الوحدة 02: التحولات النووية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.
المجال: التحولات الرتيبة.
الوحدة: التحولات النووية.

الأستاذ: طواهرية عبد العزيز.
المدة الاجمالية: 6 سا + 4 أ م.

مؤشرات الكفاءة:

- يميز بين النشاطات (α، β، وγ).
- يوظف المنحنى (N,Z).
- يوظف قانون التناقص الاشعاعي.
- يوظف التحليل البعدي.
- يوظف قياس النشاط في التأريخ.
- يوظف النقص في الكتلة والعلاقة بين الكتلة والطاقة لتعريف طاقة الربط.
- يوظف منحنى أستون لتحديد أنواع التفاعلات النووية.

النشاطات المقترحة:

- مقاطع فيديو حول النشاط الاشعاعي وعداد جيجر.
- محاكاة حول مخطط سيغري.
- محاكاة حول التناقص الإشعاعي.
- نص علمي او شريط وثائقي حول استخدام الكربون 14 المشع في التأريخ.
- محاكاة أو فيديو حول طاقة الربط النووية.
- محاكاة حول منحنى أستون (Aston).
- مقاطع فيديو أو محاكاة حول الانشطار والاندماج النووين.
- مقطع فيديو أو محاكاة حول التفاعل النووي المتسلسل.

مراحل سير الوحدة:

1- بنية النواة.
2- النشاط الاشعاعي.
3- التناقص الاشعاعي والنشاط الإشعاعي.
4- التفاعلات النووية.
5- الانشطار والاندماج النووي.
6- منافع ومخاطر النشاط النووي.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

الوسائل المستعملة:

- جهاز الكمبيوتر المحمول.
- جهاز العرض.
- مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

المراجع:

- المنهاج.
- الوثيقة المرافقة.
- الكتاب المدرسي.
- وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

ملاحظات:

www.ac.touahria.com

البطاقة التربوية رقم 01: النشاط الاشعاعي.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي تقني رياضي + رياضيات.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.	**نوع النشاط:** عمل مخبري.
الوحدة 02: التحولات النووية.	**المدة الاجمالية:** 6 سا + 4 أ م.
الموضوع: النشاط الاشعاعي.	**المدة:** 2سا +1سا.

مؤشرات الكفاءة:

- يميز بين النشاطات (α، β، وγ).
- يوظف المنحنى (N,Z) لمعرفة نوع الاشعاع الصادر.

النشاطات المقترحة:

- مقاطع فيديو حول أنواع النشاط الاشعاعي وعداد جيجر.
- محاكاة حول مخطط سيغري.

الوسائل المستعملة:	المراجع:
جهاز الكمبيوتر المحمول. جهاز العرض.	المنهاج. الوثيقة المرافقة. الكتاب المدرسي. وثائق من شبكة الأنترنت.

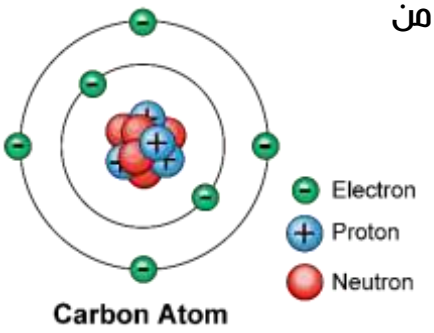
مراحل سير الدرس:	التقويم:
1- بنية النواة. 1.1- النموذج النووي. 2.1- النظائر. 3.1- القوّة النووية القوية. 2- النشاط الاشعاعي. 1.2- النشاط الاشعاعي ومميزاته. 2.2- أنواع النشاط الاشعاعي. 2.2- الاستقرار النووي ومخطط سيغري.	- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.
	ملاحظات:

www.actouahria.com

1- بنية النواة:

1.1- النوذج النووي:

تتكون ذرة أي عنصر كيميائي من نواة تمثل معظم ثقلها تحيط بها سحابة من الإلكترونات.



- **رمز النواة:** نرمز للنواة بالرمز ${}^{A}_{Z}X$ حيث X رمز ذرة العنصر وA يمسمى العدد الكتلي ويمثل مجموع عدد البروتونات P والنيترونات n $(A = Z + N)$ وZ يسمى العدد الشحني ويمثل عدد البروتونات P.

- **خصائص الذرة:**

الجسيمات	البروتون ${}^{1}_{1}p$	النترون ${}^{1}_{0}n$	الإلكترون ${}^{0}_{-1}e$
الشحنة (C)	$+1,6.10^{-19}$	0	$-1,6.10^{-19}$
الكتلة (Kg)	$1,67263.10^{-27}$	$1,67492.10^{-27}$	$9,1.10^{-31}$
الكتلة (u)	$1,00728$	$1,00866$	$5,4858.10^{-4}$

- **وحدة الكتل الذرية (u):** تعرف وحدة الكتل الذرية على أنّها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون 12 والتي نعتبرها m_C ويكون:

$$1u = \frac{1}{12}.m_C = \frac{1}{12}.\frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12}.\frac{12}{6,023.10^{23}} = \mathbf{1,67.10^{-27}Kg}$$

2.1- النظائر:

أفراد (ذرات) تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العد الذري z (عدد الإلكترونات والبروتونات) وتختلف في العدد الكتلي A (عدد النيترونات). حيث أن هذه النظائر لها نفس الخصائص الكيميائية وتختلف قليلا في الخصائص الفيزيائية. **مثال:** نظائر عنصر الكربون ${}^{12}_{6}C$ هي ${}^{14}_{6}C$ و${}^{13}_{6}C$.

3.1- القوّة النووية القوية:

حتى تحافظ النواة على تماسكها تربط هذه القوّة النيترونات بالبروتونات مع بعضها البعض.

2- النشاط الإشعاعي:

1.2- النشاط الاشعاعي ومميزاته:

- ظاهرة سببها تحوّل نووي تلقائي لأنوية غير مستقرة لإعطاء أنوية أكثر استقرارا وانبعاث اشعاع $(\alpha، \beta$ و$\gamma)$.

- يتم الكشف عن الاشعاعات بواسطة جهاز يسمى عداد جيجر.

- **مميزات النشاط الاشعاعي:**

☜ **تلقائي:** يحدث دون تدخل عامل خارجي. ☜ **عشوائي:** لا يمكن التنبؤ بوقت حدوثه.

☜ **حتمي:** النواة المشعة تتفكك عاجلا أم آجلا. ☜ **مستقل:** مستقل عن الضغط ودرجة الحرارة، وأيضا عن التركيب الذي تنتمي إليه النواة.

2.2- أنواع النشاط الاشعاعي:

الاشعاع	طبيعته	مصدره	الأنوية التي تصدر هذا الاشعاع
α	^4_2He (نواة الهيليوم)	اجتماع بروتونين ونيترونين: $2^1_0n + 2^1_1p \rightarrow {}^4_2He(\alpha)$	الأنوية الثقيلة جدًا: $A > 200$
β^+	$^0_{+1}e$ (بوزيتون)	تحول بروتون الى نيترون: $^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e(\beta^+)$	الأنوية التي لها فائض في البروتونات مقارنة مع نواة أخرى موجودة في واد الإستقرار ولهما نفس العدد الكتلي A.
β^-	$^0_{-1}e$ (إلكترون)	تحول نيترون الى بروتون: $^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e(\beta^-)$	الأنوية التي لها فائض في النترونات مقارنة مع نواة أخرى موجودة في واد الإستقرار ولهما نفس العدد الكتلي A.
γ	$^0_0\gamma$ (إشعاع كهرومغناطيسي)	يتبع الاشعاع (β, α) $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + (\beta^+) + \gamma$ $^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + (\beta^-) + \gamma$	النواة التي تصدر الاشعاعات (β, α) تكون مثارة طاقويا فتشع γ فتصبح غير مثارة.

اذا كانت معادلة التحول النووي: $^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 = {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

- قانون الانحفاظ لصودي:

انحفاظ عدد النويات A: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

انحفاظ العدد الشحني Z: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

أمثلة:

$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^4_2He(\alpha)$ ، $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^4_2He(\alpha)$

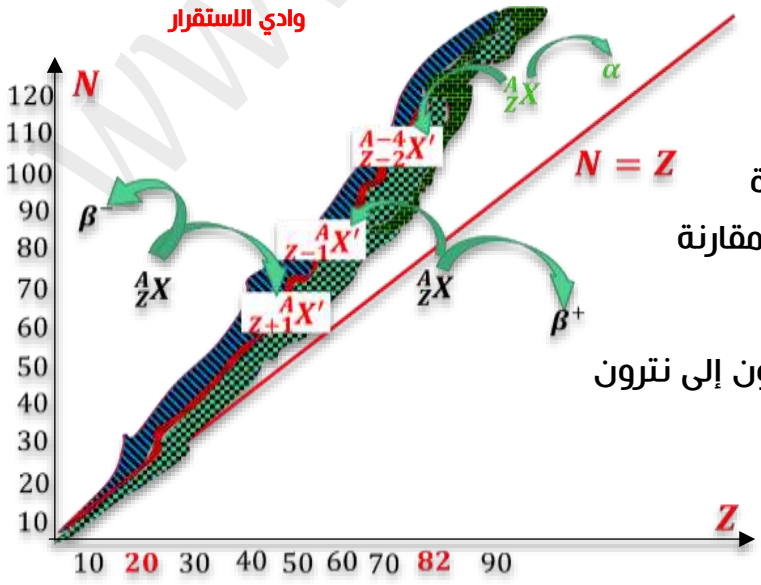
$^{19}_{10}Ne \rightarrow {}^{19}_9F + {}^0_{+1}e(\beta^+)$ ، $^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^0_{+1}e(\beta^+)$

$^{132}_{53}I \rightarrow {}^{132}_{54}Xe + {}^0_{-1}e(\beta^-)$ ، $^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e(\beta^-)$

3.2- الاستقرار النووي ومخطط سيغري:

تعريف: يمكننا من خلاله معرفة الأنوية المستقرة والأنوية غير المستقرة ونوع الإشعاع الصادر $(\alpha\ ,\ \beta)$.

الأنوية التي تصدر اشعاع β^+: لها فائض في البروتونات مقارنة مع نواة أخرى موجودة في واد الإستقرار ولهما نفس العدد الكتلي A.



مثال: نواة $^{19}_{10}Ne$ مشعة (غير مستقرة) ونواة $^{19}_9F$ نواة مستقرة.

نلاحظ أن لهما نفس العدد الكتلي $A = 19$ لكن النواة $^{19}_{10}Ne$ لها عدد بروتونات أكبر (فائض في البروتونات) مقارنة بالنواة $^{19}_9F$ المستقرة.

⇐حتى يحدث الاستقرار داخل النواة $^{19}_{10}Ne$ يتحول بروتون إلى نترون مع اصدار اشعاع β^+ وفق المعادلة التالية:

$$^{19}_{10}Ne \rightarrow {}^{19}_9F + {}^0_{+1}e(\beta^+)$$

الأنوية التي تصدر اشعاع β^-: لها فائض في النترونات مقارنة مع نواة أخرى موجودة في واد الإستقرار ولهما نفس العدد الكتلي A.

مثال: نواة $^{132}_{53}I$ مشعة (غير مستقرة) ونواة $^{132}_{54}Xe$ نواة مستقرة.

نلاحظ أن لهما نفس العدد الكتلي $A = 132$ لكن النواة $^{132}_{53}I$ لها عدد النيترونات أكبر (فائض في النيترونات) مقارنة بالنواة $^{132}_{54}Xe$ المستقرة.

⇐حتى يحدث الاستقرار داخل النواة $^{132}_{53}I$ يتحول نيترون إلى بروتون مع اصدار اشعاع β^- وفق المعادلة التالية:

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

تطبيق:

للكلور تسعة نظائر، ثلاثة منها فقط طبيعية: $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ مستقرة و$^{36}_{17}Cl$ مشع، نصف عمر الكلور 36 هو: $t_{1/2} = 3{,}01.10^5 ans$. هذه القيمة تجعله مناسبا لتأريخ جيولوجيا المياه الباطنية.

يوجد الكلور 36 في المياه السطحية ويتجدد باستمرار مادامت هذه المياه جارية أو معرضة للجو، لكن بمجرد ركود هذه المياه في جوف الأرض ينقطع تجدد الكلور 36 فيشرع في التناقص.

1 - أ - أعطِ خصائص النشاط الاشعاعي.

ب - ما معنى نظائر.

2 - أ - أكتب معادلة تفكك $^{36}_{17}Cl$ إلى $^{36}_{18}Ar$.

ب - ما طبيعة النشاط الاشعاعي.

جـ - في مخطط سيغري (N, Z) أين تقع الأنوية التي لها نشاطا مماثلا؟

3 - بفرض أنّ عدد أنوية الكلور 36 الموجود في عينة حجمها V من المياه السطحية هو N_0 وأنّ عينة لها نفس الحجم من المياه الجوفية القديمة لا تحوي الا على 38٪ من العدد الابتدائي N_0.

- ما هو عمر هذه المياه الجوفية؟

4 – توجد طريقة أخرى تعتمد على الكربون 14 الذي يوجد في شوارد الكربونات $CO^{-2}_{3(aq)}$ المنحلة في الماء. والتي تستعمل في حدود عمر يصل الى 50000 سنة هل يمكن استعمالها في هذه الحالة؟ علّل.

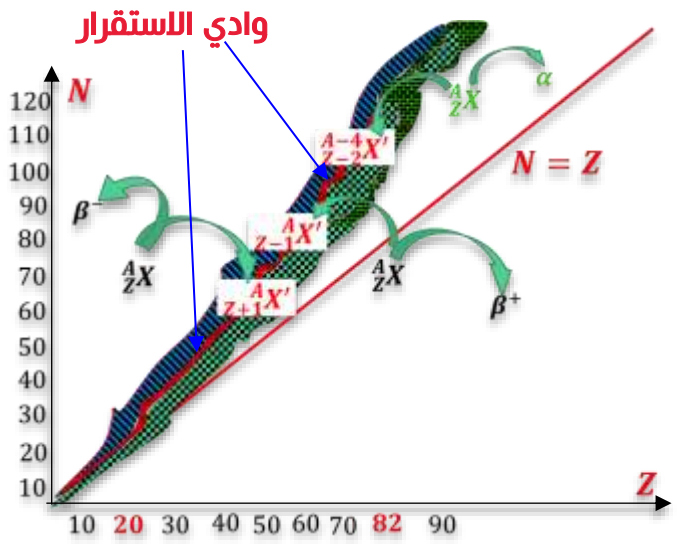
ملاحظة:

1- السؤالين 3و4 يتم التعرض لهما بعد دراسة التناقص الاشعاعي والتأريخ بالكربون.

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

مخطط سيغري (Segrè)

تعريف: يمكن من خلاله معرفة الأنوية المستقرة والأنوية غير المستقرة ونوع الاشعاع الصادر (β, α).



الأنوية المستقرة

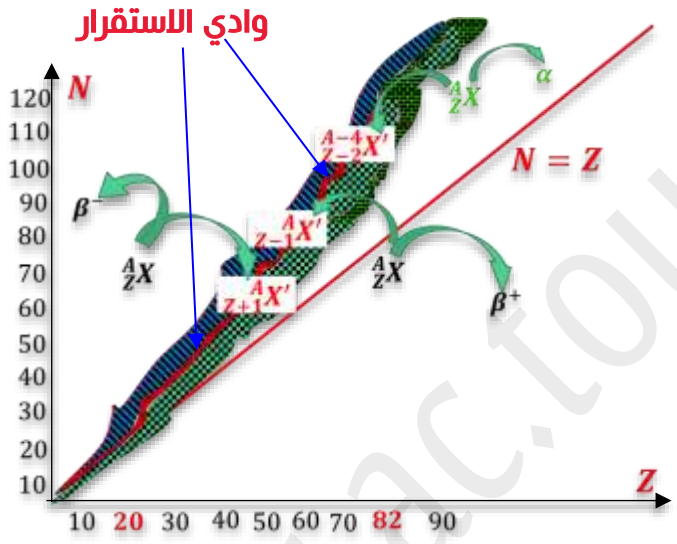
- $20 < Z < 82$ ← $\frac{N}{Z} \approx 1,5$
- $Z < 20$ ← $Z \approx N$

الأنوية غير المستقرة

- $Z < 82$
- $Z > 82$ ← أنوية ثقيلة تصدر اشعاع من نوع

مخطط سيغري (Segrè)

تعريف: يمكن من خلاله معرفة الأنوية المستقرة والأنوية غير المستقرة ونوع الاشعاع الصادر (β, α).



الأنوية المستقرة

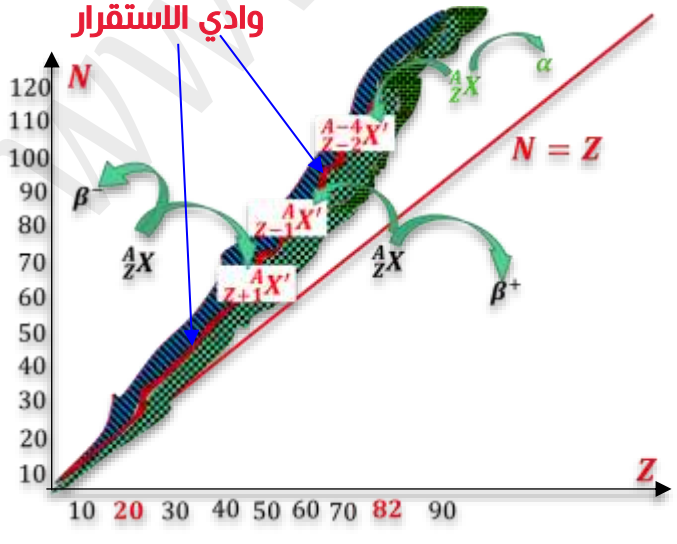
- $20 < Z < 82$ ← $\frac{N}{Z} \approx 1,5$
- $Z < 20$ ← $Z \approx N$

الأنوية غير المستقرة

- $Z < 82$
- $Z > 82$ ← أنوية ثقيلة تصدر اشعاع من نوع

مخطط سيغري (Segrè)

تعريف: يمكن من خلاله معرفة الأنوية المستقرة والأنوية غير المستقرة ونوع الاشعاع الصادر (β, α).



الأنوية المستقرة

- $20 < Z < 82$ ← $\frac{N}{Z} \approx 1,5$
- $Z < 20$ ← $Z \approx N$

الأنوية غير المستقرة

- $Z < 82$
- $Z > 82$ ← أنوية ثقيلة تصدر اشعاع من نوع

www.ac.touahria.com

البطاقة التربوية رقم 02: التناقص الإشعاعي والنشاط الإشعاعي.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي تقني رياضي + رياضيات.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.	**نوع النشاط:** عمل مخبري.
الوحدة 02: التحولات النووية.	**المدة الاجمالية:** 6 سا + 4 أ م.
الموضوع: التناقص الإشعاعي والنشاط الإشعاعي.	**المدة:** 2سا + 1سا.

مؤشرات الكفاءة:

- يوظف قانون التناقص الإشعاعي.
- يوظف التحليل البعدي.
- يوظف قياس النشاط في التأريخ.

النشاطات المقترحة:

- محاكاة حول التناقص الإشعاعي.
- نص علمي او شريط وثائقي حول استخدام الكربون 14 المشع في التأريخ.

الوسائل المستعملة:	المراجع:
جهاز الكمبيوتر المحمول. جهاز العرض.	المنهاج. الوثيقة المرافقة. الكتاب المدرسي. وثائق من شبكة الأنترنت.

مراحل سير الدرس:

3- التناقص الاشعاعي والنشاط الإشعاعي.

1.3- التناقص الاشعاعي.

2.3- النشاط الاشعاعي.

3.3- الدراسة البيانية للنشاط الإشعاعي.

4.3- التأريخ بالكربون المشع.

التقويم:

- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.

ملاحظات:

www.ac.touahria.com

3- التناقص الاشعاعي والنشاط الاشعاعي:

1.3- التناقص الاشعاعي $N(t)$:

النشاط الاشعاعي ظاهرة عشوائية، لا يمكن دراسة تطورها إنفراديا، بل نستعمل مجموعة كبيرة من الأنوية المشعة لنتكلم عن المتوسط.

- يتناقص عدد الأنوية لعينة مشعة بطريقة أسية حسب قانون يدعى قانون التناقص الإشعاعي الذي يعبر عنه بالعلاقة التالية:

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

حيث:

$N(t)$: عدد الأنوية المشعة المتبقية في لحظة t.

N_0: عدد الأنوية المشعة الابتدائية (في اللحظة $t = 0$).

λ: ثابت التفكك وحدته مقلوب الثانية (s^{-1}).

t: الزمن وحدته الثانية (s).

- **ثابت التفكك λ:** هو ثابت التفكك الإشعاعي يتعلق بالنواة ولا يتعلق بالزمن، ويمثل احتمال التفكك في الثانية الواحدة تعطى عبارته بالعلاقة التالية:

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

حيث: $t_{1/2}$ يمثل زمن نصف العمر وحدته الثانية (s).

- **زمن نصف العمر $t_{1/2}$:** هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الإبتدائية: $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

تختلف أعمار الأنوية المشعة الموجودة في العينة فهي لا تتفكك في وقت واحد بل تتفكك بعشوائية لهذا وجب أن نتكلم عن متوسط عمر نواة مشعة واحدة من العينة.

- **ثابت الزمن τ:** يمثل متوسط عمر نواة مشعة واحدة وتعطى عبارت بالعلاقة التالية: $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{ln\,2}$

ويمثل الزمن اللازم لتفكك 63% من الأنوية المشعة الإبتدائية.

2.3- النشاط الإشعاعي:

النشاط الاشعاعي الذي يرمز له بالرمز A ووحدته في جملة الوحدات الدولية البكريل (Bq) لعينة هو عدد التفككات التي تحدث في الثانية الواحدة، يعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

حسب قانون التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ فإنّ:

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

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

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

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

لما: $t = 0$ فإنّ: $A(0) = N(0).\lambda$ ومنه بالتعويض في العبارة (*) نجد:

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

$A(t)$: النشاط الإشعاعي في لحظة t.

A_0: النشاط الإشعاعي الإبتدائي (في اللحظة $t = 0$).

3.3- الدراسة البيانية للنشاط الإشعاعي:

نشاط:

من احدى الموسوعات العلمية الخاصة بالبحث العلمي في الفيزياء النووية تم استخراج المنحنى $N = f(t)$ لعينة مشعة من الكربون 14.

1- استخرج من البيان:

أ- عدد الأنوية المشعة الإبتدائية N_0.

ب- زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

ج- ثابت الزمن τ. ماهو عدد الأنوية المشعة لما $t = \tau$.

2- بالإعتماد على نتائج السؤال السابق أحسب:

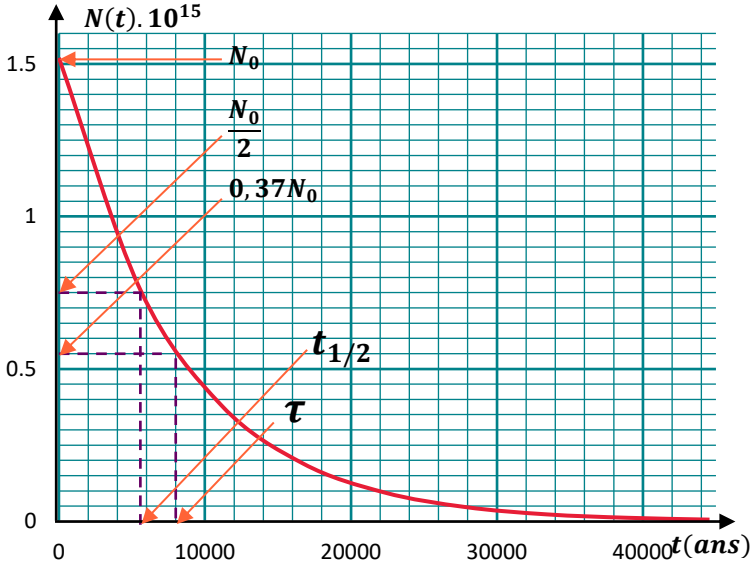
أ- ثابت التفكك λ.

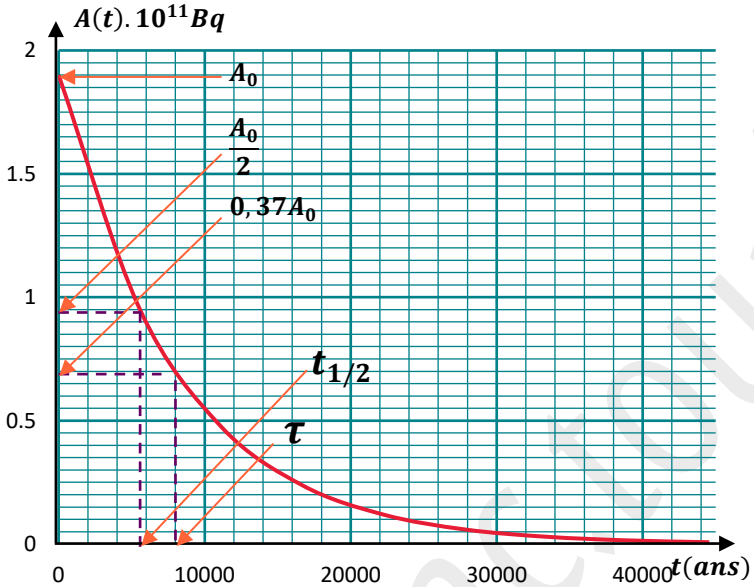
ب- النشاط الإشعاعي الإبتدائي للعينة A_0.

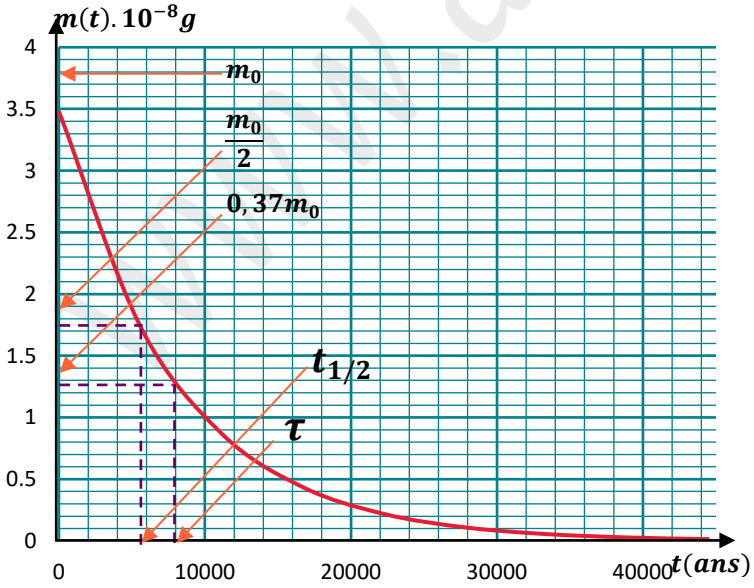
ج- الكتلة الإبتدائية للعينة المشعة m_0.

3- أرسم $A = g(t)$ و $m = h(t)$.

4- ما هي المدة الزمنية التي يكون فيها نشاط العينة مساويا ربع ما كان عليه في اللحظة الابتدائية؟







حل النشاط:

1- من البيان:

أ- عدد الأنوية المشعة الإبتدائية N_0:

نواة مشعة $N_0 = 1,5.10^{15}$.

ب- زمن نصف العمر $t_{1/2}$: $t_{1/2} \approx 5600ans$.

ج- ثابت الزمن τ: $\tau \approx 8000ans$.

- عدد الأنوية المشعة لما $t = \tau$:

لدينا من قانون التناقص الاشعاعي:

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

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

ولدينا: $\tau = \frac{1}{\lambda}$ ومنه:

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

$$N(\tau) = 0,37N_0$$

$$N(\tau) = (0.37)(1,5.10^{15})$$

$N(\tau) = 5,55.10^{14}$ نواة مشعة

www.ac.touahria.com

-2

أ- ثابت التفكك λ: $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{8000} \Rightarrow \boldsymbol{\lambda = 1,25.10^{-4}s^{-1}}$

ب- النشاط الإشعاعي الإبتدائي A_0:

لدينا: $A(t) = \lambda N(t)$ **ومنه:**

$$A(0) = \lambda N(0)$$
$$A(0) = (1{,}25.10^{-4})(1{,}5.10^{15})$$
$$\boldsymbol{A(0) = 1,875.10^{11}Bq}$$

ج- الكتلة الإبتدائية للعينة المشعة m_0:

لدينا: $n_0 = \frac{m_0}{M}$ و $n_0 = \frac{N_0}{N_A}$ ومنه: $\frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A} \Rightarrow m_0 = M\frac{N_0}{N_A} = (14)\frac{1{,}5.10^{15}}{6{,}023.10^{23}}$

$$\boldsymbol{m_0 = 3,486.10^{-8}g}$$

3- رسم كيفي $A = g(t)$ و $m = h(t)$:

4- المدة الزمنية t' التي يكون فيها نشاط العينة مساويا ربع ما كان عليه في اللحظة الإبتدائية:

لما: $t = t'$ فإن: $A(t') = \frac{A_0}{4}$ ولدينا: $A(t') = A_0e^{-\lambda t'}$ ومنه:

$$\frac{A_0}{4} = A_0e^{-\lambda t'} \Rightarrow \frac{1}{4} = e^{-\lambda t'} \Rightarrow ln\left(\frac{1}{4}\right) = ln\left(e^{-\lambda t'}\right)$$
$$-ln\,4 = -\lambda t' \Rightarrow t' = \frac{\ln 4}{\lambda}$$
$$t' = \frac{\ln 2^2}{\lambda} = 2\frac{\ln 2}{\lambda} = 2t_{1/2} = 2(5600)$$
$$\boldsymbol{t' = 11200ans}$$

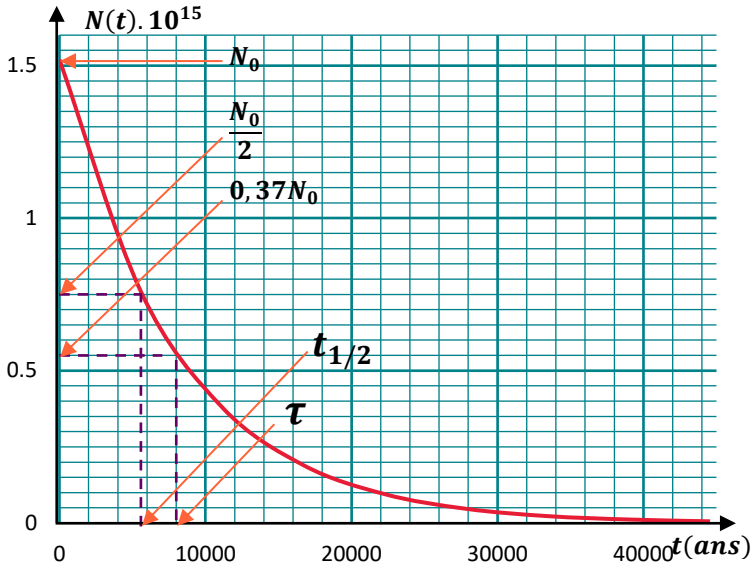
4.3- التأريخ بالكربون المشع:

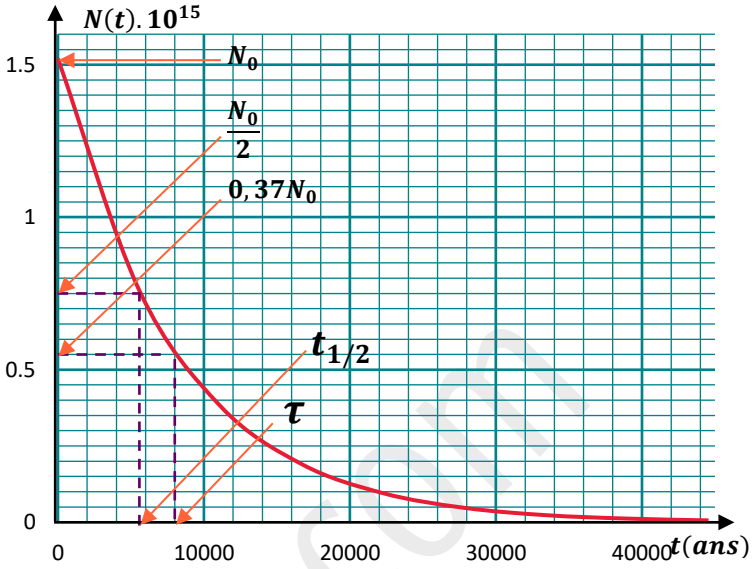
- يمكن بواسطة الإشعاع تقدير عمر المواد العضوية (بقايا الكائنات الحية: إنسان، حيوان، نبات)، الصخور والمياهة الجوفية...

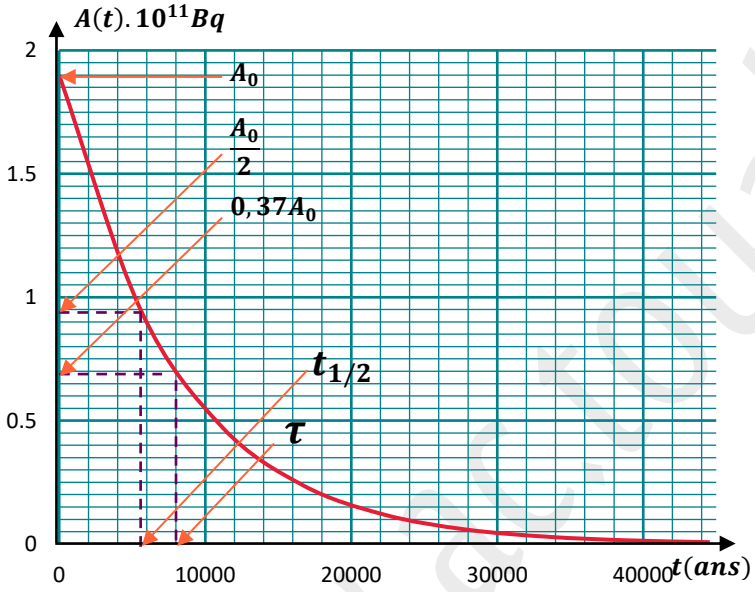
- بالنسبة للمواد العضوية التي يقارب عمرها 40 ألف سنة، يعتمد التأريخ على الكربون 14 المشع، ذو زمن نصف عمر قدره $t_{1/2} = 5600ans$ والذي يتوقف نشاطه الإشعاعي بعد زمن قدره $t_f \approx 7t_{1/2} \approx 40000ans$.

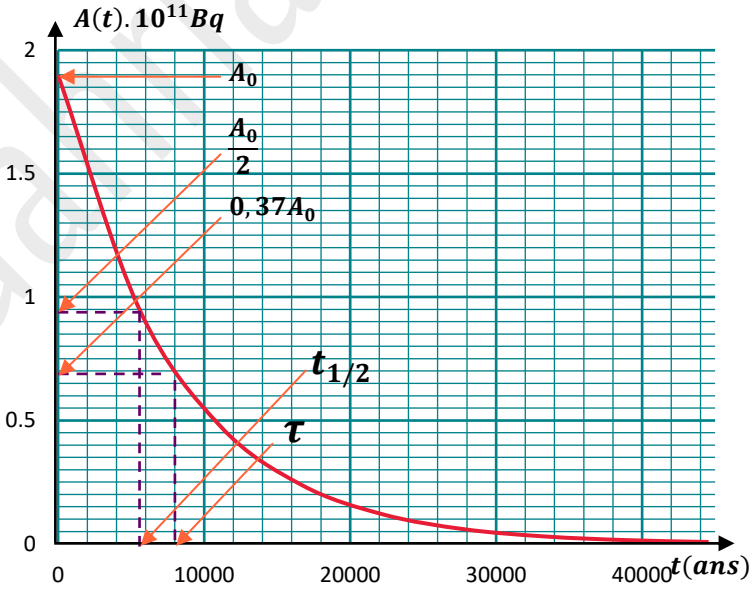
- بالنسبة للمواد التي عمرها أكبر بكثير من 40 ألف سنة مثل الصخور التي يقدر عمرها عادة بملايير السنين، لا يمكن استخدام الكربون 14 لأن زمن نصف عمره أقل بكثير من زمن نصف عمر الصخور، وبالتالي في هذه الحالة نستعمل عناصر مشعة ذات زمن نصف عمر طويل مثل اليورانيوم 238 ($t_{1/2} = 4{,}468.10^9ans$).

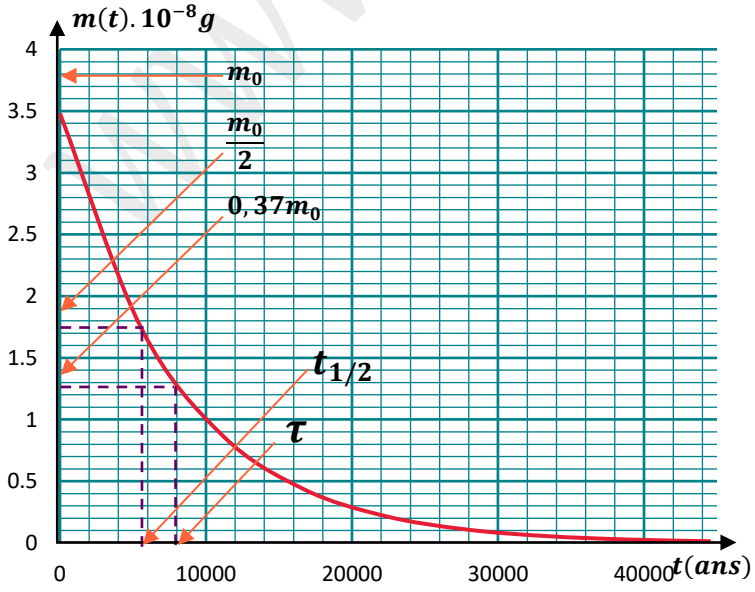
أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.TOUAHRIA.COM

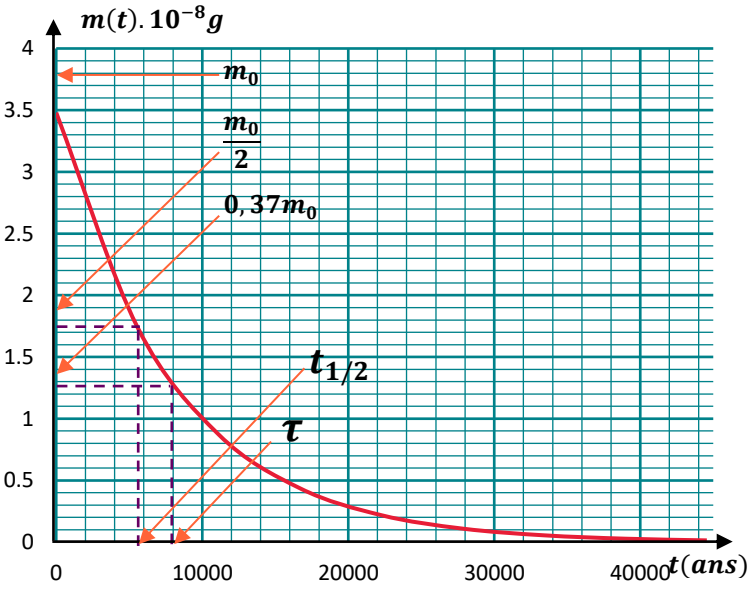












www.ac.touahria.com

البطاقة التربوية رقم 03: التفاعلات النووية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي تقني رياضي + رياضيات. **المجال:** التحولات الرتيبة. **الوحدة 02:** التحولات النووية. **الموضوع:** التفاعلات النووية.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **نوع النشاط:** عمل مخبري. **المدة الاجمالية:** 6 سا + 4 أ م. **المدة:** 2سا + 1سا.

مؤشرات الكفاءة:

- يوظف النقص في الكتلة والعلاقة بين الكتلة والطاقة لتعريف طاقة الربط.
- يوظف منحنى أستون لتحديد أنواع التفاعلات النووية.

النشاطات المقترحة:

- محاكاة أو فيديو حول طاقة الربط النووية.
- محاكاة حول منحنى أستون (Aston).

الوسائل المستعملة: - جهاز الكمبيوتر المحمول. - جهاز العرض.	**المراجع:** - المنهاج. - الوثيقة المرافقة. - الكتاب المدرسي. - وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **4- التفاعلات النووية.** **1.4- مبدأ انحفاظ الطاقة.** **2.4- طاقة الربط النووية.** **3.4- منحنى أستون *Aston*.**	**التقويم:** - أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة. **ملاحظات:**

www.ac.touahria.com

4- التفاعلات النووية:

1.4- علاقة التكافؤ بين الكتلة والطاقة:

في سنة 1905 تمكن أنشطاين من التوصل إلى أنه هناك تكافؤ بين الطاقة والكتلة. حيث كل جسم ساكن كتلته m يملك طاقة كتلية نعبر عنها بالعلاقة التالية: $E = m.C^2$.

نستنتج أن كل تغير في الكتلة Δm لجملة ساكنة يوافقه تغير في طاقة كتلتها ΔE أي: $\Delta E = \Delta m.C^2$.

- وحدة الطاقة والكتلة:

وحدة الطاقة هي الجول (J)، الإلكترون فولط (ev)، الميغا إلكترون فولط (Mev)، بحيث:

$$1Mev = 10^6 ev = 1,6.10^{-13} J$$

وحدة الكتلة الذرية هي: μ بحيث: $1\mu = 1,66055.10^{-27} Kg$

من العلاقة $E = m.C^2$ نجد أنّ: $1\mu = 931,5/C^2$.

2.4- طاقة الربط النووية:

- النقص الكتلي Δm:

إن كتلة النواة ${}^A_Z X$ أصغر من مجموعة كتل نوياتها (مجموع كتل البروتونات والنترونات)، الفرق بين الكتلتين يسمى النقص الكتلي Δm ويعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m({}^A_Z X)$$

حيث: m_p كتلة البروتون، m_n كتلة النترون و$m({}^A_Z X)$ كتلة النواة.

- طاقة الربط النووية (طاقة التماسك) E_l:

هي الطاقة اللازمة لتماسك النويات، وهي نفسها الطاقة اللازمة لتفكيك نواة ساكنة إلى مكوناتها (النكليونات) ساكنة ومنعزلة، يعبر عنها بالعلاقة:

$$E_l = \Delta m.C^2 = [(Zm_p + Nm_n) - m({}^A_Z X)].C^2$$

- طاقة الربط لكل نكليون واستقرار الأنوية:

لا يرتبط استقرار النواة بطاقة تماسكها، وإنما يرتبط بطاقة الربط (التماسك) لكل نكليون الذي يعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$\frac{E_l}{A} = \Delta m.C^2/A = [(Zm_p + Nm_n) - m({}^A_Z X)].C^2/A$$

- تعرف طاقة التماسك لكل نكليون على أنّها الطاقة اللازمة لنزع نلكيون واحد من النواة.

- تكون النواة أكثر استقرار كلما كانت طاقة التماسك لكل نكليون $\frac{E_l}{A}$ أكبر.

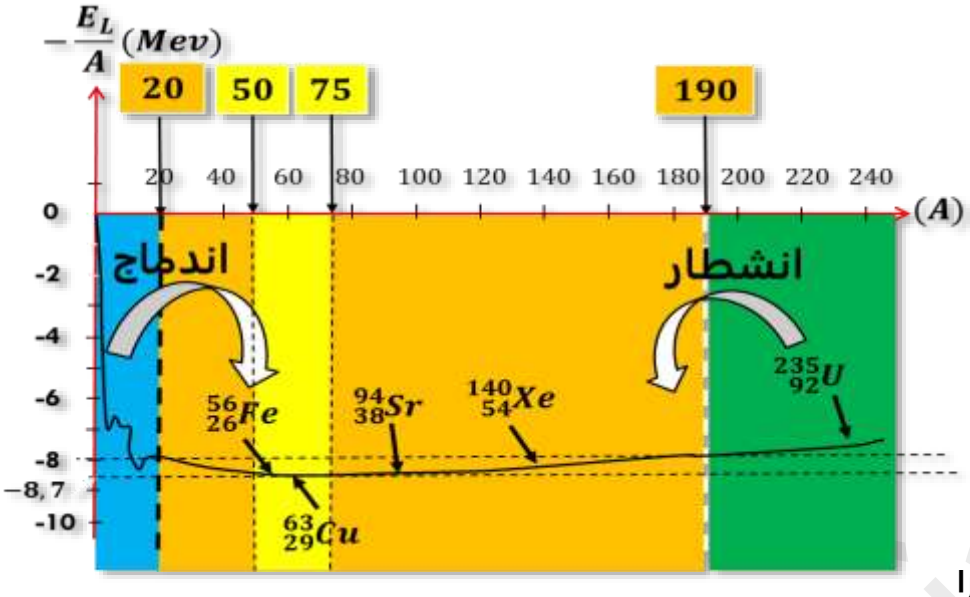
مثال:

الحديد ${}^{56}Fe$ أكثر استقرار من اليورانيوم ${}^{235}U$ رغم أن طاقة الربط لنواة اليورانيوم اكبر طاقة ربط لنواة الحديد لكن:

$$\frac{E_l}{A}({}^{56}Fe) > \frac{E_l}{A}({}^{235}U)$$

3.4- منحنى أستون $Aston$:

تعريف: يمثل سالب طاقة الربط لكل نويّة، أي المقدار $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ بدلالة A عدد النويّات (العدد الكتلي). نقسم المنحنى إلى ثلاث مناطق:



المنطقة الأولى $(20 < A < 190)$:

☜ تحتوي على أغلب الأنوية المستقرة وتكون فيها $\frac{E_L}{A} > 8$.

☜ تحتوي هذه المنطقة على منطقة **أكثر استقرارا** محصورة في المجال: $50 < A < 75$ تكون فيها $\frac{E_L}{A} \approx 8{,}7Mev/nucleon$.

المنطقة الثانية $(A < 20)$:

☜تحتوي على أنوية خفيفة أقل استقرارا $\frac{E_L}{A} < 8{,}7Mev/nucleon$.

☜تحاول هذه الأنوية أن تكون أكثر استقرارا فتسعى **للاندماج** لتكوين نواة أثقل وأكثر استقرارا وبالتالي تنتقل إلى منطقة الاستقرار.

المنطقة الثالثة $(A > 190)$:

☜تحتوي على أنوية ثقيلة أقل استقرارا تكون فيها $\frac{E_L}{A} < 8{,}7Mev/nucleon$.

☜تحاول هذه الأنوية أن تكون أكثر استقرارا فتسعى **للانشطار** لتكوين أنوية أخف وأكثر استقرارا وبالتالي تنتقل الى منطقة الاستقرار.

ملاحظة: النحاس $^{63}_{29}Cu$ والحديد $^{56}_{26}Fe$ يعتبران الأكثر استقرارا وهذا ما يفسر توفرهما في الطبيعة

لماذا استعمل العالم ويليام فرانسيس أستون في رسم منحناه $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ ولم يستعمل $\left(\frac{E_L}{A}\right)$؟

☜العالم $Farancis\ William\ Aston$ انجليزي والعالم $Newton$ كذلك انجليزي، حيث أن نيوتن يقول بأن الاجسام تكون أكثر استقرارا كلّما اقتربت من مركز الأرض، أي عندما تكون طاقتها الكامنة الثقالية أصغر ما يمكن، أراد العالم أستون الحفاظ على نفس الفكرة، لكن باستقرار الأنوية، فجعل الأنوية الأكثر استقرارا في الأسفل، فلهذا استعمل $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ إذًا القضية منهجية وليست علمية (الطاقة المحررة في تفاعل نووي تحسب بكتلة المتفاعلات ناقص كتلة النواتج، لأنّ الكتلة تتحول الى طاقة ..).

منحنى أستون $(Aston)$

تعريف: يمثل سالب طاقة الربط لكل نويّة، أي المقدار $-\left(\frac{E_L}{A}\right)$ بدلالة A عدد النويّات (العدد الكتلي).

نقسم المنحنى إلى ثلاث مناطق:

1. **المنطقة الأولى $(20 < A < 190)$:**

- تحتوي على أغلب الأنوية المستقرة وتكون فيها $\frac{E_L}{A} > 8$.
- تحتوي هذه المنطقة على منطقة أكثر استقرارا محصورة في المجال: $50 < A < 75$ تكون فيها $\frac{E_L}{A} \approx 8,7Mev/nucleon$.

2. **المنطقة الثانية $(A < 20)$:**

- تحتوي على أنوية خفيفة أقل استقرارا $\frac{E_L}{A} < 8,7Mev/nucleon$.
- تحاول هذه الأنوية **قابلة للاندماج**، تندمج فتكوّن أكثر استقرارا بتكوين نواة أثقل وأكثر استقرارا وبالتالي تنتقل الى منطقة الاستقرار.

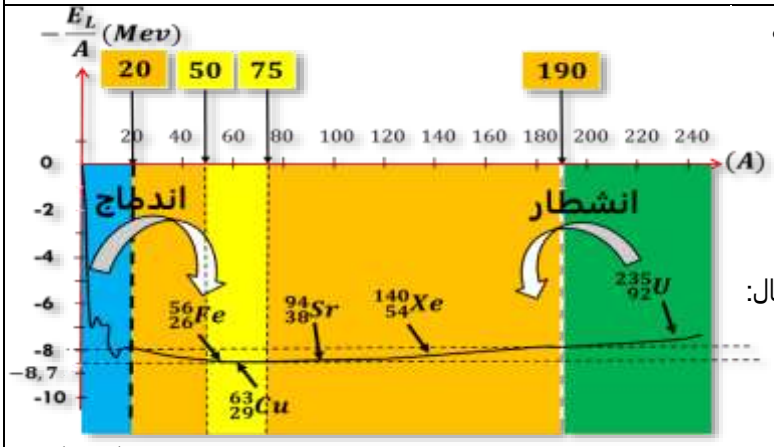
3. **المنطقة الثالثة $(A > 190)$:**

- تحتوي على أنوية ثقيلة أقل استقرارا تكون فيها:

$$\frac{E_L}{A} < 8,7Mev/nucleon$$

- هذه الأنوية **قابلة للانشطار**، تنشطر فتكوّن أكثر استقرارا بتكوين أنوية أخف أكثر استقرارا وبالتالي تنتقل الى منطقة الاستقرار.

ملاحظة: النحاس $^{63}_{29}Cu$ والحديد $^{56}_{26}Fe$ يعتبران الأكثر استقرارا وهذا ما يفسر توفرهما في الطبيعة.



لماذا استعمل العالم ويليام فرانسيس أستون في رسم منحناه $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ ولم يستعمل $\left(\frac{E_L}{A}\right)$؟

العالم $Farancis\ William\ Aston$ انجليزي والعالم $Newton$ كذلك انجليزي، حيث أن نيوتن يقول بأن الاجسام تكون أكثر استقرارا كلّما اقتربت من مركز الأرض، أي عندما تكون طاقتها الكامنة الثقالية أصغر ما يمكن، أراد العالم أستون الحفاظ على نفس الفكرة، لكن باستقرار الأنوية، فجعل الأنوية الأكثر استقرارا في الأسفل، فلهذا استعمل $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$.

إذا **القضية منهجية وليست علمية** (الطاقة المحررة في تفاعل نووي تحسب بكتلة المتفاعلات ناقص كتلة النواتج، لأنّ الكتلة تتحول الى طاقة).

منحنى أستون $(Aston)$

تعريف: يمثل سالب طاقة الربط لكل نويّة، أي المقدار $-\left(\frac{E_L}{A}\right)$ بدلالة A عدد النويّات (العدد الكتلي).

نقسم المنحنى إلى ثلاث مناطق:

4. **المنطقة الأولى $(20 < A < 190)$:**

- تحتوي على أغلب الأنوية المستقرة وتكون فيها $\frac{E_L}{A} > 8$.
- تحتوي هذه المنطقة على منطقة أكثر استقرارا محصورة في المجال: $50 < A < 75$ تكون فيها $\frac{E_L}{A} \approx 8,7Mev/nucleon$.

5. **المنطقة الثانية $(A < 20)$:**

- تحتوي على أنوية خفيفة أقل استقرارا $\frac{E_L}{A} < 8,7Mev/nucleon$.
- تحاول هذه الأنوية **قابلة للاندماج**، تندمج فتكوّن أكثر استقرارا بتكوين نواة أثقل وأكثر استقرارا وبالتالي تنتقل الى منطقة الاستقرار.

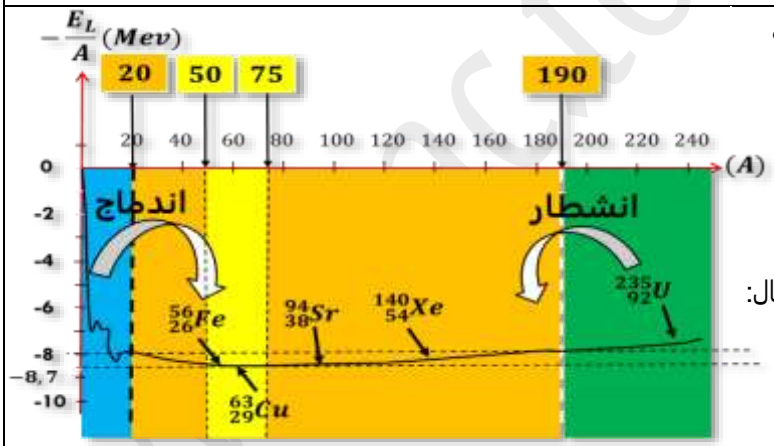
6. **المنطقة الثالثة $(A > 190)$:**

- تحتوي على أنوية ثقيلة أقل استقرارا تكون فيها:

$$\frac{E_L}{A} < 8,7Mev/nucleon$$

- هذه الأنوية **قابلة للانشطار**، تنشطر فتكوّن أكثر استقرارا بتكوين أنوية أخف أكثر استقرارا وبالتالي تنتقل الى منطقة الاستقرار.

ملاحظة: النحاس $^{63}_{29}Cu$ والحديد $^{56}_{26}Fe$ يعتبران الأكثر استقرارا وهذا ما يفسر توفرهما في الطبيعة.



لماذا استعمل العالم ويليام فرانسيس أستون في رسم منحناه $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ ولم يستعمل $\left(\frac{E_L}{A}\right)$؟

العالم $Farancis\ William\ Aston$ انجليزي والعالم $Newton$ كذلك انجليزي، حيث أن نيوتن يقول بأن الاجسام تكون أكثر استقرارا كلّما اقتربت من مركز الأرض، أي عندما تكون طاقتها الكامنة الثقالية أصغر ما يمكن، أراد العالم أستون الحفاظ على نفس الفكرة، لكن باستقرار الأنوية، فجعل الأنوية الأكثر استقرارا في الأسفل، فلهذا استعمل $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$.

إذا **القضية منهجية وليست علمية** (الطاقة المحررة في تفاعل نووي تحسب بكتلة المتفاعلات ناقص كتلة النواتج، لأنّ الكتلة تتحول الى طاقة).

البطاقة التربوية رقم 04: التفاعلات النووية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي تقني رياضي + رياضيات. **المجال:** التحولات الرتيبة. **الوحدة 02:** التحولات النووية. **الموضوع:** التفاعلات النووية.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **نوع النشاط:** نظري. **المدة الاجمالية:** 6 سا + 4 أ م. **المدة:** 2سا.

مؤشرات الكفاءة:

- يوظف تفاعل الاندماج او الانشطار لكتابة الحصيلة الطاقوية.

النشاطات المقترحة:

- مقاطع فيديو أو محاكاة حول الانشطار والاندماج النووين.
- مقطع فيديو أو محاكاة حول التفاعل النووي المتسلسل.

الوسائل المستعملة: - جهاز الكمبيوتر المحمول. - جهاز العرض.	**المراجع:** - الكتاب المدرسي. - الوثيقة المرافقة. - المنهاج. - وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **5- الانشطار والاندماج.** **1.5- الانشطار النووي.** **2.5- الاندماج النووي.**	**التقويم:** - أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة. **ملاحظات:**

www.touahria.com

5- الانشطار والاندماج:

التحول النووي: تحول يتم على مستوى الأنوية، بحيث ينحفظ مجموع الأعداد الكتلية A والعدد الشحني Z خلال هذا التحول. **معادلة التحول النووي:** $^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 = ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$

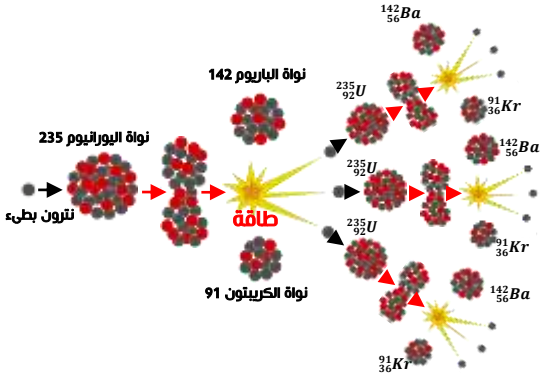
- قانون الانحفاظ لصودي:

انحفاظ عدد النويات A: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

انحفاظ العدد الشحني Z: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

1.5- الانشطار النووي:

تحول نووي مفتعل تنشطر فيه نواة ثقيلة تحت تأثير صدمة نترون بطيء لتشكيل نواتين أخف مع انبعاث نيترونات و تتحرر طاقة كبيرة.



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

2.5- الاندماج النووي:

تحول نووي مفتعل يتم خلاله اندماج نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل منهما، وتتحرر طاقة كبيرة.

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

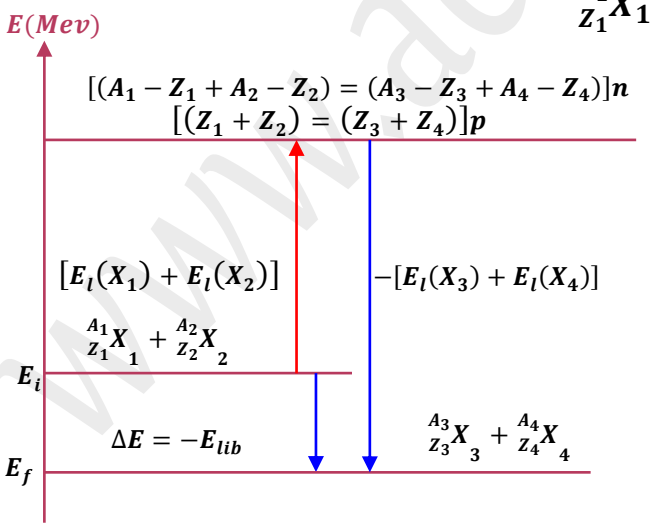
- التفاعل النووي المتسلسل: النيترونات الناتجة من تفاعل الانشطار تحدث تفاعلات انشطار أخرى فيكون التفاعل تسلسلي وتتضاعف الآلية وتكون التغذية ذاتية مثل تفاعل انشطار اليورانيوم $^{235}_{92}U$ وفق المعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{91}_{36}Kr + ^{142}_{56}Ba + 3^{1}_{0}n + \gamma$$

3.5- الحصيلة الطاقوية لتفاعل نووي:

- ليكن التفاعل النووي التالي: $^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$

نحسب الطاقة المحررة من هذا التفاعل بالاعتماد على:



العلاقة الأولى:

$$E_{lib} = [m_i - m_f].C^2$$

$$E_{lib} = [[m(X_1) + m(X_2)] - [m(X_3) + m(X_4)]].C^2$$

العلاقة الثانية: (لا تصلح إذا كان تحول يصدر جسيم β)

$$E_{lib} = [E_{L.f} - E_{L.i}]$$

$$E_{lib} = [E_l(X_3) + E_l(X_4)] - [E_l(X_1) + E_l(X_2)]$$

$[E_l(X_1) + E_l(X_2)]$ الطاقة التي تكتسبها الجملة عند تفكك النواتين X_1 و X_2 الى نوياتهما متفرقة وساكنة.

$[E_l(X_3) + E_l(X_4)]$ الطاقة التي تحررها الجملة عند تشكل النواتين X_3 و X_4 انطلاقا من نوياتهما متفرقة وساكنة. E_{lib} الطاقة المحررة.

البطاقة التربوية رقم 04: التفاعلات النووية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي تقني رياضي + رياضيات. **المجال:** التحولات الرتيبة. **الوحدة 02:** التحولات النووية. **الموضوع:** منافع ومخاطر النشاط النووي.	**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز. **نوع النشاط:** عمل مخبري. **المدة الاجمالية:** 6 سا + 4 أ م. **المدة:** 2سا.

مؤشرات الكفاءة:

- يعرف كيفية استغلال النشاط النووي في مجالات الحياة المختلفة.
- يعرف كيفية الوقاية من النشاط النووي.

النشاطات المقترحة:

مقاطع فيديو أو محاكاة حول منافع ومخاطر النشاط النووي.

نص حول منافع ومخاطر النشاط النووي.

الوسائل المستعملة: - جهاز الكمبيوتر المحمول. - جهاز العرض.	**المراجع:** - الكتاب المدرسي. - الوثيقة المرافقة. - المنهاج. - وثائق من شبكة الأنترنت.
مراحل سير الدرس: **6- منافع ومخاطر النشاط النووي.** **1.6- منافع النشاط النووي.** **2.6- مخاطر النشاط النووي.**	**التقويم:** - أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة. **ملاحظات:**

www.ac.touahria.com

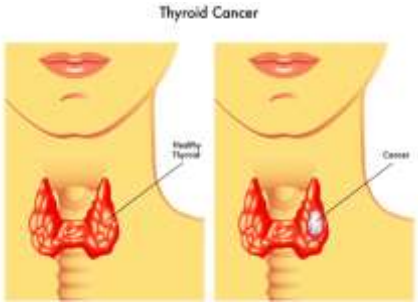
6- منافع ومخاطر النشاط النووي:

1.6- منافع النشاط النووي:

بات واضحاً اليوم أن استخدام الطاقة النووية دخلت معظم المجالات، ومنها:

أ- في المجال الطبي:

ما زال كثير من الناس يعتقدون أن الهدف الأساسي من استخدام النظائر المشعة في المجالات الطبية يقتصر على علاج المرض الخبيث (الأورام السرطانية). ولكن الواقع شيء آخر فالكثير من النظائر المشعة ومقدارها 80 ٪ تستخدم لأغراض التشخيص الطبي وعلى سبيل المثال لا الحصر يمكن دراسة وتشخيص الحالة التي تكون عليها حالة الغدة الدرقية من نشاط وخمول وذلك باستخدام اليود المشع.



ب- في مجال التغذية:

هذا ويعتبر العلماء العاملون في مجالات التغذية أن الذرة وأعني بذلك النظائر المشعة قد أمدت العالم بطريقة بالغة الأهمية إذ تحقق زيادة الإنتاج الحيواني والإنتاج النباتي على حد سواء وعليه بدأ إعلان الحرب النووية على الجوع.

وساعدت أيضاً في عملية تعقيم اللحوم والخضروات وحفظهما من التلوث والتلف.

ج- في المجال الصناعي:

تساعد الطاقة النووية الانشطارية ونواتجها من إشعاعات وجسيمات نووية، في زيادة الإنتاج الصناعي الذي يحتاج الطاقة الحرارية التي بدورها تنتج الطاقة الكهربائية، كما يساعد على تطوير الإنتاج الصناعي بالتغلب على مشاكل التطوير وعيوب التصنيع على حد سواء وغير ذلك من مشاكل.

1 ـ الجودة الصناعية: تستخدم النظائر المشعة في الأعمال التجارية للتأكد من جودة السلع والأدوات المتداولة يومياً.

2 ـ التعرف على العيوب الصناعية: فمثلاً تستخدم الذرة لكشف التسرب الذي قد يحدث في الأنابيب الموضوعة في باطن الأرض أو في داخل جدران المباني.

3 ـ القياسات الدقيقة: تعدُّ الذرة وسيلة قياس دقيقة للغاية، فيمكننا تعيين مستوى السوائل داخل مستودعاتها (الصناعية أو الطبيعية). وتعدُّ النظائر المشعة وسيلة دقيقة جداً لقياس سمك الصفائح المعدنية الرقيقة والأوراق والانسجة.

4 ـ مصادر الطاقة: يمكن استخدام النظائر المشعة كمصدر للطاقة (الضوئية) مباشرة أو بطريق غير مباشرة. فتستخدم، مثلاً، في الساعات كمصدر ضوئي وهذا استخدام مباشر وقد تستخدم في تصنيع البطاريات النووية لتحل محل البطاريات الكيميائية التقليدية، وتزن البطارية النووية الواحدة حوالي ثلاثة كيلو جرام ولها القدرة على إنتاج الطاقة الكهربائية على مدى خمس سنوات متواصلة وتبلغ الطاقة الكهربائية الصادرة عنها قدراً يعادل ما تعطيه لنا ثلاثة آلاف بطارية كيميائية تقليدية.

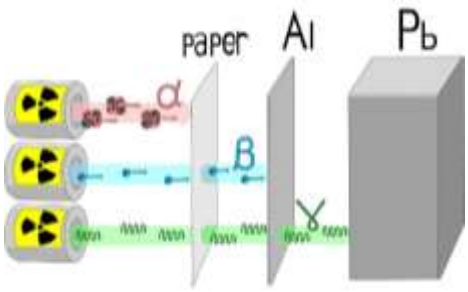
www.ac.touahria.com

5 ـ عامل مساعد: نظراً لما تمتاز به الإشعاعات النووية من قدرة على اختراق المواد لمسافات كبيرة فقد استخدمت في الصناعة الكيميائية لتحل محل الوسيط العامل المساعد في صناعة البلاستيك لتكوين الجزيئات الطويلة جداً بطريقة البلمرة، بالإضافة إلى تنشيطها التفاعلات الكيميائية.

د- في المجال العلمي:

لقد أصبحت الذرات المشعة وكذلك النظائر المشعة بوجه عام وسيلة كشف فريدة من نوعها خاصة في مجالات البحث العلمي وفي مجالات العلوم البحتة على حد سواء.

ومن أمتع الحقول التي تعمل فيها الذرات المشعة (الطبيعية بوجه خاص) حقل الحفريات. إذ إن الذرات المشعة الطبيعية تحصى على الأموات من الأحياء جميعها (إنسان أو حيوان أو نبات) أعمارهم بعد مفارقتهم لحياتهم الدنيا كما تحصى عمر الأشياء القديمة. ويرجع الفضل في هذا الحقل إلى الله الذي سخر الطبيعة ذاتها لإتاحة الفرصة لذلك.



2.6- مخاطر النشاط النووي:

أ- إشعاعات جسيمات α:

تنبعث عن ذرات العناصر الثقيلة مثل الراديوم واليورانيوم ذات قدرة محدودة على اختراق الحواجز ومنها سطح جلد الإنسان ويمكن إيقافها كلياً بواسطة قطعة من الورق، ليس لها أضرار خارجية على انه إذا دخلت داخل الجسم سواء عن طريق التنفس أو تناول الطعام أو الشراب فإن آثارها الضارة تبدأ، وتمثل بذلك خطراً إشعاعياً لا يستهان به.

ب- إشعاعات جسيمات β:

وهي عبارة عن الكترونات ذات شحنة سالبة وقدرتها أعلى من إشعاعات الفا على اختراق الموانع ولها القدرة على اختراق أنسجة جسم الإنسان ومواد أخرى وأكبر قدرة من أشعة الفا بألف مرة وأسرع بثمان مرات، ويمكن وقف نفاذها بشريحة من مادة الرصاص أو الألمنيوم سمكها (2ملم) وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية وليست أجسام ذات سرعة عالية ولها القدرة على النفاذ ولا يمكن إيقافها بل يمكن أضعافها فقط.

ج- إشعاعات γ: خطيرة جداً على جسم الانسان، أي أنها اخطر من إشعاعات α وβ لقدرتها الكبيرة على اختراق أنسجة جسم الإنسان، والمواد الأخرى من مسافة بعيدة.

ولمنع اختراق هذه الأشعة يعتبر معدن الرصاص اقدر معدن على اضعاف إشعاعات جاما.

د- خطورة السلاح النووي:

إن القنبلة العادية تكمن خطورتها في قوة انفجارها فقط، وتأثيرها على بقعة أو رقعة محددة، بينما القنبلة النووية لا تشكل خطورة انفجارها سوى 50 ٪ من إمك انياتها، وتتوزع الـ 50 ٪ الأخرى على إنتاجها لحرارة كبيرة وموجات إشعاعية قاتلة ونبضات كهرومغناطيسية هائلة. يتسبب الانفجار في ظهور كميات كبيرة من أشعة جاما والنيوترونات بعد أول ثانية من الانفجار، وهذا الإشعاع قد يؤدي لحدوث تسمم وموت للشخص حسب الكمية التي يتعرض لها.