لقسم (1) الإشعاع النووي

الأرقام المتوهجة في الساعة التي تسمح برؤية الأرقام في الظلام هي مثال على الإشعاع، لكنه إشعاع غير ضار.

اكتشاف النشاط الإشعاعي

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
تحدث عندما تتكسر الروابط وتتكون	تحدث عندما تندمج النوى وتنشطر وتبعث الإشعاع
تشمل إلكترونات تكافؤ فقط	يمكن أن تشمل البروتونات والنيوترونات والإلكترونات
مرتبطة بتغيرات صغيرة في الطاقة	مرتبطة بتغيرات كبيرة في الطاقة
تحتفظ الذرات بالهوية نفسها رغم أنها قد تكتسب أو تفقد أو تشارك بالإلكترونات	تتحول ذرات أحد العناصر غالبا إلى ذرات عنصر آخر
تؤثر درجة الحرارة والضغط والتركيز والحفازات في سرعة التفاعل	لا تؤثر درجة الحرارة والضغط والتركيز والحفازات في سرعة التفاعل

- **إسهامات العلماء في مجال الكيمياء النووية والنشاط الإشعاعي:**

العالم	الإسهام
رونتجن	اكتشف انبعاث أشعة غير مرئية تسببت في تعتيم الألواح الفوتوغرافية، سميت الأشعة السينية.
بيكريل	درس المعادن التي تبعث الضوء بعد تعرضها لضوء الشمس ، وهي ظاهرة النشاط الإشعاعي.
	أراد – بناء على عمل رونتجن – تحديد ما إذا كانت المعادن المشعة تبعث أيضا أشعة سينية.
	اكتشف بالصدفة أن أملاح اليورانيوم المشع أنتجت انبعاثات تلقائية تسببت في تعتيم الألوح الفوتوغرافية، حتى مع عدم تعرض أملاح اليورانيوم للضوء.
ماري كوري وزوجها بيير كوري	استنتجت ماري أن سبب تعتيم الألواح الفوتوغرافية يرجع إلى الأشعة التي انبعثت من ذرات اليورانيوم، وأطلقت على العملية النشاط الإشعاعي.
	اكتشف الزوجان عنصرين جديدين (البولونيوم والراديوم) على أساس نشاطهما الإشعاعي.

MR. HESHAM EL TOUKHY

- سميت عينة بيكريل الفلزية التي استخدمتها ماري كوري وزوجها بيير كوري (بتشبلند).
- **النشاط الإشعاعي**: العملية التي تطلق فيها المواد الإشعاع.
- **الإشعاع**: الجسيمات التي تنبعث بفعل مصدر مشع.
- حصل الزوجان على جائزة نوبل في الفيزياء، وحصلت ماري كوري على جائزة نوبل في الكيمياء.

أنواع الإشعاع

- **النظائر**: ذرات من العنصر نفسه لديها أعداد مختلفة من النيوترونات.
- **النظائر المشعة**: نظائر الذرات التي لها نوى غير مستقرة.
- **الانحلال الإشعاعي**: تحول الأنوية غير المستقرة إلى أنوية أكثر استقرارا عن طريق انبعاث الإشعاع.
- أنواع الإشعاعات: ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (γ)، والجدول التالي يوضح بعض خصائصها.

الخاصية	إشعاع ألفا	إشعاع بيتا	إشعاع جاما
الرمز	α	β	γ
التركيب	جسيمات ألفا	جسيمات بيتا	إشعاع كهرومغناطيسي عالي الطاقة
وصف الإشعاع	نوى الهيليوم $^{4}_{2}He$	إلكترونات e^{-}	فوتونات
الشحنة	+2	-1	0
الكتلة	6.64×10^{-27} Kg	9.11×10^{-31} Kg	0
الطاقة التقريبية	5 MeV	0.05 – 1 MeV	1 MeV
قوة الاختراق النسبية	يمكن حجبها بورقة رقيقة	تحجبها رقاقة فلزية	تحجبها طبقة سميكة من الرصاص أو الأسمنت
التأثر بالمجال الكهربائي	تتأثر وتنحرف نحو اللوح السالب	تتأثر وتنحرف نحو اللوح الموجب	لا تتأثر

MR. HESHAM EL TOUKHY

- علل: تنحرف جسيمات ألفا نحو اللوح ذو الشحنة السالبة؟

ج: لأنها تحمل شحنة موجبة.

- علل: تنحرف جسيمات بيتا نحو اللوح ذو الشحنة الموجبة؟

ج: لأنها تحمل شحنة سالبة.

- علل: لا تنحرف أشعة جاما نحو أي لوح مشحون؟ أو لا تتأثر أشعة جاما بالمجال الكهربائي؟

ج: لأنها لا تحمل شحنة.

- علل: تخضع جسيمات بيتا لانحراف أكبر من جسيمات ألفا؟

ج: لأن جسيمات بيتا أصغر من جسيمات ألفا.

- علل: يطلق على ألفا وبيتا جسيمات، وعلى جاما إشعاعات؟

ج: لأن ألفا وبيتا لهما كتلة، أما جاما ليس لها كتلة.

- علل: ليس لجسيمات ألفا قدرة على الاختراق؟

ج: لأنها تتحرك ببطء بسبب كتلتها الكبيرة، وتتسبب شحنتها 2+ في فقدانها للطاقة سريعا خلال التفاعلات.

- علل: أشعة جاما لها قدرة كبيرة على الاختراق؟

ج: لأنها إشعاع كهرومغناطيسي عالي الطاقة، ليس لها كتلة أو شحنة.

- علل: شحنة جسيم ألفا هي 2+؟

ج: لأن جسيم ألفا هو نواة ذرة هيليوم، وهي تحتوي على بروتونين.

- علل: شحنة جسيم بيتا هي 1- ؟

ج: لأن جسيم بيتا هو إلكترون، وشحنة الإلكترون 1-

MR. HESHAM ELTOUKHY

- **في التفاعلات النووية:**

مجموع الأعداد الكتلية، ومجموع الأعداد الذرية في كل جانب من جوانب السهم يكون متساوٍ.

انحلال ألفا

- **التفاعل:** $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$ **يمثل تفاعل نووي، يحدث فيه انحلال (انطلاق) ألفا.**

راديوم – 226 رادون – 222 جسيم ألفا

- **عند انحلال ألفا، فإن العدد الذري في النواة الناتجة يكون أقل بمقدار 2، والعدد الكتلي يقل بمقدار 4**

انحلال بيتا

- **التفاعل:** $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$ **يمثل تفاعل نووي، يحدث فيه انحلال (انطلاق) بيتا.**

يود – 131 زينون – 131 جسيم بيتا

- **عند انحلال بيتا، فإن العدد الذري في النواة الناتجة يزداد بمقدار 1، والعدد الكتلي لا يتغير.**
- **يحدث انحلال بيتا نتيجة تحول نيوترون إلى بروتون وإلكترون (بيتا):** $n \rightarrow p + \beta$

انحلال جاما

- **التفاعل:** $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + 2\gamma$ **يمثل تفاعل نووي، يحدث فيه انحلال (انطلاق) جاما.**

يورانيوم – 238 ثوريوم – 234 جسيم ألفا أشعة جاما

- **عند انحلال جاما، فإن العدد الذري في النواة الناتجة لا يتغير، والعدد الكتلي لا يتغير.**
- **تلازم أشعة جاما دائما إشعاعات ألفا وبيتا.**
- **أشعة جاما مسؤولة عن فقدان معظم الطاقة الذي يحدث في صورة انحلالات نووية.**
- **يشير العدد 2 أمام الرمز γ إلى انبعاث اثنين من أشعة جاما بترددات مختلفة.**
- **غالبا يتم حذف أشعة جاما من المعادلة النووية، لأن ليس لها تأثير على العدد الذري والعدد الكتلي.**

MR. HESHAM EL TOUKHY

الأشعة السينية

- يشير وجود الأشعة السينية إلى انفجارالنجوم أو الثقوب السوداء.
- تساعد الأشعة السينية على ملاحظة الأجسام غير المرئية في صور بصرية.
- تستخدم الأشعة السينية للكشف عن الكسور في العظام، وصور تسوس الأسنان.
- علل: تستخدم للكشف عن الكسور في العظام؟

ج: لأن الأشعة السينية تمر بسهولة خلال الأنسجة اللينة، وتكون صور للعظام عندما تصطدم بها فتبين الكسر.

الخاصية	إشعاع جاما	الأشعة السينية
التركيب	إشعاع كهرومغناطيسي عالي الطاقة	إشعاع كهرومغناطيسي عالي الطاقة
المصدر	مادة مشعة غير مستقرة	سقوط الإلكترونات من مستويات الطاقة الخارجية إلى الداخلية
الطاقة	أكبر	أقل

- قوة الاختراق: قدرة الإشعاع على المرور خلال المادة.

تدريبات القسم (1)

1) اكتب المصطلح العلمي المناسب:

1) (النشاط الإشعاعي) العملية التي تطلق فيها المواد الإشعاع.

2) (الإشعاع) الجسيمات التي تنبعث بفعل مصدر مشع.

3) (النظائر) ذرات من العنصر نفسه لديها أعداد مختلفة من النيوترونات.

4) (النظائر المشعة) نظائر الذرات التي لها نوى غير مستقرة.

5) (الانحلال الإشعاعي) تحول الأنوية غير المستقرة إلى أنوية أكثر استقرارا عن طريق انبعاث الإشعاع.

6) (قوة الاختراق) قدرة الإشعاع على المرور خلال المادة.

MR. HESHAM EL TOUKHY

2) اذكر أنواع الإشعاع المختلفة وشحناتها؟

ألفا 2+ وبيتا 1 – وجاما 0

3) قارن بين الجسيمات دون الذرية المشاركة في التفاعلات الكيميائية والنووية.

تشارك الإلكترونات فقط في التفاعل الكيميائي، بينما تشارك البروتونات والإلكترونات والنيوترونات في التفاعل النووي.

4) اشرح طريقة معرفة ما إذا كان التفاعل كيميائيا أو نوويا عندما تخضع ذرة لتفاعل ما وتحقق شكلا أكثر استقرارا.

يحدث التفاعل النووي عندما ينتج ذرة لها هوية مختلفة عن الذرة الأصلية أو في حال إطلاق إشعاع جاما.

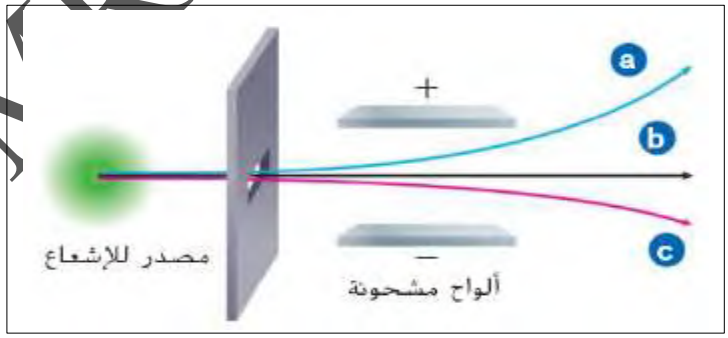
5) إذا كانت طاقة إشعاع ألفا 5 MeV حول هذه القيمة إلى J ($1\ MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$)

$$5\ MeV \times \frac{1.6 \times 10^{-13}\ J}{1\ MeV} = 8 \times 10^{-13}\ J$$

6) ضع في القائمة B النوع الصحيح للإشعاع من القائمة A:

م	القائمة A	القائمة B
1	إشعاع بيتا	(.....) إلكترونات شديدة السرعة
2	إشعاع جاما	(.....) شحنته 2+ ويمكن حجبه بسهولة
3	إشعاع ألفا	(.....) إشعاع كهرومغناطيسي متعادل الشحنة

7) يبين الشكل المقابل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما التي تخترق شاشة ما وتقع بين صفيحتين مشحونتين، ما الذي يمكن أن تستدل عليه بخصوص هوية c,b,a ؟ فسر إجابتك.



(a) .....

(b) .....

(c) .....

M.R. HESHAM ELTOUKHY

8) ما الفرق بين الأشعة السينية وأشعة جاما؟

الخاصية	إشعاع جاما	الأشعة السينية
التركيب		
المصدر		
الطاقة		

9) يستخدم اليورانيوم – 234 لجعل التيجان السنية تبدو أفتح لونا. إذا كان الناتج هو نظير الثوريوم Th فما العدد الذري له؟

الثوريوم – 230

10) يمكن تحديد العيوب في الأجزاء الملحومة في مواد الطائرات عن طريق وضع نظير أيريديوم – 192 على أحد جوانب اللحام وفيلم تصوير فوتوغرافي على الجانب الآخر لاكتشاف أشعة جاما المخترقة، فما تأثير انبعاث إشعاع جاما على على العدد الذري والعدد الكتلي للأيريديوم؟

لا يتغير العدد الذري والعدد الكتلي.

11) يمكن استخدام الثوريوم – 230 لتلوين الزجاج في المنتجات الزجاجية. وتتمثل إحدى طرق إنتاج الثوريوم – 230 في الانحلال الإشعاعي لعنصر أكتينيوم – 230 ، هل هذا مثال على انحلال ألفا أو انحلال بيتا؟ كيف تعرف ذلك؟

انحلال بيتا، العدد الكتلي لا يتغير.

12) تستخدم ألوح رقيقة من البلاستيك لصنع منتجات مثل أكياس البقالة. تتحرك الألواح تحت مصدر بروميثيوم – 147 وله عدد ذري = 61 ، وينبعث منها جسيمات بيتا. كما تستخدم شدة الإشعاع التي تقاس على الألواح البلاستيكية لمراقبة سمك البلاستيك.إذا كان العنصر الناتج عن هذه العملية هو السماريوم، فما العدد الذري له؟

62

MR. HESHAM EL TOUKHY

القسم (2) الإضمحلال الإشعاعي

الاستقرار النووي

- **الاضمحلال الإشعاعي (التحول النووي):**

تحول ينتج عنه تغير العدد الذري للذرة وتحويل العنصر إلى آخر.

- **علل: يحدث التحول النووي عند انبعاث ألفا وابعاث بيتا، ولا يحدث عند انبعاث جاما؟**

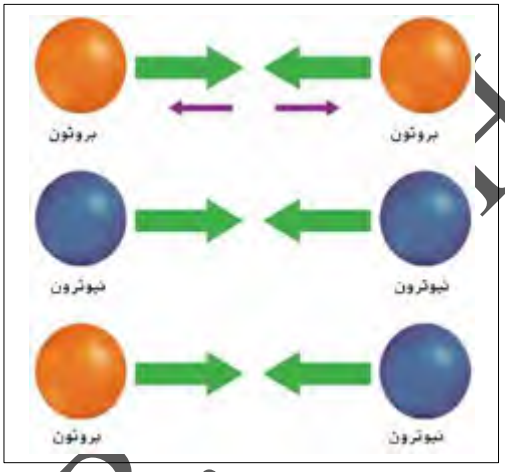
ج: لأن انبعاث ألفا وانبعاث بيتا ينتج عنه تغير العدد الذري، أما انبعاث جاما لا ينتج عنه تغير العدد الذري.

- **يحدث التحول النووي بناء على نسبة النيوترنات إلى البروتونات، بغض النظر عن تحلل الذرة تلقائيا ونوع الإشعاع**

- **يطلق على البروتونات (الموجبة) والنيوترنات (المتعادلة) في النواة اسم النويات أو (النيوكليونات).**
- **القوى النووية: القوى الموجودة بين مكونات النواة(بروتون – بروتون، بروتون – نيوترون، نيوترون – نيوترون)**
- **علل: لا يحدث تنافر بين البروتونات الموجبة في النواة؟**

ج: لأن القوة النووية الشديدة تتغلب على التنافر الإلكتروستاتيكي بين البروتونات.

- **تتنافر البروتونات مع بعضها، لكن وجود نيوترونات متعادلة لا ينشيء قوة تنافر إلكتروستاتيكية. بل تبقى الجسيمات متماسكة بفعل القوة النووية الشديدة.**

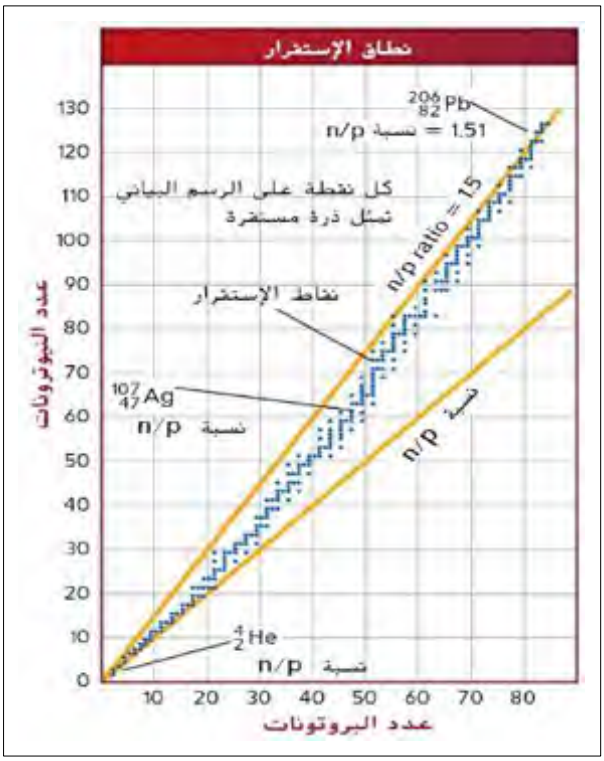


- **لا ينشيء بين النيوترونات قوة تنافر إلكتروستاتيكية. بل تبقى الجسيمات متماسكة بفعل القوة النووية الشديدة.**
- **وجود النيوترونات يضيف قوة جذب داخل النواة.**
- **عدد النيوترونات في النواة مهم للاستقرار النووي، لأن الاستقرار النووي يرتبط بوجود توازن بين القوى النووية الشديدة و القوى الإلكتروستاتيكية.**

- **س: ما تأثير القوة الإلكتروستاتيكية بين نيوترونين؟ وبين بروتون وإلكترون؟**

ج: لا تؤثر القوة الإلكتروستاتيكية في النيوترونات، بل هي قوة جذب بين بروتون وإلكترون.

MR. HAMEL TOUKHY



نسبة النيوترونات إلى البروتونات (n/p)

- يرتبط استقرار النواة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات.
- الذرات منخفضة العدد الذري (أقل من 20) تمثل النوى الأكثر استقرارا، وتكون نسبة n:p = 1:1 مثل $^{4}_{2}He$
- كلما زاد العدد الذري ازدادت الحاجة إلى المزيد من النيوترونات لإنشاء قوة نووية شديدة تكفي لإحداث توازن مع قوة التنافر الإلكتروستاتيكية بين البروتونات، وهذا يجعل النواة مستقرة.
- الرصاص $^{206}_{82}Pb$ تكون نسبة n:p = 124:82 = 1.51:1
- س: ما سبب ازدياد نسبة النيوترونات إلى البروتونات في النوى المستقرة نتيجة ازدياد العدد الذري؟

ج: يتسبب ازدياد عدد النيوترونات في جعل الذرة أكثر استقرارا.

نطاق الاستقرار

- هي المنطقة التي تضم كل النوى المستقرة.
- تقع الذرات في نطاق الاستقرار عندما تكون نسبة n/p هي 1:1 للذرات منخفضة العدد الذري، وتكون 1.5:1 للذرات مرتفعة العدد الذري.
- تم وضع $^{4}_{2}He$ و $^{206}_{82}Pb$ في نطاق الاستقرار.
- تتميز النوى خارج نطاق الاستقرار بنشاط إشعاعي (سواء كانت أعلى أو أسفل نطاق الاستقرار) وتتعرض للاضمحلال الاشعاعي لتحقيق الاستقرار.
- توضع الذرة الجديدة بالقرب من نطاق الاستقرار، إن لم تكن داخله.
- ينتهي نطاق الاستقرار عند الرصاص – 206، لأن كل العناصر التي أعدادها الذرية أكبر من 82 مشعة.

MR. HESHAM ELTOUKHY

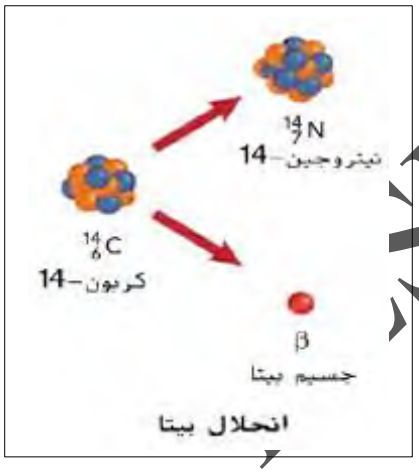
أنواع الاضمحلال الإشعاعي

- يعتمد الاضمحلال الإشعاعي على الأسباب الأساسية وراء عدم استقراره.
- تحتوي الذرات الواقعة أعلى نطاق الاستقرار على كثير من النيوترونات لتصبح مستقرة.
- تحتوي الذرات الواقعة أسفل نطاق الاستقرار على كثير من البروتونات لتصبح مستقرة.
- الهدف من الاضمحلال الإشعاعي هو تحويل الأنوية غير المستقرة إلى أنوية مستقرة.

اضمحلال بيتا

- يكون النظير المشع الواقع أعلى نطاق الاستقرار غير مستقر، لأن عدد النيوترونات فيه أكبر بكثير مقارنة بعدد البروتونات.
- نسبة n/p للعنصر $^{14}_{6}C$ غير المستقر 1.33:1 ، في حين أن العناصر المستقرة ذات الكتل المتماثلة مثل $^{12}_{6}C$ و $^{14}_{7}N$ لها النسبة 1:1 تقريبا.
- يحدث اضمحلال بيتا لـ $^{14}_{6}C$ ، إذا يعمل هذا الاضمحلال على زيادة عدد البروتونات في النواة.

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta$$



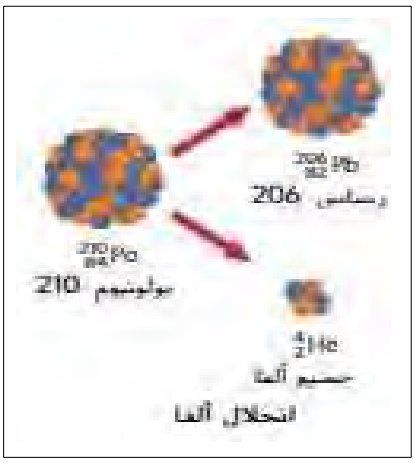
- عند اضمحلال بيتا للكربون – 12 إلى نيتروجين – 14 يزداد العدد الذري للنواة الناتجة بمقدار 1 ، وأصبحت نسبة n/p هي 1:1 وينتج ذرة النيتروجين المستقرة.
- ينتج عن اضمحلال بيتا زيادة استقرار ذرة غنية بالنيوترونات، عن طريق خفض نسبة n/p فيها، وتكون الذرة الناتجة بالقرب من نطاق الاستقرار.

- س: ما السبب في أن النظائر المشعة الواقعة أعلى نطاق الاستقرار غير مستقرة؟

ج: لأن عدد النيوترونات فيها أكبر بكثير مقارنة بعدد البروتونات.

MR. HESHAM ELTOUKHY

اضمحلال ألفا



- النوى التي بها أكثر من 82 بروتون تتميز بنشاط إشعاعي وتنحل تلقائيا.
- يجب تقليل عدد النيوترونات والبروتونات لتصبح هذه النظائر المشعة مستقرة.
- تنحل النوى الثقيلة عن طريق انبعاث جسيمات ألفا.
- ينحل البولونيوم – 210 المشع تلقائيا إلى رصاص – 206 غير المشع.

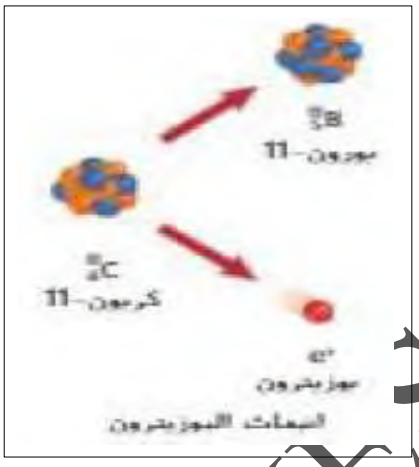
عن طريق انبعاث جسيم ألفا.

$$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

- عند حدوث اضمحلال ألفا يقل العدد الذري بمقدار 2 ويقل العدد الكتلي بمقدار 4.
- س: ما نسبة n/p عندما ينحل بولونيوم – 210 إلى رصاص – 206 ؟

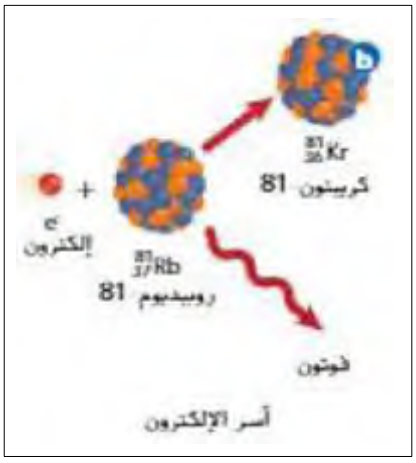
ج: 1.51:1

انبعاث البوزيترون و أسر الإلكترون



- تحدث هاتان العمليتان في النوى ذات نسب n/p المنخفضة.
- تعمل هاتان العمليتان على زيادة نسبة n/p في الذرة القليلة النيوترونات.
- **البوزيترون**: جسيم له كتلة الإلكترون نفسها لكن بشحنة موجبة.
- يرمز للبوزيترون بالرمز β^+ أو e^+
- **انبعاث البوزيترون**: عملية اضمحلال إشعاعي تنطوي على انبعاث البوزيترون من النواة.
- يتحول البروتون الموجود بالنواة إلى نيوترون وبوزيترون عند انبعاث البوزيترون. $p \rightarrow n + e^+$
- تمثل المعادلة: $^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + e^+$ عملية انبعاث بوزيترون.
- يقع الكربون – 11 أسفل نطاق الاستقرار، حيث تبلغ نسبة n/p مساوية لـ 0.8:1 ، وعند انبعاث البوزيترون تصبح النسبة في البورون – 11 الناتج 1.2:1 وتقع داخل نطاق الاستقرار.
-

MR. HESHAM EL TOUKHY



أسر الإلكترون

- عملية تحدث عندما تجذب نواة الذرة أحد الإلكترونات المحيطة.
- يتحد الإلكترون المأسور مع البروتون لتكوين نيوترون. $p + e^- \rightarrow n$
- يقل العدد الذري للنواة بمقدار 1 نتيجة لأسر الإلكترون، وينبعث فوتون أشعة سينية.
- تحدث عملية أسر الإلكترون للنوى غير المستقرة الموجودة أسفل نطاق الاستقرار، لتنتج أنوية مستقرة.
- مثال: $^{81}_{37}Rb + e^- \rightarrow {}^{81}_{36}Kr +$ فوتون أشعة سينية
- ملخص عمليات الاضمحلال الإشعاعي:

نوع الاضمحلال الإشعاعي	الجسيم المنبعث	التغير في العدد الكتلي	التغير في العدد الذري
اضمحلال ألفا	^4_2He	انخفاض بمقدار 4	انخفاض بمقدار 2
اضمحلال بيتا	β أو e^-	لا تغيير	يزداد بمقدار 1
انبعاث البوزيترون	β^+ أو e^+	لا تغيير	انخفاض بمقدار 1
أسر الإلكترون	فوتون أشعة سينية	لا تغيير	انخفاض بمقدار 1
انبعاث جاما	γ	لا تغيير	لا تغيير

كتابة المعادلات النووية وموازنتها

- المعادلات الكيميائية الموزونة تكون أعداد الذرات وأنواعها موزونة.
- المعادلات النووية الموزونة تكون الأعداد الكتلية وشحناتها موزونة.

MR. HESHAM ELTOUKHY

مثال محلول: تستخدم وكالة ناسا اضمحلال ألفا لعنصر البلوتونيوم – 238 ($^{238}_{94}Pu$) كمصدر للحرارة على المركبات الفضائية. اكتب معادلة موزونة لهذا التفاعل. حيث ينتج عنصر اليورانيوم U

$$^{238}_{94}Pu \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{4}_{2}He$$

1) اكتب معادلة نووية موزونة للتفاعل الذي يتعرض خلاله الأكسجين – 15 ($^{15}_{8}O$) لانبعاث البوزيترون.حيث ينتج عنصر النيتروجين N

.....

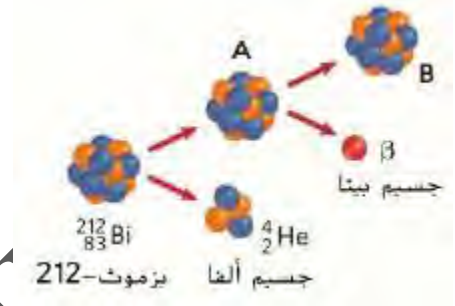
.....

2) يستخدم عنصر الثوريوم – 229 لزيادة عمر لمبات الفلورسنت. ما نوع الاضمحلال الذي يحدث عندما ينحل الثوريوم – 229 لتكوين الراديوم – 225 ؟

.....

.....

3) يبين الشكل المقابل إحدى الطرق التي يمكن أن ينحل بها عنصر البزموث – 212 وينتج النظيران A و B



a) اكتب معادلة نووية موزونة لهذا الاضمحلال.

.....

.....

b) حدد هوية النظيرين A و B الناتجين، بالاعتماد على الجدول الدوري.

.....

.....

Mr. HESHAM EL TOUKHY

سلسلة مشعة

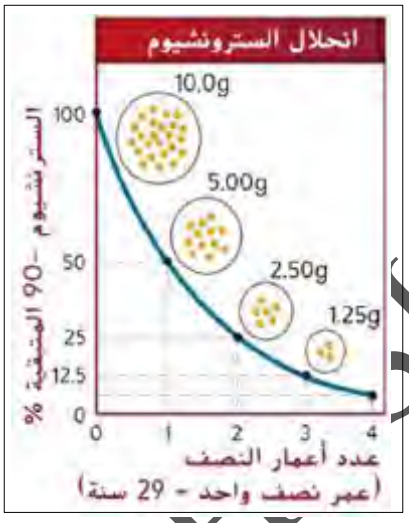
- **سلسلة الاضمحلال الإشعاعي:**

سلسلة من التفاعلات النووية تبدأ بنواة غير مستقرة وينتج عنها نواة مستقرة.

- يوضح الرسم المقابل انحلال عنصر اليورانيوم – 238 أولا إلى ثوريوم – 234 والذي ينحل بدوره إلى بروتكتينيوم – 234 وتصل خطوات الانحلال إلى 14 خطوة تنتهي بالرصاص – 206

سرعات الاضمحلال الإشعاعي

- **عمر النصف:** الفترة الزمنية التي تستغرقها نصف نوى نظير مشع لينحل إلى منتجه النهائي.
- عمر النصف للنظير المشع السترانشيوم – 90 هي 29 عام.
- يبين الشكل المقابل الكمية المتبقية من السترانشيوم – 90 إذا كان لديك 10 g منه على مدار 4 أعوام.



- تستخدم العلاقة التالية لحساب الكمية المتبقية للعنصر المشع:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

- **N: الكمية المتبقية.**
- **N_0 : الكمية الأولية.**
- ***n*: عدد أعمار النصف التي مضت.**
- يمكن استبدال الأس ***n*** بالكمية المقابلة t/T ، حيث يمثل **t: الوقت المنقضي**، **T: مدة عمر النصف.**

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T_w}$$

- $n = \frac{t}{T}$
- t و T يجب أن يكونا بالوحدات الزمنية المناسبة.

MR. HESHAM ELTOUKHY

عدد أعمار النصف	الوقت المنقضي	الكمية الحالية من السترانشيوم – 90
0	0 y	10 g
1	29 y	$10\ g \times \left(\frac{1}{2}\right) = 5\ g$
2	58 y	$10\ g \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) = 2.5\ g$
3	87 y	$10\ g \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) = 1.25\ g$
4	116 y	$10\ g \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) = 0.625\ g$

- لكل نظير مشع عمر نصف مميز له، يبين الجدول التالي أعمار النصف للعديد من النظائر المشعة.

نظير مشع	الرمز	عمر النصف
البولونيوم – 214	$^{214}_{84}Po$	163.7 μs
الكوبالت – 60	$^{60}_{27}Co$	5.272 y
الرادون – 222	$^{222}_{86}Ra$	3.8 d
الفوسفور – 32	$^{32}_{15}P$	14.28 d
الكربون – 14	$^{14}_{6}C$	5730 y
اليورانيوم – 238	$^{238}_{92}U$	4.46×10^{9} y

MR. HESHAM EL TOUKHY

مثال محلول: يبلغ عمر النصف لعنصر الكريبتون – 85 ، 11 y ما مقدار الكمية المتبقية من عينة يبلغ مقدارها 2 mg بعد مرور 33 y ؟

$N_0 = 2\ mg$, $t = 33\ y$, $T = 11\ y$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{33}{11} = 3$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 0.25\ mg$$

1) عنصر الكوبالت – 60 يبلغ عمر النصف له 5.27 y ما مقدار الكمية المتبقية من عينة تبلغ 10 mg منه بعد مرور عمر نصف واحد؟ وعمري نصف؟ وثلاثة أعمار نصف؟

.....

.....

.....

2) إذا تبقى 25 mg من عينة سترانشيوم – 90 بعد مرور خمسة أعمار نصف. ما مقدار الكمية الأولية؟

.....

.....

.....

3) بالاعتماد على الجدول. ما مقدار الكمية التي ستكون في العينة B والعينة C عندما تحتوي العينة A على 12.6 g متبقية؟

العينة	نظير مشع	عمر النصف	الكمية (g)
A	الكوبالت – 60	5.27 y	64.8
B	التريتيوم	12.32 y	58.4
C	السترانشيوم – 90	28.79 y	37.6

.....

.....

.....

MR. HESHAM EL TOUKHY

تجربة مصغرة

نموذج للاضمحلال الإشعاعي

كيف تنحل النظائر المشعة؟

الإجراء

1. حدد احتياطات السلامة لهذه التجارب قبل البدء في العمل.
2. ضع **100 قطعة نقد معدنية من فئة الفلس في كوب بلاستيكي.**
3. ضع يدك أعلى الكوب وحركه عدة مرات.
4. أفرغ قطع النقد المعدنية في **علبة أحذية**. وأخرج كل قطع النقد التي يكون وجه الصورة فيها إلى أعلى. تمثل قطع النقد المعدنية هذه ذرات النظير المشع التي قد تعرضت لاضمحلال إشعاعي.
5. قم بإعداد جدول بيانات لتسجيل عدد قطع النقد المعدنية المتبقية (قطع نقد معدنية وجه الكتابة فيها إلى أعلى).
6. احتسب عدد قطع النقد المعدنية المتبقية وسجل هذا العدد في جدول البيانات.
7. ضع كل قطع النقد المعدنية التي وجه الكتابة فيها إلى أعلى مرة أخرى في الكوب البلاستيكي.
8. كرر الخطوات من 3 إلى 7 عدة مرات حسب الحاجة حتى لا يتبقى قطع نقد معدنية.

التحليل

1. **أنشئ** رسما بيانيا لعدد المحاولات مقابل عدد قطع النقد المعدنية المتبقية من جدول البيانات الذي أعددته. ارسم منحنى يمر عبر النقاط الموضوعة.
2. **احتسب** عدد المحاولات التي تتطلبها التجربة لتحلل 50% و75% و90% من العينة.
3. **قيم** عمر النصف لنظير مشع إذا كان الوقت الواقع بين كل محاولة هو 1 min.
4. **حدد** طريقة تغير النتائج إذا استخدمت 100 حجر نرد بدلا من قطع النقد المعدنية من فئة الفلس. في هذه الحالة، ستفترض أن المكعب الذي يستقر بحيث يكون ضلعه السادس مواجها لأعلى يمثل ذرة متحللة ونست إزالتها.

التحليل

1. ينبغي أن يظهر التمثيل البياني انحلالا أسيا ويجب أن يشبه شكل المنحنى الموجود في الشكل 11.
2. استغرق الأمر حوالي محاولة واحدة للحصول على نسبة 50% من العينة للانحلال. استغرق الأمر حوالي محاولتين للحصول على نسبة 75% من العينة للانحلال. استغرق الأمر حوالي أربع محاولات للحصول على نسبة 90% من العينة للانحلال.
3. يبلغ عمر النصف دقيقة واحدة.
4. سيحدث انحلال لما يقارب سُدس النرد مع كل عملية رمي. وسيستغرق الأمر حوالي ثلاث رميات لانحلال نصف العينة.

التأريخ بالنشاط الإشعاعي الكيميائي

- **تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي بتغير درجة الحرارة والضغط والتركيز ووجود الحفاز، وتظل سرعة التفاعل النووي ثابتة بتغير العوامل السابقة.**
- **يمكن استخدام النظائر لتحديد عمر جسم ما، لأن عمر النصف لجميع النظائر يبقى ثابتا.**
- **التأريخ بالنشاط الإشعاعي الكيميائي:**

عملية تحديد عمر جسم ما عن طريق قياس كمية متبقية من نظير مشع معين بهذا الجسم.

MR. HESHAM

الربط بعلم الأحياء

- توجد نظائر مستقرة للكربون (كربون – 12، كربون – 13) ونظير غير مستقر (كربون – 14)
- تتواجد جميع نظائر الكربون في الغلاف الجوي، وتستخدمها النباتات في عملية صنع الغذاء، وعندما تتغذى الحيوانات على النباتات تصبح ذرات الكربون تصبح جزءا من الحيوان.
- تحتوى الكائنات الحية على النسبة نفسها من الكربون – 12 والكربون – 13 والكربون – 14 لأنها تحصل على مركبات الكربون باستمرار.
- لا تحصل الكائنات الحية بعد موتها على الكربون، ويستمر الكربون – 14 في الإضمحلال الإشعاعي.
- يحدث للكربون – 14 إضمحلال بيتا لتكوين النيتروجين – 14 ($^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta$)
- عمر النصف للكربون – 14 هو 5730 عاما، ونظرا إلى أن كمية الكربون المستقرة تظل ثابتة مع استمرار الكربون – 14 في الاضمحلال.
- تنخفض نسبة الكربون – 14 غير المستقرة إلى الكربون – 12 والكربون – 13 المستقر.
- يمكن استخدام نسبة الانخفاض ومقارنتها بنسبة ثابتة موجودة في الغلاف الجوي لتقدير عمر جسم ما.
- مثلا إذا كانت نسبة الكربون غير المستقر إلى الكربون المستقر بجسم ما هي ربع النسبة التي تم قياسها فإن الجسم يبلغ عمري نصف، أي تقريبا 11460 عاما.
- يستخدم التأريخ بالكربون – 14 في تأريخ الأشياء التي يبلغ عمرها 45000 عام مثل عمر الهرم الأكبر.

الربط بعلم الأرض

- تستخدم عملية اضمحلال اليورانيوم – 238 إلى الرصاص – 206 لتحديد عمر الصخور.
- يمكن استخدام اليورانيوم – 238 لتقدير عمر أجسام قديمة للغاية، لأن عمر النصف لليورانيوم هو 4.5×10^{9} أعوام.
- تم تقدير عمر الشمس بـ 4.5×10^{9} أعوام باستخدام التأريخ بالنشاط الإشعاعي الكيميائي للأحجار النيزكية.

تدريبات القسم (2)

1) اكتب المصطلح العلمي المناسب:

1) (الاضمحلال الإشعاعي أو التحول النووي) تحول ينتج عنه تغير العدد الذري للذرة وتحويل العنصر إلى آخر.

2) (النويات أو النيوكليونات) البروتونات والنيوترنات في النواة.

3) (القوى النووية) القوى الموجودة بين مكونات النواة.

4) (نطاق الاستقرار) المنطقة التي تضم كل النوى المستقرة.

5) (البوزيترون) جسيم له كتلة الإلكترون نفسها لكن بشحنة موجبة.

6) (انبعاث البوزيترون) عملية اضمحلال إشعاعي تنطوي على انبعاث البوزيترون من النواة.

7) (أسر الإلكترون) عملية تحدث عندما تجذب نواة الذرة أحد الإلكترونات المحيطة.

8) (سلسلة الاضمحلال الإشعاعي) سلسلة من التفاعلات النووية تبدأ بنواة غير مستقرة وينتج عنها نواة مستقرة.

9) (عمر النصف) الفترة الزمنية التي تستغرقها نصف نوى نظير مشع لينحل إلى منتجه النهائي.

10) (التأريخ بالنشاط الإشعاعي الكيميائي) عملية تحديد عمر جسم ما عن طريق قياس كمية متبقية من نظير مشع معين بهذا الجسم.

2) صف ما يحدث للنوى غير المستقرة؟

تتحلل النوى غير المستقرة عن طريق انبعاث أشعة ألفا أو بيتا حتى يتكون عنصر مستقر.

3) اشرح طريقة التنبؤ باحتمالية أن يكون النظير مستقرا أم لا، إذا عرفت عدد النيوترونات والبروتونات الموجودة فيه.

تكون النظائر مستقرة إذا كانت نسبة n/p في نطاق 1:1 إلى 1.5:1 ، النظائر الأخف وزنا تكون النسبة قريبة من 1:1

والنظائر الأثقل وزنا تكون النسبة قريبة من 1.5:1

4) توقع معادلة نووية لاضمحلال ألفا لعنصر الراديوم – 226 المستخدم في أطراف مانعات الصواعق.

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

MR. HESHAM ELTOUKHY

5) صف القوى المؤثرة في الجسيمات الموجودة بالنواة واشرح السبب في عمل النيوترونات كمادة لاصقة تجعل النواة متماسكة بعضها مع بعض.

البروتونات موجبة الشحنة وتتنافر مع بعضها، النيوترونات متعادلة الشحنة ولا تتنافر مع بعضها أو مع البروتونات، القوة النووية الشديدة هي قوة جذب تؤثر في كل من البروتونات والنيوترونات، كلما زاد عدد النيوترونات زادت القوة النووية الشديدة.

6) مقدار الكمية المتبقية من عينة أمريكيوم – 241 يبلغ مقدارها 10 g بعد مرور أربعة أعمار النصف. علما بأن الأمريكيوم – 241 هو نظير مشع شائع الاستخدام في أجهزة كشف الدخان ويبلغ عمر نصفه 430 y

0.625 g

7) بعد مرور 2 y يتبقى كمية مقدارها 1.986 g من نظير مشع من عينة كانت كتلتها الأصلية 2 g

a) احسب نصف العمر.

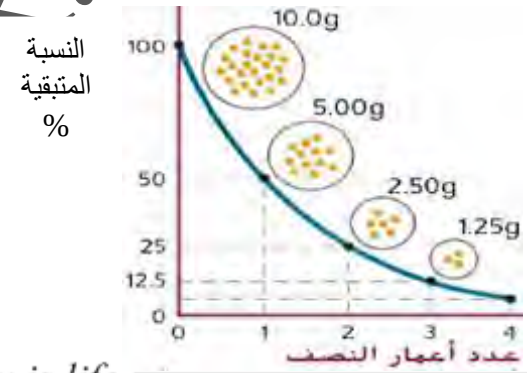
197 عام

b) ما الكمية المتبقية من النظير المشع بعد مرور 10 y

1.931 g

8) عينة من البولونيوم – 214 كتلته الأصلية 10 g عبر عن الكتلة المتبقية كنسبة مئوية للعينة الأصلية بعد فترة واحدة واثنين وثلاثة أعمار النصف. مثل بيانيا النسبة المئوية المتبقية مقابل عدد أعمار النصف. ما مقدار الوقت المنقضي عند بقاء 20% من العينة الأصلية؟

(عمر النصف البولونيوم – 214 هو 163.7 μs)



يتم إكمال الرسم، تكون النسبة 20% عند 2.3 نصف عمر

$t = 2.3 \times 163.7\ \mu s = 380\ \mu s$

MR. HESHAM EL TOUKHY

9) ما هي القوة النووية الشديدة؟ وفي أي جسيمات تتفاعل؟

تربط القوة النووية الشديدة النوى معا، البروتونات والنيوترونات.

10) اشرح الفرق بين انبعاث البوزيترون وأسر الإلكترون؟

انبعاث البوزيترون يتحول البروتون إلى نيوترون: $p \rightarrow n + e^{+}$

الأسر الإلكتروني يتحد بروتون مع إلكترون موجود في الغلاف الداخلي: $p + e^{-} \rightarrow n$

11) صنف كل نوع من الانحلال الإشعاعي؟

a) العدد الكتلي والعدد الذري لا يتغيران. انبعاث جاما

b) يبقى العدد الكتلي ثابتا وينخفض العدد الذري. انبعاث البوزيترون أو أسر الإلكترون.

12) ما أهمية نطاق الاستقرار؟

تتحلل النظائر الموجودة خارج النطاق تلقائيا.

13) ما هي سلسلة الانحلال الإشعاعي؟ ومتى تنتهي؟

سلسلة من التفاعلات النووية تبدأ بنواة غير مستقرة وينتج عنها نواة مستقرة، عندما ينتج نواة مستقرة.

14) ما العوامل التي تحدد كمية نظائر مشعة معينة في الطبيعة؟

عمر النصف وكمية النظائر التي تم إنتاجها.

15) في أي منطقة (مناطق) في الشكل المقابل قد تجد:

a) نوى مستقرة. B

b) نوى تخضع لانحلال ألفا. C

c) نوى تخضع لانحلال بيتا. A

d) نوى تخضع لانبعاث البوزيترون. D

MR. HESHAM EL TOUKHY

16) يستخدم الكربون – 14 نسبة محددة من نظيرين مشعين مختلفين. حدد النسبة المستخدمة في تأريخ الكربون – 14 لم تكون هذه النسبة ثابتة في الكائنات الحية؟

كربون – 12 وكربون – 14 ، النسبة ثابتة في الكائنات الحية، لأنها تمتص كربون – 14 الجديد داخل خلاياها، وبذلك تعوض ما استهلكته من كربون – 14 في الانحلال.

17) احسب نسبة النيوترونات إلى البروتونات في كل ذرة مما يلي:

a) القصدير – 134 1.68:1

b) الفضة – 107 1.28:1

c) الكربون – 12 1:1

d) الكربون – 14 1.33:1

18) أكمل المعادلات التالية:

$^{210}_{81}Tl$

$^{0}_{-1}\beta$

a) $^{214}_{83}Bi \rightarrow {}^{4}_{2}He +$ .....

b) $^{239}_{93}Np \rightarrow$ ..... $+ {}^{239}_{94}Pu$

19) اكتب معادلة نووية موزونة عن انحلال ألفا في أمريكيوم – 241 .

$$^{241}_{95}Am \rightarrow {}^{237}_{93}Np + {}^{4}_{2}He$$

20) اكتب معادلة نووية موزونة عن انحلال بيتا في سيزيوم – 137 .

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \beta$$

21) يمكن ان يستخدم الفيزيائيون أسر الإلكترون في سترونتيوم – 85 لدراسة تكون العظام، اكتب معادلة نووية موزونة لهذا التفاعل.

$$^{0}_{-1}e + {}^{85}_{38}Sr \rightarrow {}^{85}_{37}Rb$$

MR. HESHAM ELTOUKHY

22) عمر النصف لعنصر التريتيوم $^{3}_{1}H$ يساوي 12.3 y إذا أطلق 48 mg من التريتيوم من محطة توليد طاقة النووية أثناء وقوع حادث ما. فما كتلة النويدة التي ستبقى بعد 49.2 y وبعد 98.4 y؟

بعد 49.2 y : 3 mg

بعد 98.4 y : 0.188

23) يمكن أن تتعارض الشحنة الساكنة مع إنتاج المنتجات البلاستيكية بسبب جذب الأتربة والأوساخ. ولإنتاج ذلك يعرض المصنعون المنطقة إلى البولونيوم – 210 الذي يبلغ عمر نصفه 138 يوما. فما المقدار الذي سيتبقى في عينة بمقدار 25 g بعد عام واحد (365 d)؟

4 g

24) عمر النصف لعنصر البولونيوم – 218 هو 3 min إذا بدأ بمقدار 20 g فما المدة التي يستغرقها قبل أن تبقى 1 g فقط؟

13 min

25) يظهر نظير مشع مجهول 8540عملية انحلال في الثانية. وبعد 350 min انخفضت عمليات الانحلال إلى 1250 عملية في الثانية. فما هو عمر النصف؟

126 min

MR.HESHAM EL TOUKHY