

التناقص الإشعاعي

I. نواة الذرة

- تركيبة النواة

الدقائق المكونة لنواة الذرة تسمى نويات و هما نوعان: بروتونات و نوترونات.



- العنصر الكيميائي

يتكون عنصر كيميائي من مجموعة الذرات أو الأيونات الأحادية الذرة التي لها نفس عدد الشحنة.

تعريف

النويدة مجموعة النوى التي لها نفس العدد A من النويات و نفس العدد Z من البروتونات.

تعريف

مثال: النويدة $^{14}_6 \text{C}$ مجموعة نوى الكربون التي تتكون من 6 بروتونات و $8 = 14 - 6$ نوترونات.

- النظائر

النظائر هي النويدات التي لها نفس العدد Z (تنتمي لنفس العنصر الكيميائي) لكنها تختلف من حيث العدد A .

تعريف

مثال: $^{37}_{17} \text{Cl}$ و $^{35}_{17} \text{Cl}$ هما نظيران للكلور.

II. استقرار أو عدم استقرار النوى

- تماسك النواة

في النواة يوجد نوعان من القوى:

- القوى الكهرباسكينة التناافرية الكائنة بين البروتونات وترجح إلى تفكيك النواة.

- التأثيرات البينية النووية القوية الكائنة بين النويات و ترجح إلى تحقيق تماسك النواة.

تحت تأثير هذه القوى بعض النوى تكون مستقرة و البعض الآخر غير مستقر فيحصل لها تلاقي: نقول أن لها نشاط إشعاعي.

قوى التجاذب الكوني مهملة أمام هذه القوى.



• النشاط الإشعاعي

النواة التي لها نشاط إشعاعي هي نواة غير مستقرة تتفتت تلقائياً، نوافج هذا التفتت

هي:

- تكون نواة جديدة تسمى النواة المتولدة،
- انبعاث دقيقة رمزها α أو β^- أو β^+ ،
- انبعاث إشعاع كهرومغناطيسي رمزه γ .

النشاط الإشعاعي تحول نووي:

- تلقائي: يحدث التفتت بدون تدخل أي عامل خارجي،
- عشوائي: لا يمكن معرفة متى سيحدث تفتت نواة،
- مستقل عن التركيبة الكيميائية التي تنتهي إليها النواة،
- مستقل عن العوامل الخارجية مثل الضغط و درجة الحرارة.

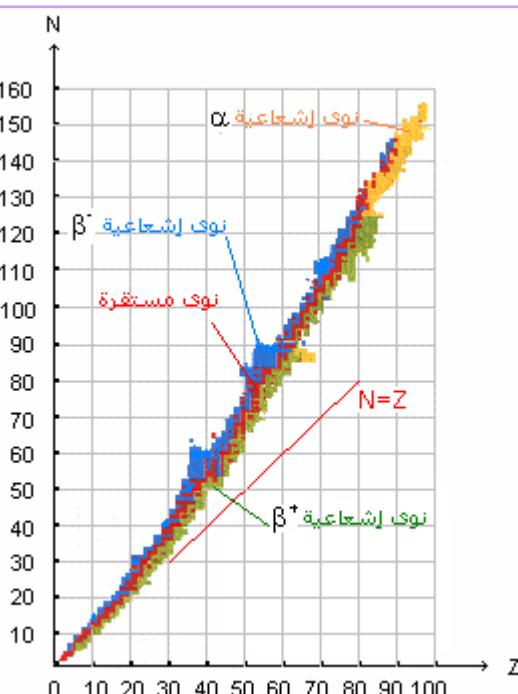
• منطقة الاستقرار

تمثل النوى (النويدات) في المخطط (N, Z) الذي يسمى مخطط "سيغربي".

النوى المستقرة تقع في منطقة من المخطط تسمى منطقة الاستقرار.

يبين هذا المخطط ما يلي:

- بالنسبة ل $Z < 20$ عدد البروتونات يساوي عدد النوترؤنات.
- بالنسبة ل $Z > 20$ عدد النوترؤنات يفوق عدد البروتونات، مما يدل على الدور الهام الذي تؤديه النوترؤنات في استقرار النواة.



في هذا المخطط نميز بين أربع مجموعات:

- مجموعة النوى المستقرة و تقع في المنطقة الوسطى من المخطط (منطقة الاستقرار).

مثال: النوبة C^{12} مستقرة نووياً: ليس لها نشاط إشعاعي.

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع α وهي نوى ثقيلة ذات عدد كتلة يفوق 200.

مثال: النوبة I^{238} لها نشاط إشعاعي من نوع α .

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع β^- وهي نوى تمتلك فائضاً من النوترؤنات مقارنة مع نوى مستقرة لها نفس عدد الكتلة.

مثال: النوبة C^{14} لها نشاط إشعاعي من نوع β^- .

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع β^+ وهي نوى تمتلك فائضاً في عدد البروتونات مقارنة مع نوى مستقرة لها نفس عدد الكتلة.

مثال: النوبة N^{13} لها نشاط إشعاعي من نوع β^+ .

III. التفاعلات النووية التلقائية

• أنواع الانبعاثات الإشعاعية

- الدقائق α هي نوى الهليوم ${}_{2}^{4}He$,
- الدقائق β^{-} هي إلكترونات ${}_{-1}^{0}e$,
- الدقائق β^{+} هي بوزيترونات ${}_{+1}^{0}e$ ، ويعتبر البوزيترون الجسيم المُضاد للإلكترون أو نقىض الإلكترون(نفس الكتلة لكن شحنة موجبة). تختفي البوزيترونات حال انبعاثها إذ تصمحل مع الإلكترونات التي تصطدم بها فتحول إلى طاقة.
- الإشعاع γ وهو إشعاع كالموجات الضوئية لكنه يتميز بطول موجة قصير وطاقة عالية. ينتج عن فقدان الإثارة للنوبية المتولدة عن تفتق.

• قانون الانحفاظ (قانون صودي)

خلال تفتق α أو β ينحفظ عدد الشحنة Z وعدد النوبات A .

إذا كانت معادلة التفتق هي: ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_{-1}^{0}p$

فإن قانون الانحفاظ يفرض العلاقتين التاليتين:

$$A = A' + a$$

$$Z = Z' + z$$

التحول النووي يغير النواة: ليس هناك انحفاظ للعنصر الكيميائي.

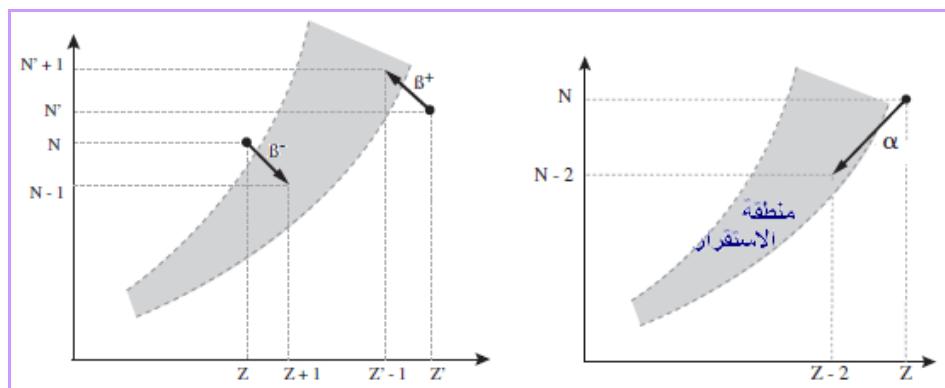


• المعادلات النووية

<u>مثال</u>	${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{90}^{234}Th + {}_{2}^{4}He$	النشاط الإشعاعي α
<u>مثال</u>	${}_{6}^{14}C \rightarrow {}_{7}^{14}N + {}_{-1}^{0}e$	النشاط الإشعاعي β^{-}
<u>مثال</u>	${}_{7}^{13}N \rightarrow {}_{6}^{13}C + {}_{-1}^{0}e$	النشاط الإشعاعي β^{+}
${}_{Z}^{A}Y^* \rightarrow {}_{Z}^{A}Y + \gamma$		الانبعاث γ

الرمز * يمثل حالة الإثارة للنوبية المتولدة.

• التمثيل المباني للتلفتات



3. التناقص الإشعاعي

يبين هذا التمثيل المباني أن النشاط الإشعاعي ينقل النويات إلى منطقة الاستقرار.

IV. التناقص الإشعاعي

• قانون التناقص الإشعاعي

الصيغة التكاملية	الصيغة التفاضلية
<p>يتناقص عدد النوى المشعة المتبقية في عينة بدلالة الزمن حسب دالة أسيّة :</p> $N = N_0 e^{-\lambda t}$ <p>N_0 العدد البديهي للنوى في العينة.</p>	<p>يتناقص عدد النوى المشعة في عينة خلال مدة dt يتناسب مع عدد النوى و مع المدة الزمنية:</p> $dN = -\lambda N dt$ <p>λ ثابتة تميز النواة المتفتتة و تسمى الثابتة الإشعاعية وحدتها s^{-1}.</p>

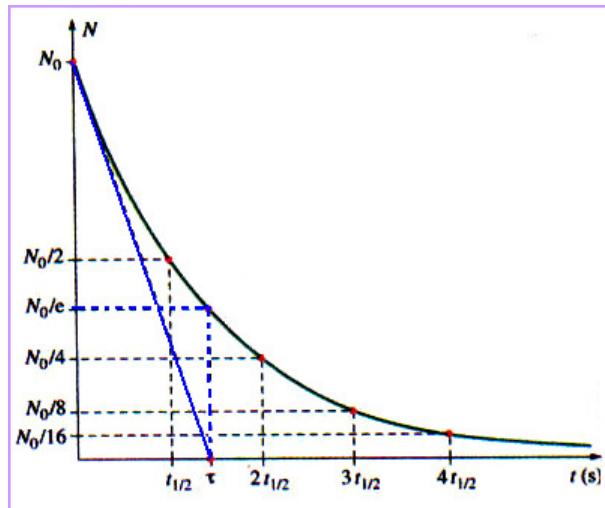
• ثابتة الزمن

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

ثابتة الزمن هي مدة معرفة بالعلاقة التالية:

تعريف

تميز النواة المتفتتة. كلما كانت τ صغيرة كلما كان التناقص سريعا.



تحدد ثابتة الزمن مبيانيا باستعمال منحنى التناقص الإشعاعي:

- ✓ تمثل المدة اللازمة لتفتت 63% من العدد البديهي N_0 .
- ✓ تمثل أقصى نقطة تقاطع المماس للمنحنى في اللحظة $t=0$ مع محور الزمن.

• عمر النصف

عمر النصف لنوية يساوي المدة $t_{1/2}$ اللازمة لتفتت نصف العدد البديهي للنوى

المشعة المكونة لعينة من هذه النوية يعني أن:

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

تعريف

و تعبيره:

$t_{1/2}$ تميز النوية.

• نشاط عينة مشعة

نشاط مصدر إشعاعي يساوي عدد التففتات خلال ثانية في عينة أي تساوي

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

سرعة التففتات:

تعريف

وحدته في النظام العالمي تسمى "البيكريل" *Becquerel* ورمزها *Bq* بحيث:

(تفتت واحد في الثانية) $1 Bq = 1 \text{ dés} / s$

وهو مقدار يمكن قياسه بواسطة عداد.

باعتبار قانون التناكس الإشعاعي يمكن التعبير عن النشاط بإحدى العلاقات التاليتين:

$$a = \lambda N$$

- بدلالة عدد النوى:

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

- بدلالة الزمن:

a_0 النشاط البدئي.

• التاريخ بالنشاط الإشعاعي

يستخدم الكربون 14 (نشاط إشعاعي β^- و عمر نصف يساوي 5600 سنة) كمقاييس لتقدير

أعمار الحفريات ذات الأساس البيولوجي والتي قد يصل عمرها 50000 سنة.

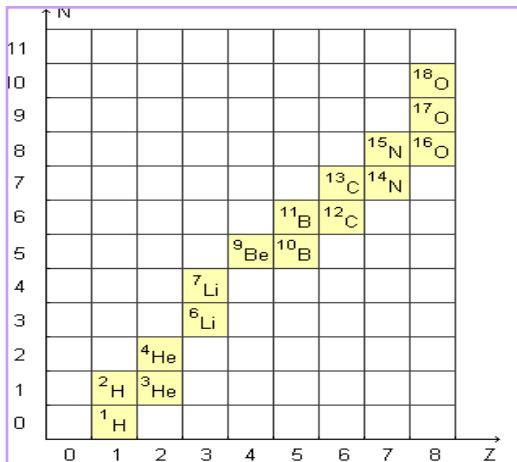
كما يستعمل اليورانيوم 238 (نشاط إشعاعي α و عمر نصف يساوي $4,5 \cdot 10^9$ سنة) في تاريخ الصخور المعدنية القديمة.

$$t = \frac{\ln \frac{a_0}{a}}{\ln 2} \cdot t_{1/2}$$

عمر عينة يحدد بالعلاقة التالية:

بقياس a ومعرفة كل من a_0 و $t_{1/2}$ يمكن تقدير t .

تمارین



تمرين 1 المخطط (N, Z)

يمثل المخطط التالي النوبات المستقرة ذات العدد Z المحصور بين 1 و 8 .

- 1 ما المستقيم الذي يجاور منطقة الاستقرار الممثلة في هذا المخطط؟
 - 2 ضع في هذا المخطط النظير $^{14}\text{لكريون}$ و النظير $^{12}\text{للأروت}$.
 - 3 ما هي النواة ذات الإشعاع β^- و النواة ذات الإشعاع β^+ ؟
 - 4 ما الذي يميز كلا من النشاطين الإشعاعيين؟
 - 5 أكتب معادلة كل من التفتتين و مثلهما في المخطط.

تمرين 2 تفنت الراديوم

تتفتت نويدة الراديوم Ra^{226}_{88} لتعطي نويدة الرادون Rn^{222}_Z مع انبعاث إشعاع α .

- أ-** أحسب المدة اللازمة لنفاذ 15% من عينة من الراديوم.

ب- حدد النسبة المئوية للنوبات المتفتقة في العينة بعد مدة تساوي τ .

3- عرف عمر النصف و بين أن تعبيره يمكن كتابة على الشكل التالي $t_{1/2} = \tau \ln 2$ حيث τ ثابتة الزمن.

2- عمر النصف لنوبيد الراديوم Ra^{226}_{88} هو 1620 ، $t_{1/2} =$

1- أكتب معادلة هذا التفتقن محددا العددان A و Z .

تمرين 3 تاريخ صخرة معدنية

في فصيلة اليورانيوم تحول النوايда $^{238}_{92}\text{U}$ إلى النوايда $^{206}_{82}\text{Pb}$ بعد سلسلة من التفتيتات α و β^- .

- ١- حدد عدد التفتاتات من كل نوع.

٢- لماذا تنتهي الفصيلة عند نوبدة الرصاص؟

٣- تحتوي صخرة معدنية قديمة على كتلة $m = 10 \text{ mg}$ من اليورانيوم وكتلة $m' = 10 \text{ mg}$ من الرصاص. نفترض أن كل مادة الرصاص التي تكون الصخرة هي نتيجة لفتت اليورانيوم مع مرور الزمن ابتداء من لحظة تعتبرها لحظة تكون الصخرة المعدنية.

أوجد عمر الصخرة المعدنية.

نعطي: عمر النصف لليورانيوم: $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$ a

$$M(\text{Pb}^{206}_{82}) = 206 \text{ g.mol}^{-1} / M(\text{U}^{238}_{92}) = 238 \text{ g.mol}^{-1}$$