

## الوحدة العاشرة

# الاضمحلال الإشعاعي وعمر النصف

## ١-١. تناقص النشاط الإشعاعي مع مرور الزمن

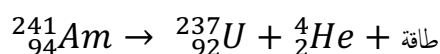
يمكن تحديد العمر التقريبي لمادة مينة بمعرفة معدل الاضمحلال للكربون-14 ( $^{14}_6C$ ) المشع،

## ٢-١. معادلات الاضمحلال الإشعاعي

أمران يجب أن تنتبه لهما في معادلات الاضمحلال الإشعاعي:

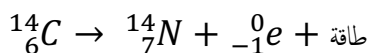
- 1- وزن المعادلة: أي يكون مجموع الأعداد الكتلية في طرفي المعادلة متساو، ومجموع الأعداد الذرية في طرفي المعادلة متساو.
  - 2- نوع الإشعاع الذي يجعل المعادلة موزونة.
- فيما يلي نورد أمثلة عن معادلات انبعاث الأشعة الثلاثة:

أ. معادلة انبعاث جسيم ألفا:

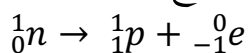


لاحظ أن هذا هو نوع الإشعاع الوحيد الذي يغير العدد الكتلي.

ب. معادلة انبعاث جسيم بيتا:

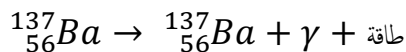


الذي حدث هو أن أحد النيوترونات اضمحل ليصبح بروتونا، وفقا للمعادلة التالية:



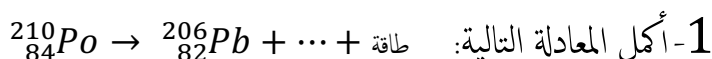
لاحظ أن هذا هو نوع الإشعاع الوحيد الذي يزيد العدد الذري.

ج. معادلة انبعاث إشعاع جاما:



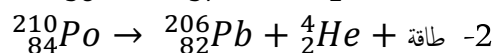
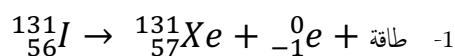
لاحظ أن هذا هو نوع الإشعاع الوحيد الذي لا يغير أيًا من العدد الكتلي أو الذري.

**أسئلة:**



2- أكتب معادلة موزونة لتبين اضمحلال ( $^{131}_{56}I$ ) مع انبعاث جسيم بيتا واحد لتكوين زينون (Xe).

**الإجابات:**

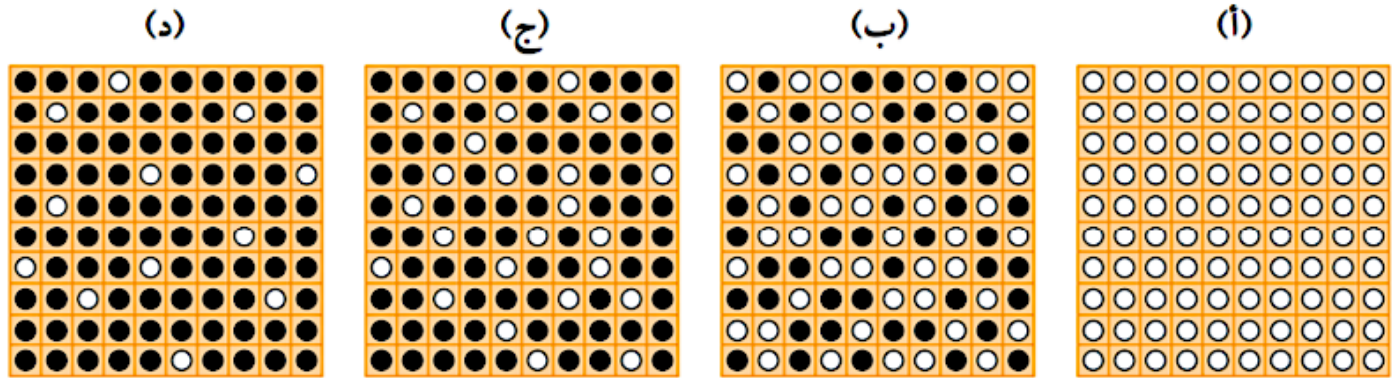


## ٣-١. عُمر النصف للمادة المشعة

عمر النصف للمادة المشعة: هو متوسط الزمن الذي يستغرقه اضمحلال نصف الذرات في العينة.

المادة المشعة تضمحل بنمط أسي: أي أنه خلال كل فترة عمر نصف، يضمحل نصف عدد الذرات المشعة بالعينة.

مثال: عينة من مادة بها 100 ذرة مشعة، وعمر النصف لها 5 دقائق. الشكل التالي يوضح كيف تضمحل أسيًا بمرور الزمن.



أ. في البداية: العينة بها 100 ذرة مشعة.

ب. خلال فترة عمر النصف الأولى: اضمحلت 50 ذرة، وتبقت 50 ذرة مشعة.

ج. خلال فترة عمر النصف الثانية: اضمحلت 25 ذرة، وتبقت 25 ذرة مشعة، ليصبح العدد الكلي للذرات المضمحلة 75.

د. خلال فترة عمر النصف الثالثة: اضمحلت 13 ذرة، وتبقت 12 ذرة مشعة، ليصبح العدد الكلي للذرات المضمحلة 88.

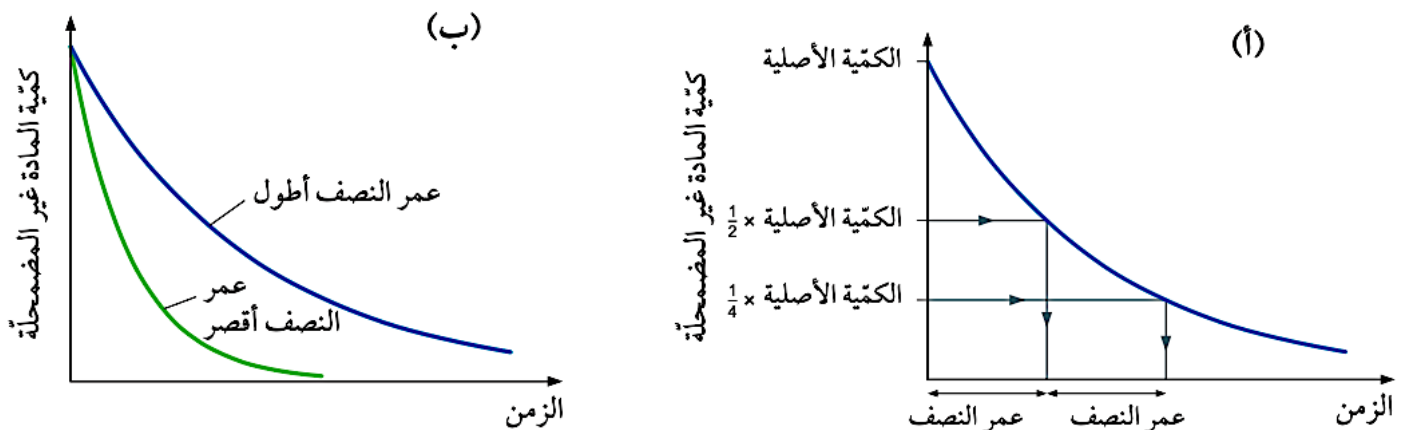
هـ. خلال فترة عمر النصف الرابعة: اضمحلت 6 ذرات، وتبقت 6 ذرات مشعة، ليصبح العدد الكلي للذرات المضمحلة 94.

و. خلال فترة عمر النصف الخامسة: اضمحلت 3 ذرات، وتبقت 3 ذرات مشعة، ليصبح العدد الكلي للذرات المضمحلة 97.

ونعبر عن نمط الاضمحلال لتلك العينة كالتالي:

$$100 \rightarrow 50 \rightarrow 25 \rightarrow 12$$

في الشكل التالي: التمثيل البياني (أ) يوضح الاضمحلال الأسي لمادة مشعة، والتمثيل البياني (ب) يوضح أن المواد المشعة المختلفة تضمحل بمعدلات مختلفة، حيث تضمحل المادة ذات عمر النصف الأقصر بمعدل أسرع.



## قياس النشاط الإشعاعي

النشاط الإشعاعي هو عدد الأنوية التي تضمحل في كل ثانية ووحدة قياسه تسمى بيكريل (Bq).  
فمثلاً: إذا كان النشاط الإشعاعي لعينة من مادة مشعة يساوي (5 Bq) فهذا يعني أن 5 أنوية في هذه العينة تضمحل كل ثانية.  
وأحياناً يسمى "معدل العد" وتكون وحدته مثلاً (عداً في الدقيقة) و (عداً في 10 s)، وهكذا.

### أسئلة:

1- عينة من عنصر مشع (X) يبلغ نشاطها (240 Bq). إذا كان عمر النصف لها 3 سنوات، فما الذي سيكون عليه نشاطها بعد 12 سنة؟

الطريقة الأولى (سهلة وتستخدم في جميع الحالات):

$$240 \xrightarrow{3y} 120 \xrightarrow{3y} 60 \xrightarrow{3y} 30 \xrightarrow{3y} 15 Bq$$

الطريقة الثانية: (تفضل إذا كان عدد فترات عمر النصف كبيراً)

عدد فترات عمر النصف يساوي خلال ال 12 سنة يساوي:

$$\frac{12}{3} = 4$$

النشاط الإشعاعي بعد 4 فترات عمر نصف يساوي:

$$\frac{240}{2^4} = 15 Bq$$

2- عينة من عنصر مشع يبلغ نشاطها (318 Bq). إذا كان عمر النصف لها 11 سنة، فما الذي سيكون عليه نشاطها بعد 55 سنة؟

$$318 \xrightarrow{11y} 159 \xrightarrow{11y} 79.5 \xrightarrow{11y} 39.8 \xrightarrow{11y} 19.9 \xrightarrow{11y} 10 Bq$$

3- عينة من عنصر مشع يبلغ نشاطها (968 Bq). إذا كان عمر النصف لها 45 سنة، فما الذي سيكون عليه نشاطها بعد 450 سنة؟

عدد فترات عمر النصف يساوي خلال ال 450 سنة يساوي:

$$\frac{150}{45} = 10$$

النشاط الإشعاعي بعد 10 فترات عمر نصف يساوي:

$$\frac{968}{2^{10}} = 95 Bq$$

### قياس عمر النصف من المنحنى الأسّي للاضمحلال

يُظهر المنحنى معدل الاضمحلال الإشعاعي لعنصر البروتكتينيوم-234 ( $^{234}\text{Pa}$ ).

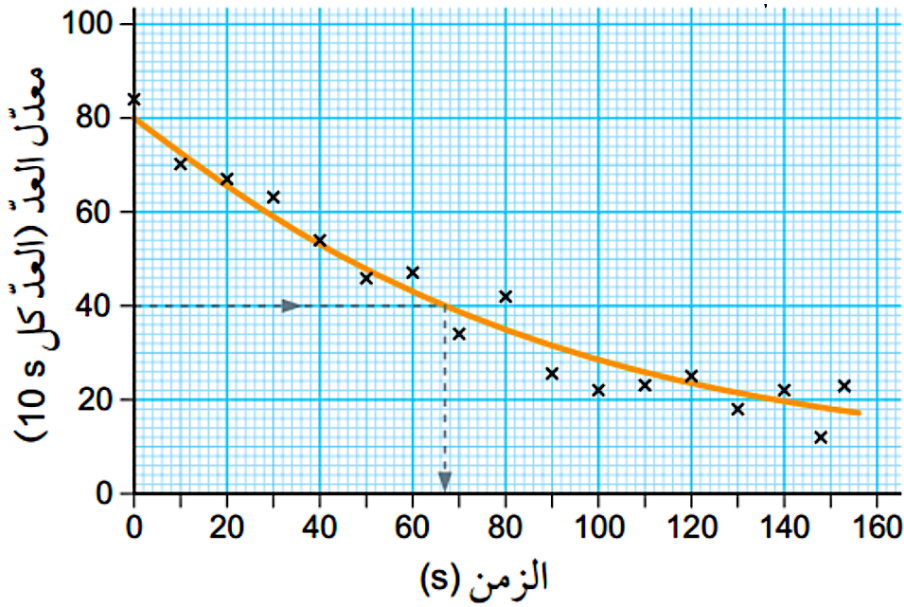
لمعرفة عمر النصف لهذا العنصر:

1. نحدد نصف عدد الذرات الابتدائي

وهو هنا يساوي 40.

2. ثم نحدد الزمن المقابل له وهو هنا

يساوي 67 s تقريباً.

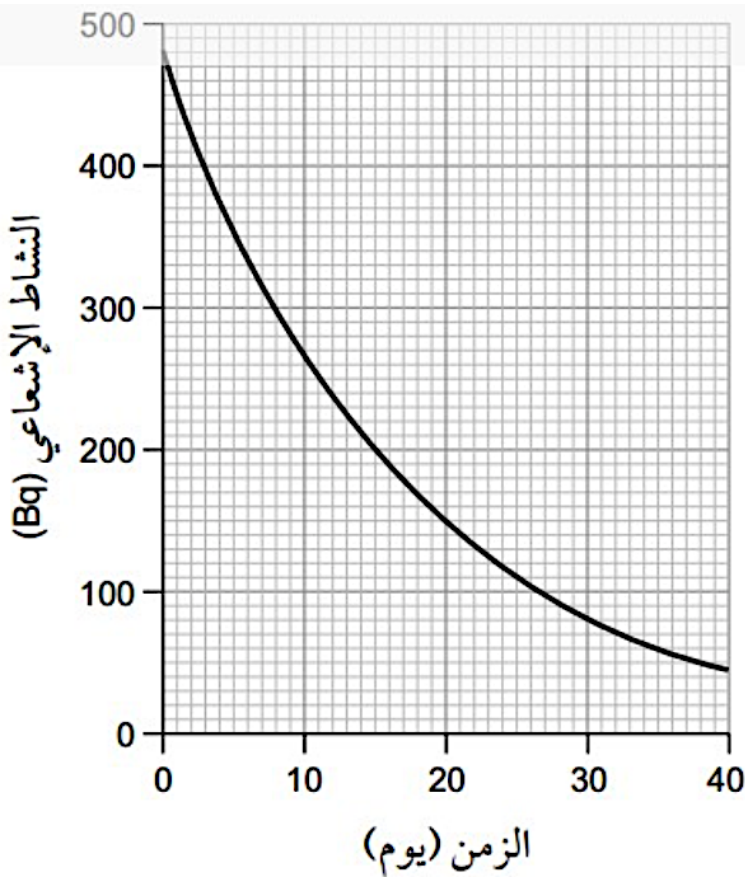


### 4- استخدم التمثيل البياني المقابل لتحديد عمر النصف للفسفور-32 ( $^{32}\text{P}$ )

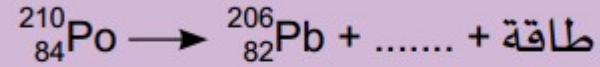
النشاط الإشعاعي الابتدائي = 480 Bq.

نصفه = 240 Bq.

فترة عمر النصف = 12 يوماً.



١٠-١ تمثّل المعادلة أدناه اضمحلال نواة البولونيوم لتشكيل نواة الرصاص.



أ. انسخ المعادلة وأكملها.

ب. بيّن أن العدد الذريّ مُتساوٍ في كلّ من طرفي المعادلة.

ج. بيّن أن العدد الكتليّ مُتساوٍ في كلّ من طرفي المعادلة.





ب. العدد الذري (عدد البروتونات):

في الطرف الأيسر للمعادلة:

84 بروتوناً، أي العدد الذري:  $Z = 84$

في الطرف الأيمن للمعادلة:

$84 = 82 + 2$ ، أي 84 بروتوناً، أي العدد الذري:  $Z = 84$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

ج. العدد الكتلي (عدد النيوكليونات):

في الطرف الأيسر للمعادلة:

210 نيوكليونات، أي العدد الكتلي:  $A = 210$

في الطرف الأيمن للمعادلة:

$210 = 206 + 4$ ، أي 210 نيوكليونات، أي العدد الكتلي:  $A = 210$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

١٠-٢ كتب أحد الطلاب في إجابته: «إن عُمر النصف لمادة مشعة هو الزمن الذي يستغرقه نصف عدد الذرات في عينة ما للاضمحلال». ما المفردة المفقودة من هذا التعريف لعُمر النصف؟

١٠-٣ تحتوي عينة من مادة مشعة على (200) ذرة غير مضمحلة. كم ذرة غير مضمحلة تبقى بعد 3 فترات أعمار نصف؟

١٠-٤ عُمر النصف للنظير المشع X يبلغ (10) أيام. يعطي عدّاد لعينة من هذا النظير معدّل عدّ ابتدائيًا يبلغ (440) عدًا لكل ثانية. كم سيبلغ معدّل العدّ بعد (30) يومًا؟

١٠-٥ عُمر النصف للنظير المشع Y يبلغ (2000) سنة. كم من الزمن يستغرق انخفاض نشاط عينة العنصر Y إلى ثمن قيمته الأصلية؟

٢-١٠ المتوسط «إن عُمر النصف لمادة مشعّة هو متوسّط الزمن الذي يستغرقه نصف الذرّات في عيّنة ما للاضمحلال».

٣-١٠ بعد فترة عُمر نصف واحدة، يبقى:

$$100 = \frac{200}{2}, \text{ 100 ذرّة}$$

بعد فترتين من عُمر النصف، يبقى:

$$50 = \frac{100}{2}, \text{ 50 ذرّة}$$

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى:

$$25 = \frac{50}{2}, \text{ 25 ذرّة}$$

أو  $2^n$  حيث  $n$  عدد فترات عمر النصف.

$$25 = \frac{200}{2^3}$$



١٠-٤

عدد فترات عُمر النصف:

$$3 = \frac{30 \text{ يومًا}}{10 \text{ أيام}} ; \text{ لذلك } 30 \text{ يومًا} = \text{ثلاث فترات من عُمر النصف}$$

بعد عُمر نصف واحد، يصبح معدّل العدّ:

$$220 = \frac{440}{2} , \text{ أي } 220 \text{ عدًا لكل ثانية}$$

بعد فترتين من عُمر النصف، يصبح معدّل العدّ:

$$110 = \frac{220}{2} , \text{ أي } 110 \text{ عدًا لكل ثانية}$$

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يصبح معدّل العدّ:

$$55 = \frac{110}{2} , \text{ أي } 55 \text{ عدًا لكل ثانية}$$

أو

$$\frac{440}{2^3} = 55$$

١٠-٥ بعد عُمر نصف واحد يُصبح نشاط العيّنة  $\frac{1}{2}$ :

بعد فترتين من عُمر النصف، يصبح النشاط:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

بعد ثلاث فترات من عمر النصف يصبح النشاط:

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

يكون الزمن المُستغرق ثلاث فترات من عُمر النصف أي:

$$6000 = 3 \times 2000, \text{ أي } 6000 \text{ سنة}$$

١ ما المقصود بالاضمحلال الإشعاعي؟

٢ اكتب معادلات لفظية لتبين ما يأتي:

أ. اضمحلال اليود-131 مع انبعاث جسيم بيتا لتكوين زينون-131.

ب. اضمحلال اليورانيوم-238 مع انبعاث جسيم ألفا لتكوين ثوريوم-234.

٣ اكتب معادلات موزونة باستخدام الرموز (مستعيناً بالجدول الدوري) لتوضّح الأمرين الآتيين:

أ. يضمحلّ  $^{233}_{92}\text{U}$  بانبعاث جسيم ألفا واحد.

ب. يضمحلّ  $^{14}_6\text{C}$  بانبعاث جسيم بيتا واحد.

١ انحلال لأنوية المواد المشعة غير المستقرة بإطلاق جسيمات أو إشعاع لتصبح أنوية مستقرة.

٢ أ. طاقة + بيتا + زينون-131 → اليود-131

ب. طاقة + ألفا + ثوريوم-234 → يورانيوم-238

٣ أ. طاقة +  ${}^4_2\text{He}$  +  ${}_Z^AX \rightarrow {}^{233}_{92}\text{U}$

ب. طاقة +  ${}^0_{-1}\text{e}$  +  ${}_Z^AX \rightarrow {}^{14}_6\text{C}$

العدد الذري:

$$92 = Z + 2$$

العدد الذري:

$$6 = Z - 1$$

$Z = 90$ ، (أي، من الجدول الدوري، ذرة الثوريوم (Th)

العدد الكتلي:

$$233 = A + 4$$

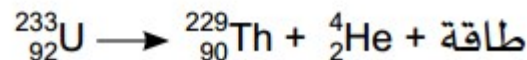
العدد الكتلي:

$$14 = A + 0$$

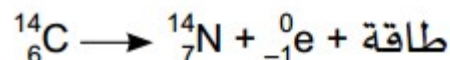
$A = 14$ ، (أي النظير نيتروجين-14)

$A = 229$ ، (أي النظير ثوريوم-229)

تصبح المعادلة:



تصبح المعادلة:



٤

يقيس عالمٌ نشاط مصدر مشعّ ب (150) عدًّا في الدقيقة.

إذا قام العالم على الفور بتكرار القياس لنفس المصدر وعند نفس الظروف، فهل سيكون النشاط (150) عدًّا في الدقيقة؟ اشرح السبب.

٥

تُعدّ الأشعّة الكونية القادمة من الفضاء أحد مصادر إشعاع الخلفية.

أ. تتمثل إحدى وحدات قياس النشاط الإشعاعي بالعدّ في الدقيقة. اذكر وحدة أخرى للنشاط الإشعاعي.

ب. تمّ قياس إشعاع الخلفية في مختبر الفيزياء فبلغ (19) عدًّا في الدقيقة، وتمّ قياس نشاط مصدر مشعّ ما في المختبر نفسه فوجد أنه (602) عدّ في الدقيقة، احسب نشاط هذا المصدر.

٦

أ. ما المقصود بمصطلح عمر النصف؟

ب. يبلغ عُمر النصف لنظير عنصر اليود المشعّ (I) ثمانية أيام، ويشكّل نشاط عيّنة من هذا النظير 100% في بداية التجربة، احسب:

١. نشاط العيّنة بعد (16) يومًا.

٢. عدد الأيام الذي سينخفض فيه نشاط العيّنة إلى (6.25%).



٤. كلا، لأن الاضمحلال الإشعاعي عشوائي وقد يكون نشاط المصدر قد انخفض.

٥. أ. البيكريل أو Bq هي وحدة أخرى للنشاط الإشعاعي.

ب. نشاط المصدر:

$$\text{عداً في الدقيقة } 583 = 602 - 19.$$

٦. أ. عُمر النصف هو متوسط الزمن المُستغرق (وليس نصف زمن عملية الاضمحلال الإشعاعي ككل) من أجل أن يتناقص النشاط (أو مُعدل العدّ) لعينة ما إلى النصف، أو ليتناقص عدد النوى المُشعّة إلى النصف.

ب. ١. بعد عُمر نصف واحد، يشكّل نشاط العينة:

$$\frac{100\%}{2} = 50\%$$

بعد فترتين من عُمر النصف، يشكّل نشاط العينة:

$$\frac{50\%}{2} = 25\%$$

٢. 100 مقسومة في كلّ مرّة على 2 لإيجاد عدد الفترات من عُمر النصف.

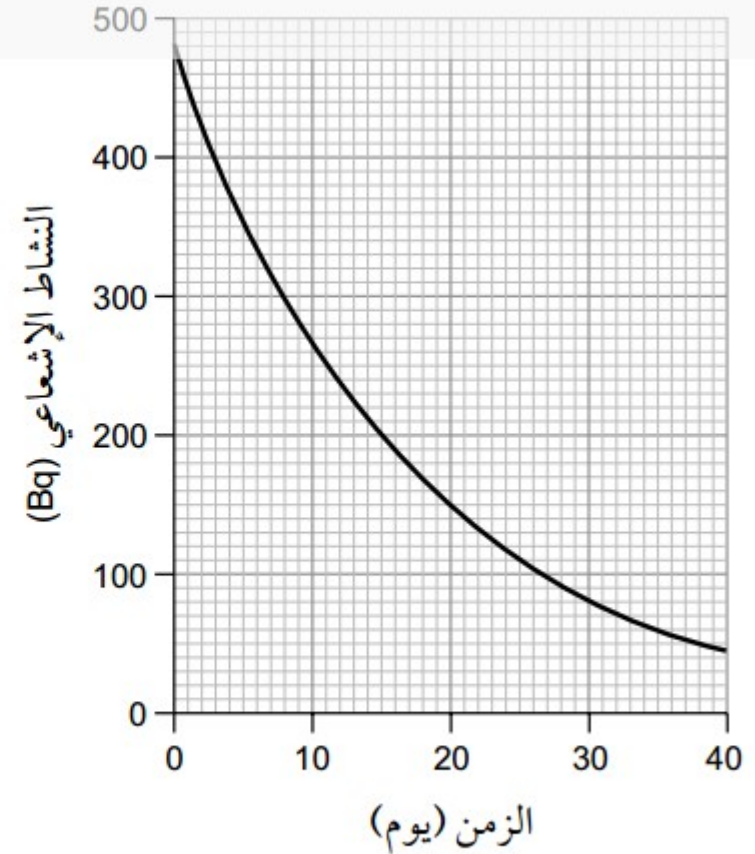
$$100 \leftarrow 50 \leftarrow 25 \leftarrow 12.5 \leftarrow 6.25 \%$$

عدد الفترات من عُمر النصف هو إذاً 4:

عدد الأيام:

$$32 = (4 \times 8), \text{ أي } 32 \text{ يومًا.}$$

يبيّن التمثيل البياني كيف يتغيّر نشاط عيّنة من الفوسفور-32 ( $^{32}\text{P}$ ) مع الزمن.



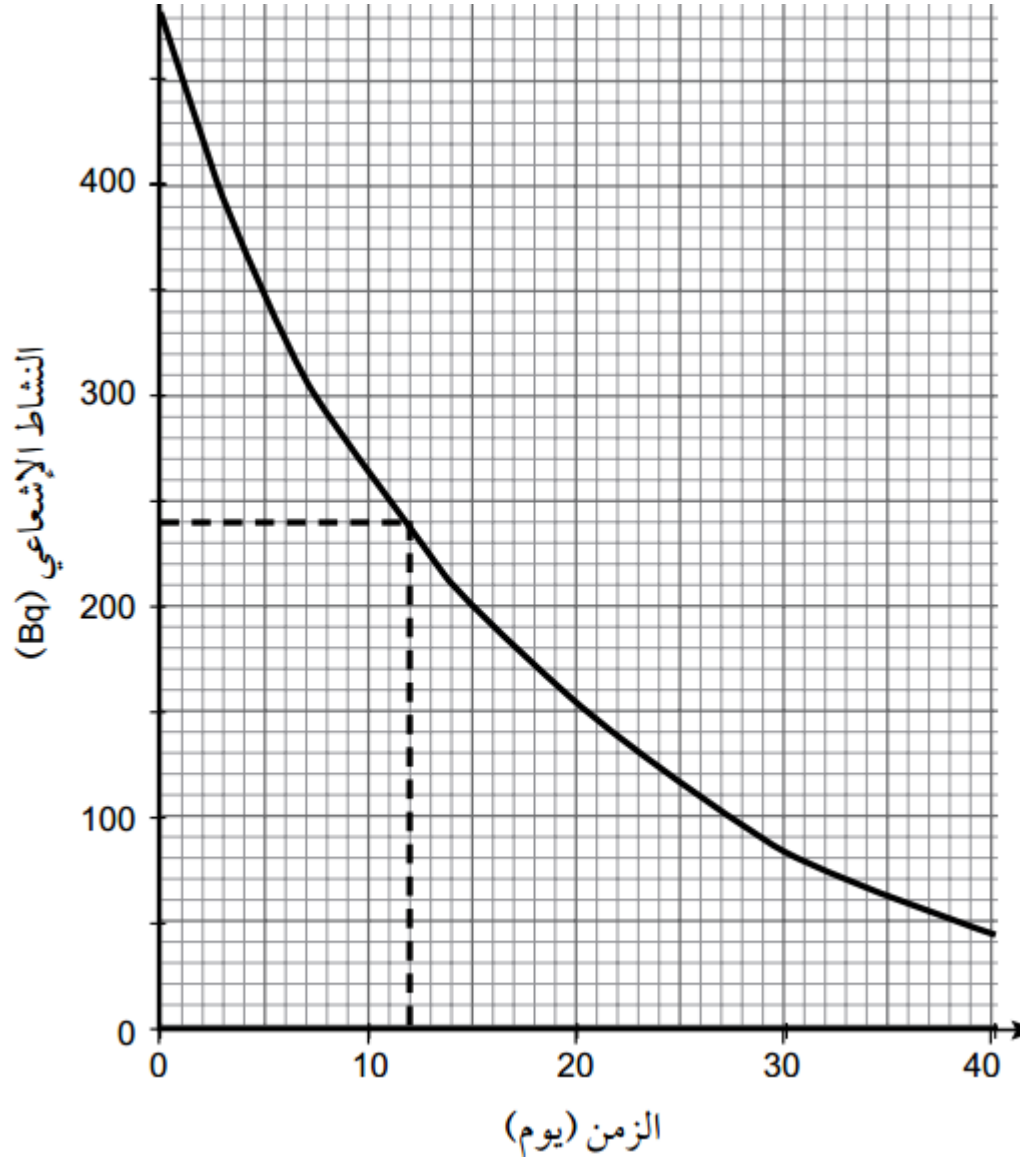
استخدم التمثيل البياني لتحديد عُمر النصف للفوسفور-32 ( $^{32}\text{P}$ ). وضح كيف توصّلت إلى إجابتك.

النشاط الابتدائي عند الزمن  $t = 0$  هو 480 Bq.

النشاط بعد فترة عُمر نصف واحد يُصبح:

$$\frac{480}{2} = 240 \text{ Bq}$$

الإجابة في المدى بين 11.5 و 12.



يتكوّن الكربون-14 بصورة طبيعية، وهو نظير مشعّ للكربون. عُمر النصف للكربون-14 يبلغ (5700) سنة. تظلّ نسبة ذرّات الكربون-14 في الكائنات الحية ثابتة، لأن أيّ كربون-14 يخضع للاضمحلال الإشعاعي سيُسْتبدَل بآخر، ما دام الكائن الحي يتناول الطعام، أو يقوم بعملية التمثيل الضوئي. لكن عندما يموت الكائن الحي، فلا يُسْتبدَل الكربون-14. عُثِرَ على دراسة في أمريكا الجنوبية تشير إلى أن نشاط الكربون-14 في الفحم المدفون في المواقع التي استخدمها البشر عبر عصور ما قبل التاريخ، يبلغ حوالي (28%)، مقارنة بالفحم المصنوع حديثاً.

أ. قدّر متى أُنتج هذا الفحم. وبيّن كيف توصّلت إلى إجابتك.

ب. ما هي فرضيّتك التي بنيت عليها هذا التقدير؟

أ. 25 % سيكون عمري نصف ممّا يدلّ على أن 28 % تعادل تقريباً عمري نصف.

$$\text{عُمرنا نصف يساويان: } 2 \times 5700 = 11400$$

لذلك يكون التقدير في مدى 11000 – 10000 سنة.

ب. نسبة الكربون-14 تبقى دائماً هي نفسها في الأنسجة الحيّة لأنها تُستبدل بآخر ما دام الكائن الحيّ يتناول الطعام أو يقوم بعملية التمثيل الضوئي. أمّا نسبة الكربون-14 في الفحم فلم تتغيّر بأي شيء آخر سوى بالاضمحلال.



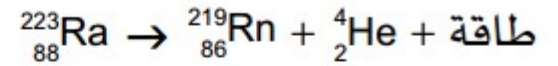
أ هناك نوعان من الجسيمات ينبعثان أثناء الاضمحلال الإشعاعي، هما ألفا وبيتا. يوضح الجدول ١-١٠ الرموز المستخدمة لهذين الجسيمين عندما نكتب مُعادلات الاضمحلال.

اكتب في العمود الأخير من الجدول ١-١٠ مُكوّنات هذه الجسيمات من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

الجسيم	الرمز	المُكوّنات
ألفا ( $\alpha$ )	${}^4_2\text{He}$	
بيتا ( $\beta$ )	${}^0_{-1}\text{e}$	

الجدول ١-١٠

ب توضّح المُعادلة الآتية كيف يضمحلّ نظير الراديوم ليصبح نظير الرادون.



١. ما الرمز الكيميائي للراديوم؟ .....
  ٢. ما الرمز الكيميائي للرادون؟ .....
  ٣. ما نوع الجسيم المُنبعث؟ .....
- يمكننا التحقق من أن المُعادلة موزونة عن طريق حساب العدد الكتلي (عدد النيوكليونات)، والعدد الذري (عدد البروتونات)، قبل الاضمحلال وبعده.
٤. وضّح أن العدد الذري (عدد البروتونات) هو نفسه قبل الاضمحلال وبعده.

المُكوّنات	الرمز	الجسيم
2 بروتون + 2 نيوترون	${}^4_2\text{He}$	ألفا ( $\alpha$ )
1 إلكترون	${}^0_{-1}\text{e}$	بيتا ( $\beta$ )

الجدول ١٠-١

١. الرمز الكيميائي للراديوم هو Ra.

٢. الرمز الكيميائي للرادون هو Rn.

٣. الجسيم المنبعث هو ألفا.

٤. في الطرف الأيسر للمعادلة:

88 بروتوناً، أي العدد الذري:  $Z = 88$

في الطرف الأيمن للمعادلة:

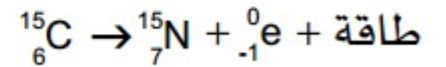
$86 + 2 = 88$ ، أي 88 بروتوناً، أي العدد الذري  $Z = 88$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر.

ج ما نوع الانبعاث المُشعّ الذي لا يغيّر عدد البروتونات أو النيوترونات في النواة؟

د في أي أنواع الانبعاثات المُشعّة يتغيّر عدد البروتونات في النواة؟ هل يزداد أم ينقص؟

ه توضّح المُعادلة كيف يضمحلّ نظير الكربون ليصبح نظيراً للنيتروجين.



١. وضّح أن هذه المُعادلة موزونة.

٢. اكتب المُعادلة اللفظية لتمثيل هذا الاضمحلال.

ج

الانبعاث المُشع الذي لا يغيّر عدد البروتونات أو النيوترونات في النواة هو إشعاع جاما .

د

يتغيّر عدد البروتونات عند انبعاث:

أشعة بيتا، حيث يزداد عدد البروتونات بمقدار بروتون واحد .

أشعة ألفا، حيث ينقص عدد البروتونات بمقدار بروتونين اثنين .

هـ

١ . في الطرف الأيسر للمعادلة:

6 بروتونات ، أي العدد الذري:  $Z = 6$

في الطرف الأيمن للمعادلة:

$6 = 7 - 1$ ، أي 6 بروتونات، أي العدد الذري  $Z = 6$

إذن الطرف الأيمن = الطرف الأيسر .

عدد النيكليونات:

قبل الاضمحلال: 15 نيوكليونا

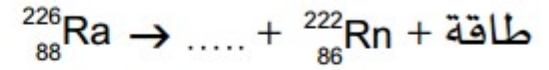
بعد الاضمحلال:

$15 = 15 + 0$ ، أي 15 نيوكليونا

٢ . طاقة + بيتا + نيتروجين-15  $\rightarrow$  الكربون-15



و أكمل مُعادلة الاضمحلال الآتية لتُبيّن كيف يضمحل نظير الراديوم ليُشكّل رادون.

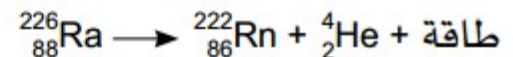


ز يحتوي نظير البروتاكتينيوم (Pa) على 91 بروتوناً و 140 نيوترونًا في نواته.

١. اكتب رمز هذه النُويدة.....

تضمحلّ هذه النُويدة مع انبعاث ألفا لتصبح نظيرًا للأكتينيوم (Ac).

٢. اكتب المُعادلة الكاملة لهذا الاضمحلال.



و

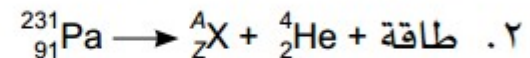
١. العدد الذري  $Z$  يساوي عدد البروتونات:  $Z = 91$ .

ز

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات:

$$A = Z + N = 140 + 91 = 231$$

رمز نويدة البروتاكتينيوم-231 هذه  $^{231}_{91}\text{Pa}$



٢.

العدد الذري:

$$91 = Z + 2$$

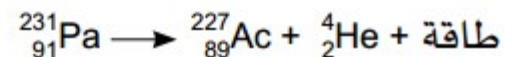
$$Z = 89$$

العدد الكتلي:

$$231 = A + 4$$

$$A = 227$$

تصبح المُعادلة:



أ تحتوي عيّنة من مادة مُشعّة على 2400 ذرّة غير مضمحلّة.

١. احسب العدد الذي سيبقى بعد ثلاث فترات من عُمر النصف.

٢. احسب العدد الذي سيضمحلّ خلال ثلاث فترات من عُمر النصف.

ب تحتوي عيّنة من مادة مُشعّة على 1000 ذرّة غير مضمحلّة. يبلغ عُمر النصف لهذه العينة 4.5 سنوات.

احسب العدد الذي يبقى ولا يضمحلّ بعد 9.0 سنوات.

ج مادة مُشعّة يبلغ عُمر النصف لها 13 سنة.

احسب الزمن الذي ستستغرقه الذرّات حتى تضمحلّ إلى ثُمن عددها الأصلي.

١. بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

$$\frac{2400}{2} = 1200, \text{ ذرّة } 1200$$

بعد فترتين من عُمر النصف، يبقى:

$$\frac{1200}{2} = 600, \text{ ذرّة } 600$$

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى خلال ثلاث فترات عمر نصف:

$$\frac{600}{2} = 300, \text{ ذرّة } 300, \text{ إذن عدد الذرّات المتبقّية للمادة المشعّة يساوي } 300 \text{ ذرّة.}$$

أو

$$\frac{2400}{2^n} = \frac{2400}{2^3} = 300$$

٢. عدد الذرّات التي اضمحلت خلال ثلاث فترات عمر نصف:

$$2400 - 300 = 2100, \text{ أي } 2100 \text{ ذرّة}$$

ب

عدد فترات أعمار النصف:

$$2 = \frac{9 \text{ سنوات}}{4.5 \text{ سنوات}} = \text{فترات عمر النصف. بعد فترة عُمر نصف واحد، يبقى:}$$

$$500 = \frac{1000}{2}, \text{ ذرّة } 500$$

بعد فترتين من عمر النصف، يبقى:

$$250 = \frac{500}{2}, \text{ ذرّة } 250$$

أو

$$250 = \frac{1000}{2^2} = \frac{1000}{2^n}$$

ج

بعد عمر نصف واحد يُصبح عدد الذرّات غير المضمحلة  $\frac{1}{2}$ :

بعد فترتي عُمرَي نصف، يُصبح عدد الذرّات غير المضمحلة:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

بعد ثلاث فترات من عمر النصف، يصبح عدد الذرّات غير المضمحلة:

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

يكون الزمن المستغرق ثلاث فترات من عمر النصف أي:

$$39 = 3 \times 13, \text{ أي } 39 \text{ سنة.}$$



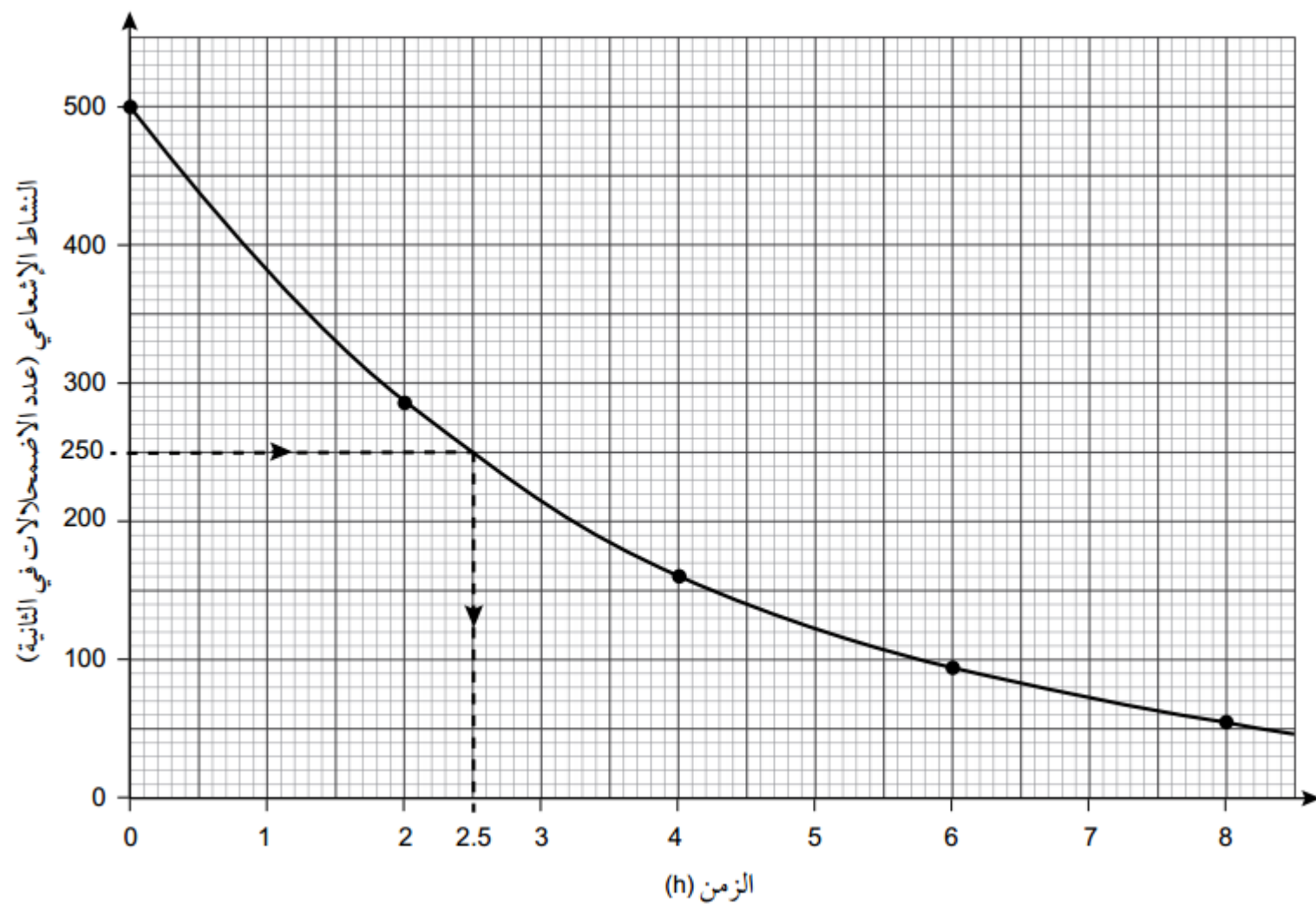
د يوضح الجدول ١٠-٢ كيف يتغير نشاط عينة مُشعّة مع اضمحلالها.

الزمن (ساعة)	0	2	4	6	8
النشاط الإشعاعي (عدد الاضمحلات في الثانية)	500	280	160	95	55

الجدول ١٠-٢

ارسم على الورقة البيانية الآتية منحنى التمثيل البياني للنشاط الإشعاعي بالنسبة إلى الزمن، واستنتج من المنحنى عُمر النصف للمادّة. وضّح طريقتك مُستعيناً بمنحنى التمثيل البياني.

عُمر النصف يُساوي تقريباً: .....



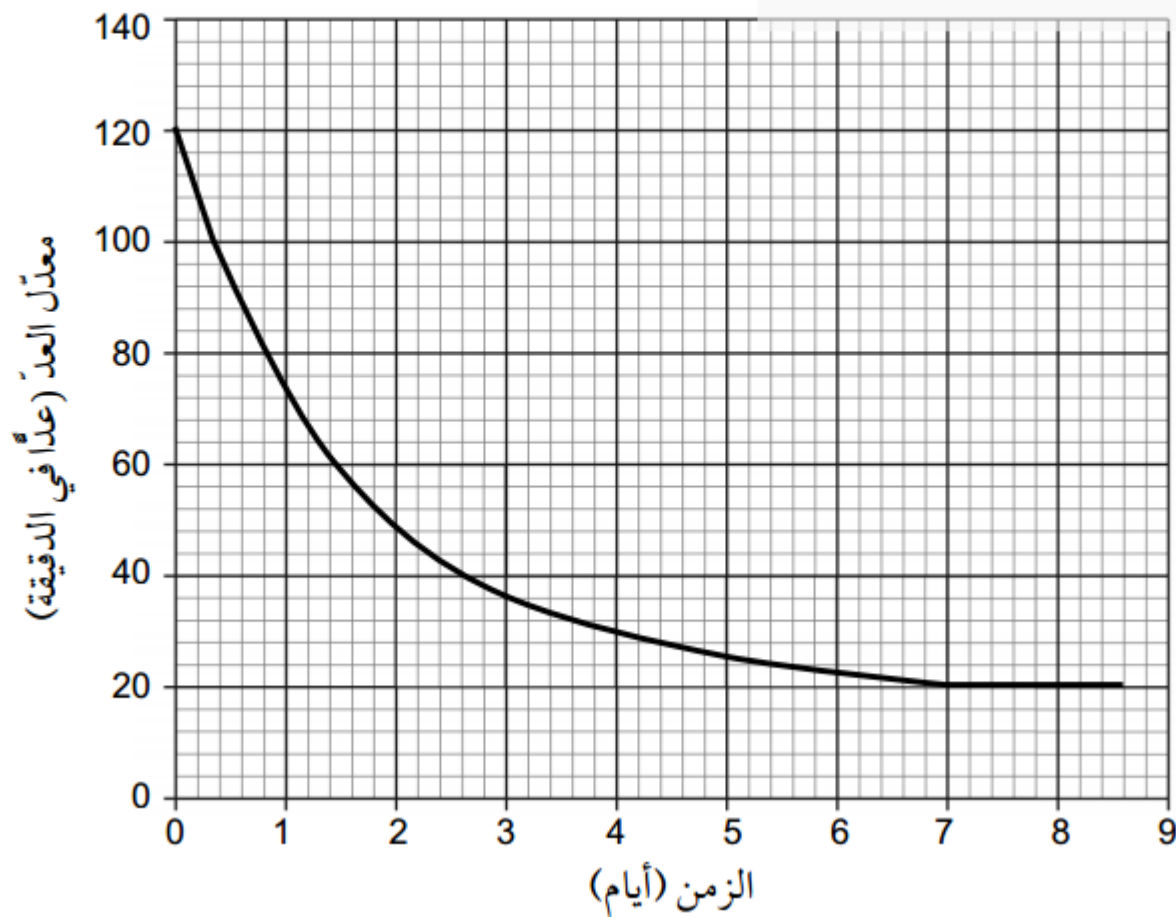
بعد عُمر نصف واحد، يصبح النشاط الإشعاعي  $\frac{1}{2}$  النشاط الإشعاعي الابتدائي، بالتالي يُصبح مُعدّل العدّ (عدد الاضمحلالات في الثانية):

$$250 = \frac{500}{2} ، \text{ أي } 250 \text{ عدداً لكل ثانية}$$

ابتداءً من النشاط 250 نرسم خطاً أفقياً موازياً لمحور الزمن. من نقطة التقاء الخط مع المنحنى نرسم نزولاً خطاً رأسياً موازياً لمحور النشاط الإشعاعي. ويكون التقاء الخط الرأسى مع محور الزمن هو عُمر النصف. بالتالي عُمر النصف هو 2.5 h.



يوضّح التمثيل البياني الآتي كمّية المادّة غير المضمحلّة في عيّنة من مادّة مُشعّة أثناء اضمحلالها مع الزمن. عندما يصل معدّل العدّ إلى مستوى منخفض جدًّا، يظلّ الكاشف يسجّل إشعاع الخلفية.



١. استعن بالتمثيل البياني، لتحدد معدل العد الناتج عن إشعاع الخلفية.

.....

.....

٢. حدد معدل العد الابتدائي الناتج عن المادة المشعة في الزمن صفر.

.....

.....

١. مستوى المنحنى البياني يتوقف ولا يستمرّ العدّ في الانخفاض تحت مُعدّل العدّ 20 عدًا في الدقيقة.

ممّا يدلّ على أن مُعدّل إشعاع الخلفيّة هو 20 عدًا في الدقيقة.

٢. مُعدّل العدّ الابتدائي لكلّ دقيقة الناتج عن المادّة المشعّة في الزمن صفر = مُعدّل العدّ عن المادّة المشعّة بالإضافة إلى إشعاع الخلفية في الزمن صفر - مُعدّل عدّ الخلفيّة:

$$100 = 120 - 20,$$

أي 100 عدّ في الدقيقة



١ تحتوي عيّنة من مادّة مُشعّة على 1200 ذرّة غير مضمحلّة.

أ. كم ذرّة ستبقى بعد فترة واحدة من عُمر النصف؟

.....

.....

ب. كم ذرّة ستبقى بعد فترتي عُمر نصف؟

.....

.....

ج. كم ذرّة ستضمحلّ خلال ثلاث فترات من عُمر النصف؟

.....

أ. بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

$$\frac{1200}{2} = 600, \text{ أي } 600 \text{ ذرّة}$$

ب. بعد فترتين من عمر النصف، يبقى:

$$\frac{600}{2} = 300, \text{ أي } 300 \text{ ذرّة}$$

ج. بعد ثلاثة فترات من عُمر النصف، يبقى:

$$\frac{300}{2} = 150, \text{ أي } 150 \text{ ذرّة}$$

عدد الذرّات التي اضمحلّت:

$$1200 - 150 = 1050, \text{ أي } 1050 \text{ ذرّة}$$

يبلغ عُمر النصف لمادّة الكربون-11 ( $^{11}_6\text{C}$ ) المُشعّة 20 دقيقة. تحتوي العيّنة في البداية على 20000 ذرّة غير مضمحلّة.

أ. كم ذرّة ستبقى غير مضمحلّة بعد 20 دقيقة؟

.....

.....

.....

ب. كم ذرّة ستبقى غير مضمحلّة بعد 60 دقيقة؟

.....

ج. ما عدد الذرّات التي ستضمحل خلال 60 دقيقة؟

.....

أ. 20 دقيقة هي عُمر نصف واحد.

بعد عُمر نصف واحد، يبقى:

$$10000 = \frac{20000}{2}, \text{ أي } 10000 \text{ ذرة غير مضمحلة}$$

ب. 60 دقيقة تُعادل ثلاث فترات من عُمر النصف.

بعد فترتين من عمر النصف، يبقى:

$$5000 = \frac{10000}{2}, \text{ أي } 5000 \text{ ذرة}$$

بعد ثلاث فترات من عُمر النصف، يبقى:

$$2500 = \frac{5000}{2}, \text{ أي } 2500 \text{ ذرة}$$

ج. عدد الذرات التي سوف تضمحل خلال 60 دقيقة:

$$17500 = 20000 - 2500, \text{ أي } 17500 \text{ ذرة}$$

٣ تعطي عيّنة من مادة مُشعّة مُعدّل عدّ يبلغ 400 عدّ في الدقيقة. من المعروف أن عُمر النصف لهذه المادة هو 3 أيام.

أ. كم سيكون معدّل العدّ بعد 6 أيام؟

ب. كم من الزمن سيستغرق انخفاض مُعدّل العدّ إلى 50 عدّاً في الدقيقة؟

أ. 6 أيام تُعادل فترتين من عُمر النصف.

بعد عُمر نصف واحد، يُصبح:

$$200 = \frac{400}{2}, \text{ أي } 200 \text{ عدّ في الدقيقة}$$

بعد فترتين من عُمر النصف، يُصبح:

$$100 = \frac{200}{2}, \text{ أي } 100 \text{ عدّ في الدقيقة}$$

بعد 6 أيام، سيكون مُعدّل العدّ: 100 عدّ في الدقيقة

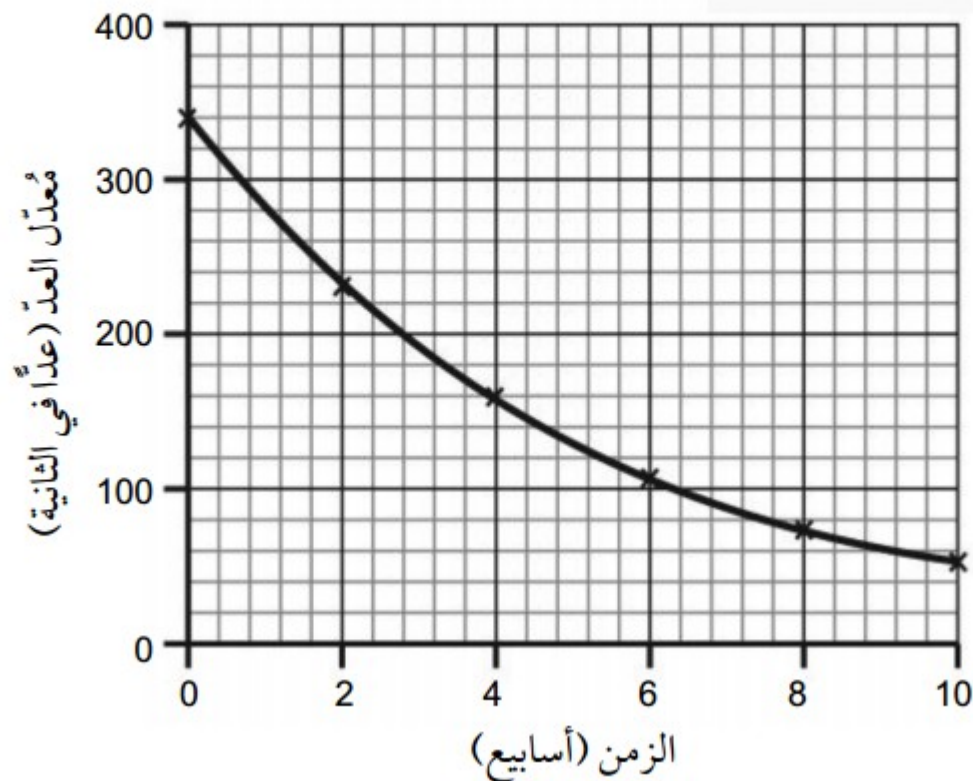
ب. بعد عُمر نصف واحد إضافي سوف يصبح مُعدّل العدّ:

$$50 = \frac{100}{2}, \text{ أي } 50 \text{ عدّا في الدقيقة}$$

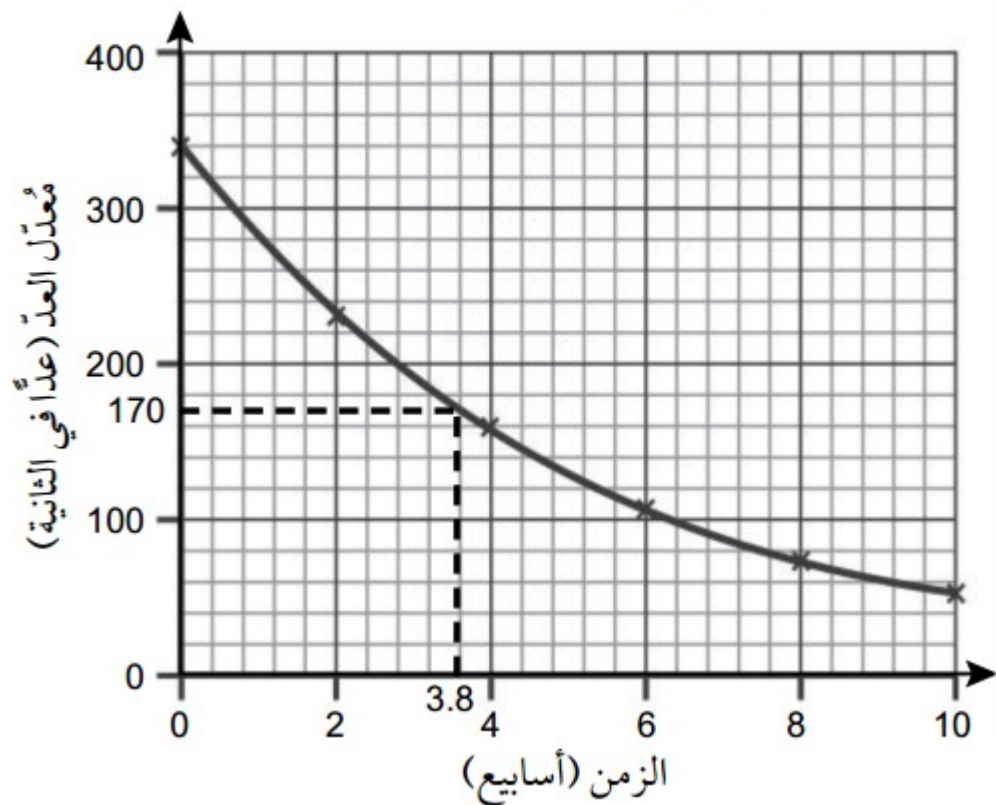
لذلك يُصبح الزمن الكامل ثلاث فترات من عُمر النصف، أي  $9 = 3 \times 3$  أيام.



تمّ قياس الإشعاع لعينة من مادة مُشعّة خلال 10 أسابيع. يوضّح منحنى التمثيل البياني كيف تغيّر مُعدّل العدّ. استنتج من منحنى التمثيل البياني عُمر النصف للمادة.



معدّل العدّ الابتدائي: 340 عدّا في الثانية. بعد عمر نصف واحد يصبح 170 عدّا في الثانية. وابتداءً من معدّل العدّ 170، نرسم خطاً أفقيّاً موازياً لمحور الزمن. ومن نقطة التقاء الخطّ مع المنحنى نرسم نزولاً خطاً رأسياً موازياً لمحور معدّل العدّ، ويكون التقاء الخطّ الرأسى مع محور الزمن هو عمر النصف. ويكون عمر النصف هو تقريباً 3.8 أسابيع.



٥ يوضّح الجدول كيف تغيّر مُعدّل العدّ لعَيّنة مُشعّة بمرور الزمن. ارسم تمثيلاً بيانياً لمُعدّل العدّ مع مرور الزمن، واستنتج منه عُمر النصف للعَيّنة.

الزمن (أيام)	0	1	2	3	4	5	6
مُعدّل العدّ (عدداً لكل دقيقة)	240	185	143	110	85	65	48

معدّل العدّ الابتدائي: 240 عدًّا في الثانية. بعد عمر نصف واحد يُصبح معدّل العدّ 120 عدًّا في الثانية. وابتداءً من معدّل العدّ 120، نرسم خطًّا أفقيًّا موازيًّا لمحور الزمن. ومن نقطة التقاء الخطّ مع المنحنى نرسم نزولاً خطًّا رأسيًّا موازيًّا لمحور معدّل العدّ، ويكون التقاء الخطّ الرأسي مع محور الزمن هو عمر النصف. ويكون عمر النصف هو تقريباً 2.7 يوم.

