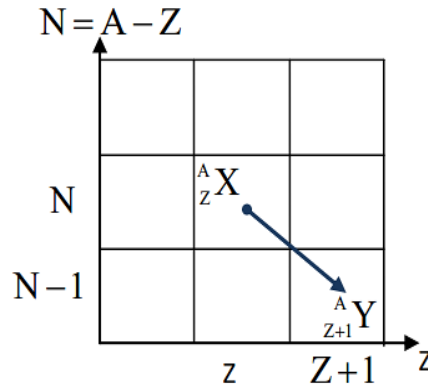
أثناء النشاط الإشعاعي تقوم النواة المشعة (النواة الأب) بالانقسام لتعطي نواة أخرى (النواة البنت) مع إصدار جسيمات $(\alpha, \beta^-, \beta^+)$ أو إشعاع كهرومغناطيسي (γ)

النشاط الإشعاعي β^-	النشاط الإشعاعي α
تعريف: هو تفكك طبيعي يتمثل في انبعاث إلكترون ${}_{-1}^0e$ من النواة، حيث يتحول النيوترون إلى بروتون حسب المعادلة التالية: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e$ فتكون معادلة التحول النووي من نوع β^-: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$ مثال: ${}_{27}^{60}Co \rightarrow {}_{28}^{60}Ni + {}_{-1}^0e$ مميزاته: • يميز الأنوية الغنية بالنيوترونات. • له نفاذية معتبرة، يمكن توقيفه ببضعة سنتيمترات من الألمنيوم.	تعريف: هو تفكك طبيعي يصاحبه بانبعث نواة الهيليوم $({}_2^4He)$ حسب المعادلة التالية: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4He$ مثال: ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{90}^{234}Th + {}_2^4He$ مميزاته: • يميز الأنوية الثقيلة ($Z > 82; A > 200$) • ضعيف النفاذية يمكن توقيفه بورق أوبضعة سنتيمترات من الهواء.
النشاط الإشعاعي γ :	النشاط الإشعاعي β^+
تعريف: عبارة عن إشعاعات كهرومغناطيسية، وهو إصدار يرافق الأنشطة الإشعاعية $(\beta^+, \beta^-, \alpha)$ حيث تكون النواة البنت في حالة مثارة ${}_Z^AX^*$ تتخلص من فائض الطاقة بإصدار إشعاع γ. ${}_Z^AX^* \rightarrow {}_Z^AX + \gamma$ مثال: ${}_{27}^{60}Co \rightarrow {}_{28}^{60}Ni^* + {}_{-1}^0e$ ${}_{28}^{60}Ni^* \rightarrow {}_{28}^{60}Ni + \gamma$ ${}_{27}^{60}Co \rightarrow {}_{28}^{60}Ni + {}_{-1}^0e + \gamma$ مميزاته: • شديد النفاذية ويصعب توقيفه، يحتاج حوالي 20 سم من الرصاص أو عدة أمتار من الخرسانة للوقاية	تعريف: هو تفكك طبيعي يتمثل في انبعاث بوزيتون ${}_{+1}^0e$ من النواة، حيث يتحول البروتون إلى نوترون حسب المعادلة التالية: ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e$ فتكون معادلة التحول النووي من نوع β^+: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e$ مثال: ${}_{15}^{30}P \rightarrow {}_{14}^{30}Si + {}_{+1}^0e$ مميزاته: • يميز الأنوية الغنية بالبروتونات. • له نفاذية معتبرة، يمكن توقيفه ببضعة سنتيمترات من الألمنيوم.

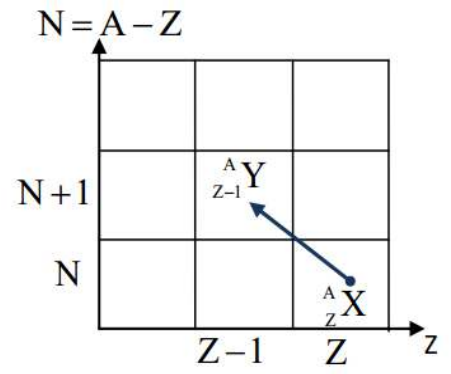
أنواع التفككات النووية في مخطط سيغري



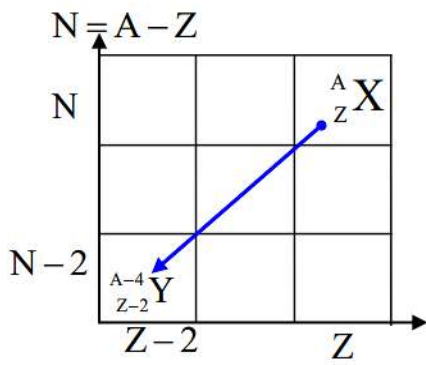
تفكك من نوع α



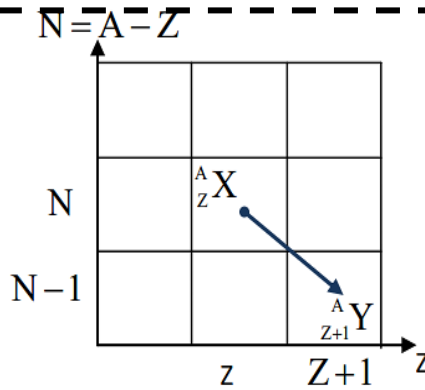
تفكك من نوع β^-



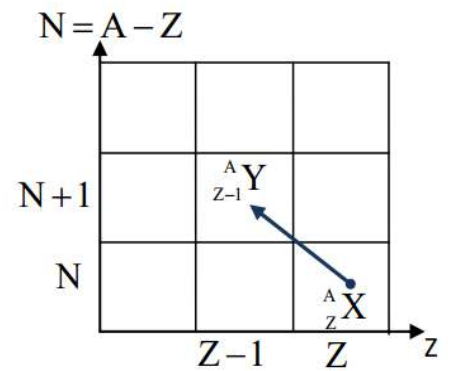
تفكك من نوع β^+



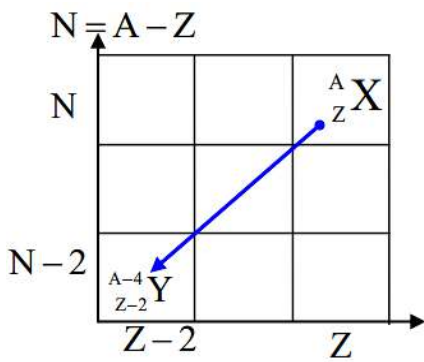
تفكك من نوع α



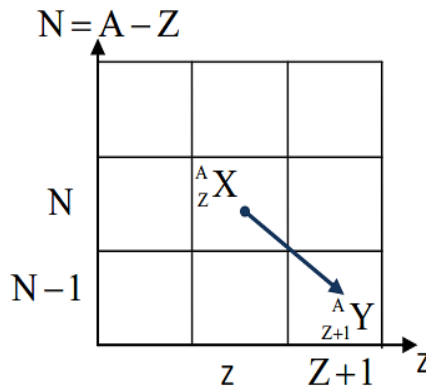
تفكك من نوع β^-



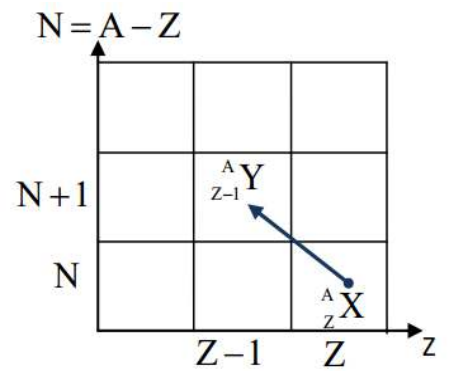
تفكك من نوع β^+



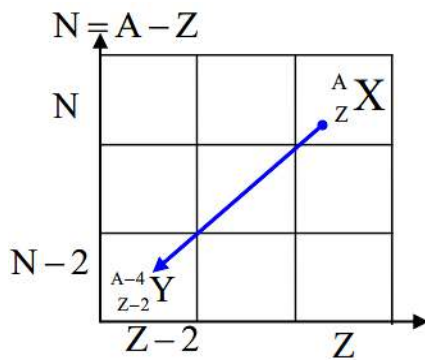
تفكك من نوع α



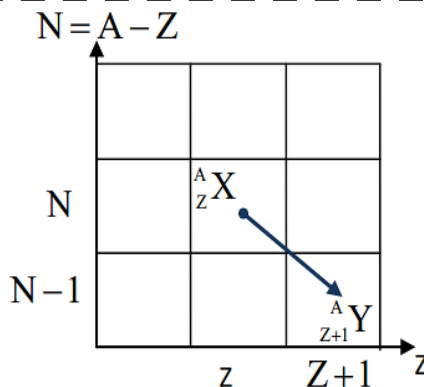
تفكك من نوع β^-



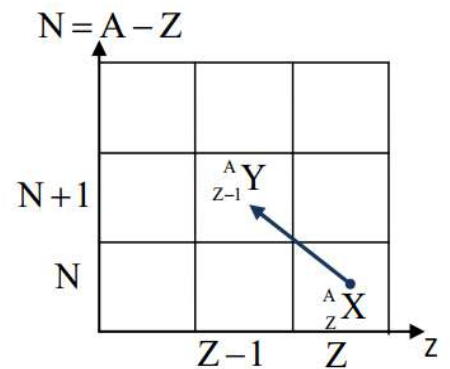
تفكك من نوع β^+



تفكك من نوع α



تفكك من نوع β^-



تفكك من نوع β^+

البطاقة التربوية للحصة التعليمية 02

الموضوع: النشاط الإشعاعي

الوحدة: التحولات النووية

المجال: التطورات الرتيبة

مؤشرات الكفاءة:

- ♦ يوظف التحليل البعدي
- ♦ يوظف قياس النشاط في التأريخ

فالموسائل /الأدوات و الوثائق المستعملة:

- ♦ المنهاج + الوثيقة المرفقة + دليل الأستاذ + كتاب مدرسي
- ♦ جهاز عرض – قطع نرد – برمجية Radio dev2

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
20د	1. قانون التناقص الإشعاعي 2.1 قانون التناقص الإشعاعي.		الإجابة عن الأسئلة ورسم المنحنى البياني $N(t)$ استنتاج القانون	توجيه الإجابة وتصحيحها	
45د	2. زمن نصف العمر – ثابت الزمن 1.2 زمن نصف العمر. 2.2 ثابت الزمن.	لا يوجد نشاط تعريف وبراهين	التمرن على إيجاد الثوابت بعدة طرق (حسابية أو بيانية)	توجيه الإجابة وتصحيحها	
45د	3. قانون النشاط الإشعاعي. 1.3 تعريف. 2.3 مخطط تناقص النشاط الإشعاعي. 3.3 التأريخ		التعرف على قانون النشاط الإشعاعي وفوائده في التأريخ	شرح عملية التأريخ بالتفصيل	

1. قانون التناقص الإشعاعي $N(t)$:

يتناقص عدد الأنوية المشعة في عينة بمرور الزمن، حيث تعطى عبارة الأنوية المتبقية بدلالة الزمن كما يلي:

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

$N(t)$: عدد الأنوية المتبقية في كل لحظة t : عدد الأنوية الابتدائية للعينة. N_0

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

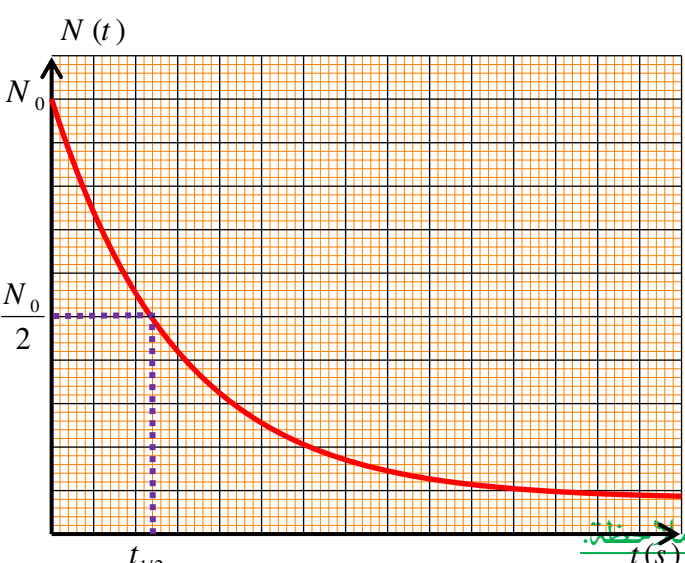
2. زمن نصف العمر $t_{1/2}$ - ثابت الزمن τ :

تعريف زمن نصف العمر $t_{1/2}$: هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية في عينة مشعة.

تعريف ثابت الزمن τ : يميز طبيعة النواة المشعة وهو يمثل تناقص (تفكك) 63% من العينة الابتدائية وحدته (s)

ويعطى بالعلاقة: $\tau = \frac{1}{\lambda}$

❖ طرق إيجاد قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

(ب) الطريقة البيانية:	(أ) الطريقة الحسابية:
باستخدام منحنى $N(t)$ وبالإعتماد على التعريف نسقط القيمة $\frac{N_0}{2}$ على المنحنى $N(t)$ فنجد قيمة $t_{1/2}$:  يمكن الإستعانة بمنحنيات أخرى لإيجاد $t_{1/2}$ سنراها لاحقا	يعطى بالعلاقة: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$ • كيف نبرهن على هذه العلاقة؟ إنطلاقا من قانون التناقص الإشعاعي وباستخدام تعريف زمن نصف العمر: $t = t_{1/2} \Leftrightarrow N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ $N(t_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \Leftrightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$ $\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \dots\dots\dots (1)$ بإدخال الدالة لوغاريتم على العلاقة (1) تصبح كمايلي $-\lambda t_{1/2} = \ln \frac{1}{2} \Leftrightarrow \lambda t_{1/2} = \ln 2 \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

الطريقة الحسابية:	الطريقة البيانية:
يعطى بالعلاقة:	- باستخدام منحنى $N(t)$ وبالإعتماد على التعريف نسقط القيمة $0.37N_0$ على المنحنى $N(t)$ فنجد قيمة τ - نقطة تقاطع المماس للمنحنى $N(t)$ عند $t=0$ مع محور الأزمنة.

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

• كيف نبرهن على أن المماس عند النقطة $t=0$ تقطع محور الأزمنة في τ ؟

المعادلة الرياضية لمماس المنحنى عند اللحظة $t=0$ تكون من الشكل $y(t) = y'(t)_{t=0}t + y(0)$:
بمطابقة هذه المعادلة وما يقابلها من مقادير فيزيائية تصبح معادلة المماس من الشكل:

$$y'(t)_{t=0} = \left(\frac{dN}{dt} \right)_{t=0} = -\lambda N_0 \dots \dots \dots (1)$$

$$y(0) = N_0 \dots \dots \dots (2)$$

بتعويض العلاقتين (1) و (2) في معادلة المماس نجد عبارة معادلة المماس:

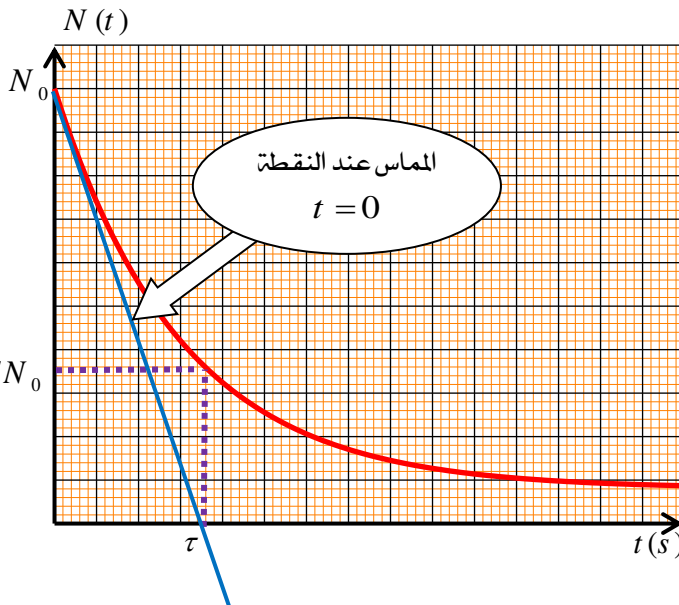
$$y(t) = -\lambda N_0 t + N_0$$

المماس يقطع محور الأزمنة معناه : $y(t) = 0$

$$-\lambda N_0 t + N_0 = 0$$

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

نتيجة: مماس المنحنى عند اللحظة $t=0$ يقطع محور الأزمنة في τ .



تطبيق: يتواجد بالمخبر عينة مشعة من الزئبق $^{205}_{80}\text{Hg}$ كتلتها $m = 204\text{mg}$ عند اللحظة $t=0$.

1. أوجد عدد الانوية الابتدائية N_0 . $N_0 = 6 \times 10^{20}$

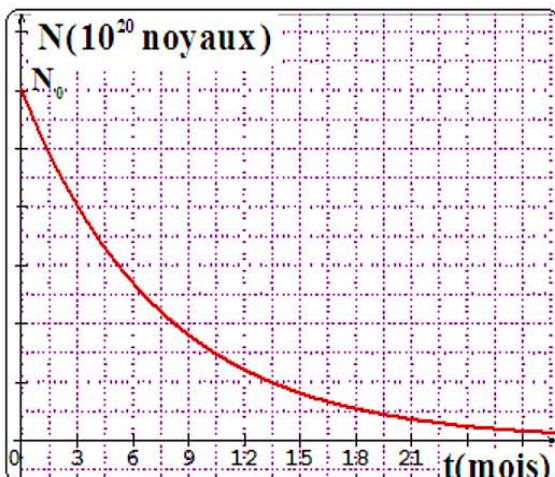
2. أوجد من البيان ثابت الزمن τ وزمن نصف العمر $t_{1/2}$.

$$t_{1/2} = 4(\text{mois}) \quad \tau = 7(\text{mois})$$

3. استنتج ثابت التفكك الإشعاعي λ . $t_{1/2} = 0.14(\text{mois}^{-1})$

4. أوجد الزمن اللازم لبقاء 25% من الأنوية المشعة الابتدائية

$$t = 10.5(\text{mois})$$



3. النشاط الإشعاعي $A(t)$:



تعريف: هو عدد التفككات التي تحدث لعينة مشعة في ثانية واحدة، يرمز له بـ $A(t)$ ، وحدته في جملة الوحدات الدولية البيكرل (Bq) يعبر عنه بالعلاقة:

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

❖ لقياس النشاط الإشعاعي نستعمل جهاز يدعى **بعداد جيجر مولر**

سؤال: باستخدام التعريف السابق لنشاط الإشعاعي بين

أن عبارته تكتب على الشكل $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$.

الحل:

$$A(t) = -\frac{dN}{dt} \quad ; \quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

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

$$A_0 = \lambda N_0 e^{-\lambda \times 0} \Leftrightarrow A_0 = \lambda N_0$$

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

4. التأريخ بقياس النشاط الإشعاعي:

بواسطة النشاط الإشعاعي يمكن تقدير عمر المواد العضوية مثل بقايا الأعضاء النباتية أو الحيوانية باستعمال الكربون ^{14}C ، وذلك بقياس نشاطها $A(t)$ ومقارنته مع النشاط A_0 لعينة أخرى مرجعية.

- يتواجد ^{14}C و ^{12}C في الكائنات الحية بنسبة ثابتة.
- عند موت العضو فإن ^{14}C لا يتجدد لأن التفاعلات مع العالم الخارجي تتوقف وعليه يبدأ في التناقص بينما ^{12}C يبقى ثابت.
- إذا كان نشاط ^{14}C لحظة موته هو A_0 ، والنشاط في اللحظة t بعد موته بمدة طويلة هو $A(t)$ ومنه نحسب عمر العضو من العلاقات الآتية:

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right) = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{N_0}{N(t)} \right) = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{m_0}{m(t)} \right)$$

سؤال: باستخدام عبارة النشاط الإشعاعي برهمن على العلاقة $t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right)$.

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

$$\Rightarrow \lambda t = \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right) \Leftrightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right)$$

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

$$\Leftrightarrow t = \tau \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right)$$

الحل:

البطاقة التربوية للحصة التعليمية 03

الموضوع: النشاط الإشعاعي

الوحدة: التحولات النووية

المجال: التطورات الرتيبة

مؤشرات الكفاءة:

- ♦ يوظف النقص في الكتلة والعلاقة بين الكتلة والطاقة لتعريف طاقة الربط
- ♦ يوظف مخطط أستون Aston لتحديد أنواع التفاعلات النووية (الإنشطار والاندماج)

فالموسائل / الأدوات و الوثائق المستعملة:

- ♦ المنهاج + الوثيقة المرفقة + دليل الأستاذ + كتاب مدرسي

المدة	عناصر الدرس	مضمون النشاط	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
20د	1. تكافؤ طاقة- كتلة 1.1- علاقة أينشتاين	تعريف	حساب الطاقة بعلاقة أينشتاين لبعض الجسيمات	توجيه الإجابة وتصحيحها	
	2.1- وحدة الطاقة على المستوى الذري				
90د	2. طاقة الربط النووي E_l 1.2- النقص في الكتلة Δm . 2.2- طاقة الربط E_l . 3.2- طاقة الربط لكل نوية . 4.2- مخطط أستون .	لا يوجد نشاط تعاريف وبراهين	حساب النقص في الكتلة لبعض الأنوية واستنتاج طاقة الربط ثم مقارنة إستقرار الأنوية	توجيه الإجابة وتصحيحها	
45د	3. الإنشطار والاندماج النوويين 1.3- الإنشطار النووي 2.3- الاندماج النووي 2.3- الطاقة المحررة	تعاريف وتمارين تطبيقية	التعرف على التحولات النووية المفتعلة وكذا الطاقة المحررة عنها.	توجيه الإجابة وتصحيحها	

1. علاقة أينشتاين - التكافؤ (طاقة - كتلة):

يملك كل جسيم كتلة m في حالة سكون طاقة كتلية نعبر عنها بالعلاقة:

$$E = m \cdot c^2$$

E : تقدر في جملة الوحدات الدولية بالجول (J). m : تقدر في جملة الوحدات الدولية بالكيلوغرام (kg).

c : سرعة الضوء في الخلاء $3 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$

❖ نستنتج أن كل تغير في الكتلة Δm لجملة ساكنة يوافق تغير في طاقة كتلتها ΔE بحيث:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

وحدة الطاقة على المستوى الذري :

الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية	الإلكترون فولط (eV)
$E = m \cdot C^2 \Rightarrow E = 1,66054 \times 10^{-27} \times (2,99792458 \times 10^8)^2$ $\Rightarrow E = 1492,42 \times 10^{-13}$ $\Rightarrow E = \frac{1492,42 \times 10^{-13}}{1,602177 \times 10^{-13}} = 931,5 MeV$ $\Rightarrow \boxed{1 u = 931,5 \frac{MeV}{C^2}}$ ❖ لحساب قيمة الطاقة من علاقة أينشتاين باليكفي أن نأخذ الكتل بوحدة الكتل الذرية: $E(MeV) = m(u) \cdot 931,5$	في السلم الذري توجد وحدات للطاقة أهمها، الإلكترون فولط (eV) والميغا إلكترون فولط (MeV). $1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$ $1MeV = 10^6 eV$ $1MeV = 1,6 \times 10^{-13} j$

2. طاقة الربط النووية E_l :

1.2. النقص في كتلة النواة Δm :

نشاط 01:

كتلة نواة الهيليوم تساوي $m(^4_2He) = 4,0015u$ ، كتلة النيوترون $m_n = 1,00866u$ ، كتلة البروتون $m_p = 1,00728u$.

1. احسب مجموع كتل الأربع نكليونات المكونة للنواة وهي متفرقة بـ u .

$$m_{nucléons} = 2 \times m_n + 2 \times m_p = (2 \times 1,00866) + (2 \times 1,00728) = 4,0319u$$

2. قارن بين مجموع كتل النكليونات وهي متفرقة بكتلة النواة.

مجموع كتل النكليونات أكبر من كتلة النواة.

3. استنتج تعريفا للنقص الكتلي للنواة Δm .

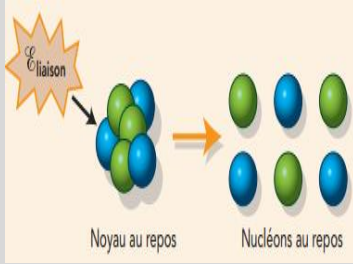
تعريف النقص في الكتلة Δm :

النقص الكتلي هو الفرق بين مجموع كتلة النكليونات وكتلة النواة (A_ZX)، وتعطي عبارته كما يلي:

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m(^A_ZX)$$

2.2. طاقة الربط النووي E_l :

تعريف طاقة الربط E_l :



هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة وهي في حالة سكون إلى نكليوناتها الساكنة، تعطى عبارتها كما يلي:

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

$$E_l (J) = [Zm_p + (A - Z)m_n - m({}_Z^AX)]c^2 \quad m (kg)$$

$$E_l (Mev) = [Zm_p + (A - Z)m_n - m({}_Z^AX)]931.5 \quad m (u)$$

تطبيق: أحسب طاقة الربط لنواة الهيليوم باستخدام المعطيات السابقة بال Mev ثم ب $Joule$.

$$E_l = 28,2 Mev = 4,51 \times 10^{-12} J$$

3.2. طاقة الربط لكل نكليون:

تعريف:

تسمح هذه الطاقة بالمقارنة بين الأنوية من حيث الاستقرار، فكلما كانت طاقة الربط لكل نكليون أكبر كانت النواة أكثر استقراراً، تحسب بالعلاقة:

$$E_{l/nuc} = \frac{E_l}{A}$$

تطبيق: إليك قيم طاقة الربط لبعض الأنوية رتبها تصاعدياً من حيث الأكثر استقراراً

$$E_l({}_{54}^{140}Xe) = 139,9 Mev \quad E_l({}_7^{14}N) = 101,44 Mev \quad E_l({}_6^{14}C) = 99,54 Mev \quad E_l({}_1^3H) = 8,57 Mev \quad E_l({}_1^2H) = 2,3 Mev$$

الحل:

النواة	${}_1^2H$	${}_1^3H$	${}_6^{14}C$	${}_7^{14}N$	${}_{54}^{140}Xe$
طاقة الربط (Mev)	2,3	8,57	99,54	101,44	1164,75
طاقة الربط لكل نوية (Mev/nuc)	1,15	2,86	7,11	7,24	8,31
الترتيب	5	4	3	2	1

4.2. مخطط أستون (ASTON): وهو البيان $-\frac{E_L}{A} = f(A)$.

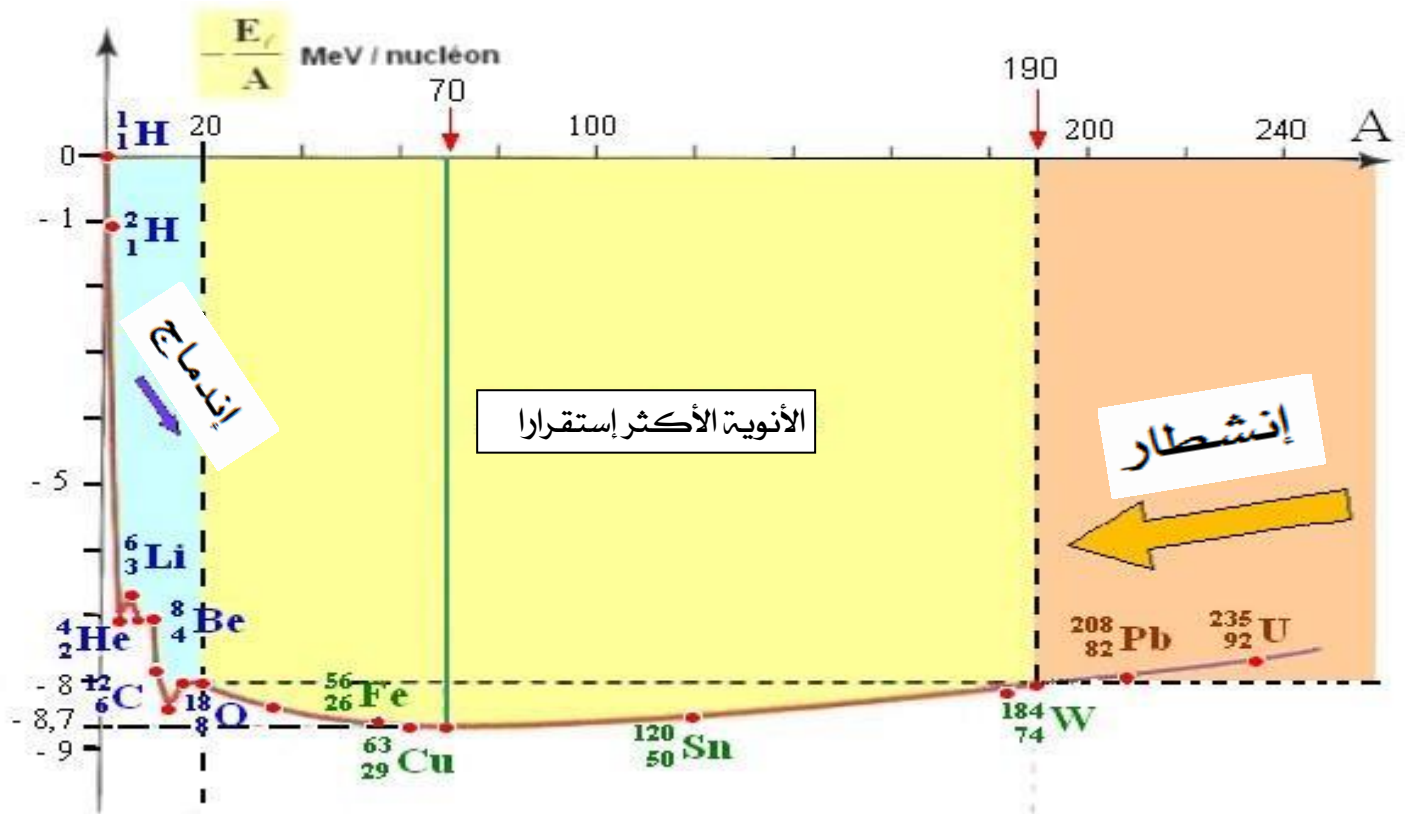
المقدار $-\frac{E_L}{A}$ يوضح مدى إستقرار النواة لذلك إرتنى العالم أستون وضع مخطط لتغيرات هذا المقدار بدلالة العدد الكتلي A ، حيث وضع مجال الأنوية المستقرة وغير المستقرة سمي بمخطط أستون .

❖ الحالة الأولى: $(20 < A < 190)$

الأنوية المحصورة في هذا المجال تملك طاقة ربط لكل نوية قيمتها المتوسطة حوالى 8.7 MeV ، هذه الأنوية هي الأكثر استقرارا . مثال: $^{56}_{26}\text{Fe}$ $^{63}_{29}\text{Cu}$

❖ الحالة الثانية: $(A > 190)$ هذا المجال يوافق الأنوية الثقيلة، وهي أنوية قليلة الاستقرار، إذ يمكنها أن تنشط إلى نواتين خفيفتين وأكثر استقرارا، وتسمى هذه الظاهرة الانشطار النووي.

❖ الحالة الثالثة: $(1 < A < 20)$ الأنوية في هذا المجال أنوية خفيفة وهي أقل استقرارا لأن $(\frac{E_L}{A} < 8 \text{ MeV})$ ، إذ يمكنها أن تتحد فيما بينها لتعطي نواة أكثر ثقلًا وأكثر استقرارا، وتسمى هذه الظاهرة الاندماج النووي.



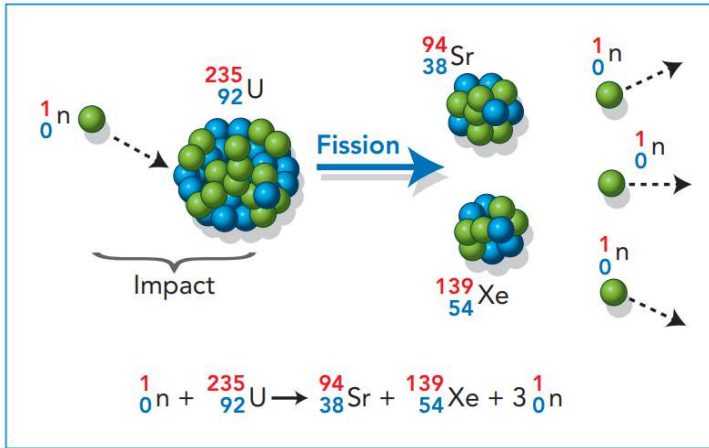
معلومة تاريخية:

يقول العالم الإنجليزي نيوتن بأن الأجسام تكون أكثر استقرارا كلما اقتربت من مركز الأرض، أي عندما تكون طاقتها الكامنة الثقالية أصغرها يمكن ، من هذا المنطلق أراد العالم أستون الحفاظ على نفس الفكرة، لكن باستقرار الأنوية، فجعل الأنوية الأكثر استقرارا في الأسفل، لهذا السبب استعمل $(-\frac{E_L}{A})$ في منحناه.

3. الانشطار والإندماج النووي:

1.3. الانشطار النووي Fission:

تعريف: هو تفاعل نووي مفتعل، نقذف فيه نواة ثقيلة بـ نوترون بطيء فتقسم إلى نواتين خفيفتين نسبياً وأكثر استقراراً من النواة المنشطرة. ويرافق هذا التفاعل النووي تحرير طاقة ونيوترونات.

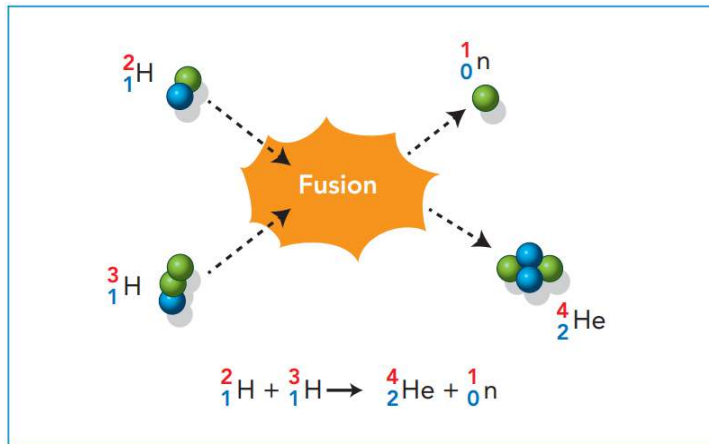


مثال: إنشطار نواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}\text{U}$

عند قذف نواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}\text{U}$ بـ نوترون ${}_0^1n$ ينتج نواتين خفيفتين نسبياً وأكثر استقراراً هما: ${}_{38}^{94}\text{Sr}$ و ${}_{54}^{139}\text{Xe}$ ، بالإضافة إلى ثلاث نيوترونات.

تساهم هذه النيوترونات الناتجة بشطر أنوية أخرى لليورانيوم ${}_{92}^{235}\text{U}$ في اللعينة وهذا يعرف **بالتفاعل التسلسلي (التفاعل المغذى ذاتياً)**.

2.3. الإندماج النووي Fusion:



تعريف: هو تفاعل نووي مفتعل، يتم خلاله دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل مع تحرير طاقة هائلة. كما أنه صعب الحدوث بسبب قوى التأثيرات البينية التنافرية لذلك يجب توفير درجة حرارة 10^8 K عالية وضغط كبير.

مثال: إندماج نواتي الديتريوم ${}_1^2\text{H}$ والتريثيوم ${}_1^3\text{H}$.

ينتج نواة هيليوم ${}_2^4\text{He}$ ونيوترون ${}_0^1n$ وطاقة هائلة.

3.3. الطاقة المحررة عن تفاعل نووي E_{lib} :

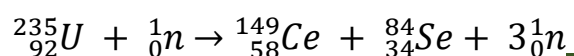
في التفاعلات النووية تكون دوماً كتلة المتفاعلات أكبر من كتلة النواتج.

$$E_{Lib} = \Delta m \cdot c^2$$

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

مثال:

أحسب الطاقة المتحررة في التفاعل التالي:



المعطيات:

$$m_{\text{Ce}} = 148,928u \quad m_{\text{Se}} = 83,918u \quad m_{\text{U}} = 235,044u \quad m_n = 1,009u$$

$$E_{Lib} = [m_U + m_n - (m_{Ce} + m_{Se} + 3m_n)].c^2$$

$$E_{Lib} = [235,044 + 1,009 - (148,928 + 83,918 + (3 \times 1,009))].931,5 = \mathbf{167,67 \text{ MeV}}$$

ملاحظة:

يمكن حساب الطاقة المتحررة لتفاعل نووي باستعمال طاقة الربط أو باستعمال النقص الكتلي بين المتفاعلات والنواتج.

الوظيفة المنزلية 02

تاريخ التسليم:/...../2021

الوحدة: التحولا النووية

المجال: التطورات الرتيبة

تنتج الطاقة الشمسية عن تفاعل الاندماج لنوى الهيدروجين، يعمل الفيزيائيون على انتاج الطاقة النووية انطلاقا من تفاعل الاندماج لنظيري الهيدروجين: الدوتريوم 2_1H والتريتيوم 3_1H .

1. نواة التريتيوم 3_1H تتفكك وفق نمط الاشعاع β^- لتعطي أحد نظائر عنصر الهيليوم.
أ. اكتب معادلة هذا التفكك.

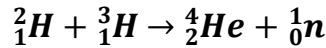
ب. تتوفر على عينة مشعة من أنوية التريتيوم 3_1H تحتوي على N_0 من الأنوية عند اللحظة $t = 0$ ، ليكن N عدد أنوية التريتيوم عند اللحظة t . يمثل منحنى الشكل 1 تغيرات $\ln(N)$ بدلالة الزمن t .

- حدد كل من N_0 عدد الأنوية الابتدائية للعينة وزمن نصف العمر $t_{1/2}$ للتريتيوم.
2. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات طاقة الربط بالنسبة للنوية بدلالة العدد الكتلي A .

1.2. عرف الاندماج النووي.

2.2. عين من بين المجالات (1) و (2) و (3) المحددة على الشكل 2، المجال الذي يتضمن الأنوية التي يمكن أن تخضع لتفاعلات الاندماج، معللا جوابك.

3.2. تكتب معادلة تفاعل الاندماج لنواتي الدوتريوم 2_1H والتريتيوم 3_1H كما يلي:



أ. احسب مقدار الطاقة المحررة من تفاعل الاندماج الحادث.

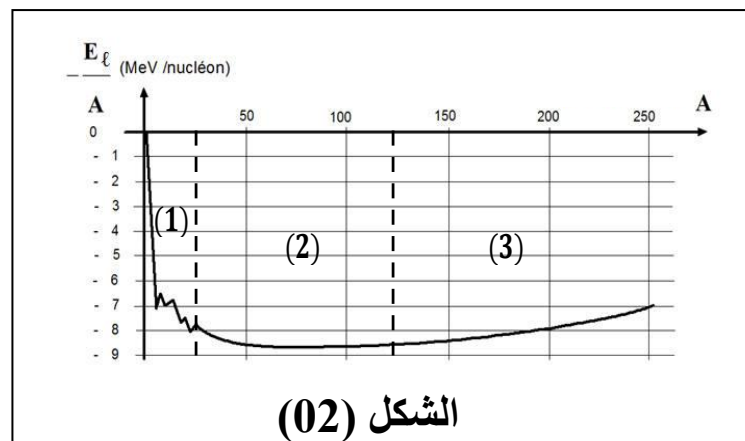
ب. يمكن استخلاص 33 mg من الدوتريوم انطلاقا من 1 L من ماء البحر.

- احسب بالـ MeV الطاقة التي يمكن الحصول عليها انطلاقا من تفاعل اندماج الدوتريم المستخلص من 1 m³ من ماء البحر، مع التريتيوم.

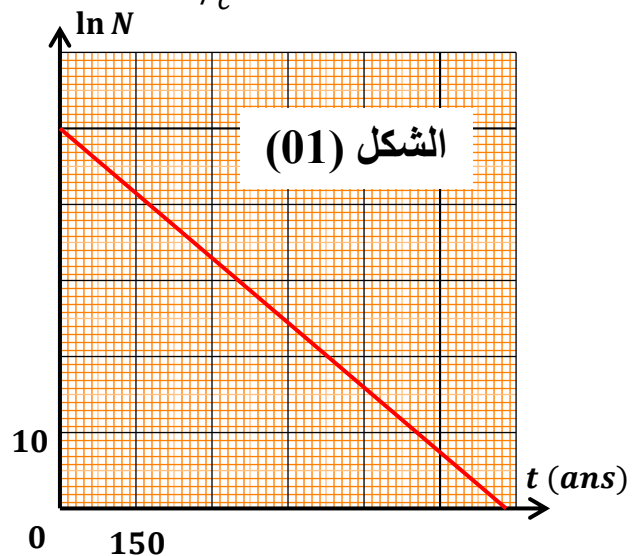
ج. ارسم مخطط الحصيلة الطاقوية للتفاعل المدروس.

المعطيات: $m(^2_1H) = 2,01355 u$ $m(^3_1H) = 3,01550 u$ $m(^4_2He) = 4,00150 u$

$m(^1_0n) = 1,00866 u$ $1 u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

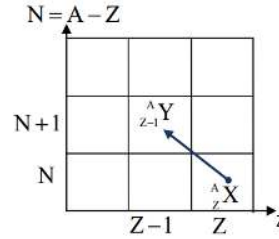
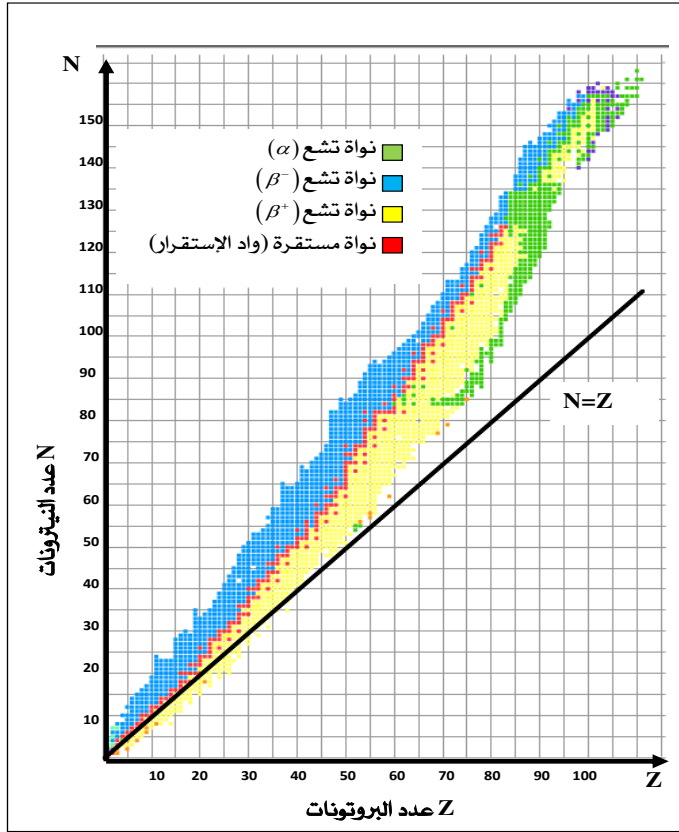


الشكل (02)

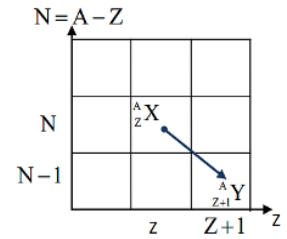


اجتهد أستاذ وأكتب الحل بخط يدك

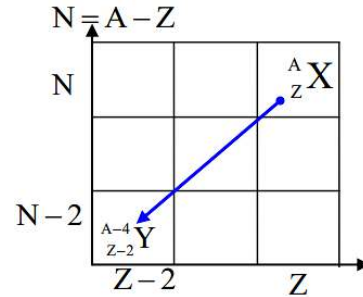
تطبيع وتوزيع على التلاميذ



تفكك من نوع β⁺



تفكك من نوع β⁻



تفكك من نوع α

