

ملخص وشرح الوحدة التاسعة النشاط الإشعاعي



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية

موقع فايلاتي ⇨ المناهج العمانية ⇨ الصف العاشر ⇨ فيزياء ⇨ الفصل الأول ⇨ ملفات متنوعة ⇨ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-12-07 10:57:01

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل
منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر



صفحة المناهج
العمانية على
فيسبوك

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر والمادة فيزياء في الفصل الأول

ملخص وشرح الوحدة الثامنة فيزياء النواة	1
اختبار قصير ثاني محلول في الوحدة الرابعة (تأثيرات القوى)	2
تجميع أسئلة الاختبار القصير الأول	3
حصاد الوحدة الأولى (الشحنة الكهربائية)	4
الكبسولة الإثرائية للوحدة الحادية عشر (احتياطات السلامة)	5

9



النشاط الإشعاعي



إعداد: أ.يمنى الحجرية

النشاط الإشعاعي

- يذكر المقصود بإشعاع الخلفية .
- يذكر كيف يمكن للإشعاع أن يسبب ضرراً .
- يذكر بعض المصادر التي تؤدي إلى إشعاع الخلفية من المصادر الطبيعية والاصطناعية .
- يحدد مجموعات الأشخاص الذين يحتمل أن يكونوا أكثر عرضة لخطر الضرر من إشعاع الخلفية .



المادة المشعة

مادة تضمحل بانبعاث اشعاع من نوى ذراتها

الإشعاع

طاقة تنتشر
من مصدر
تحملها
جسيمات أو
موجات

(صلبة / سائلة / غازية)

نظير غير مستقر يبعث اشعاعا
حتى تصبح المادة مستقرة

تحتوي الطبيعة على الكثير من المواد الطبيعية المشعة

إشعاع الخلفية

هو إشعاع طبيعي منخفض الكثافة في البيئة المحيطة بنا.

أمثلتها

إشعاع ألفا وجاما وبيتا

مصادرها

الصخور
الكائنات الحية
الفضاء

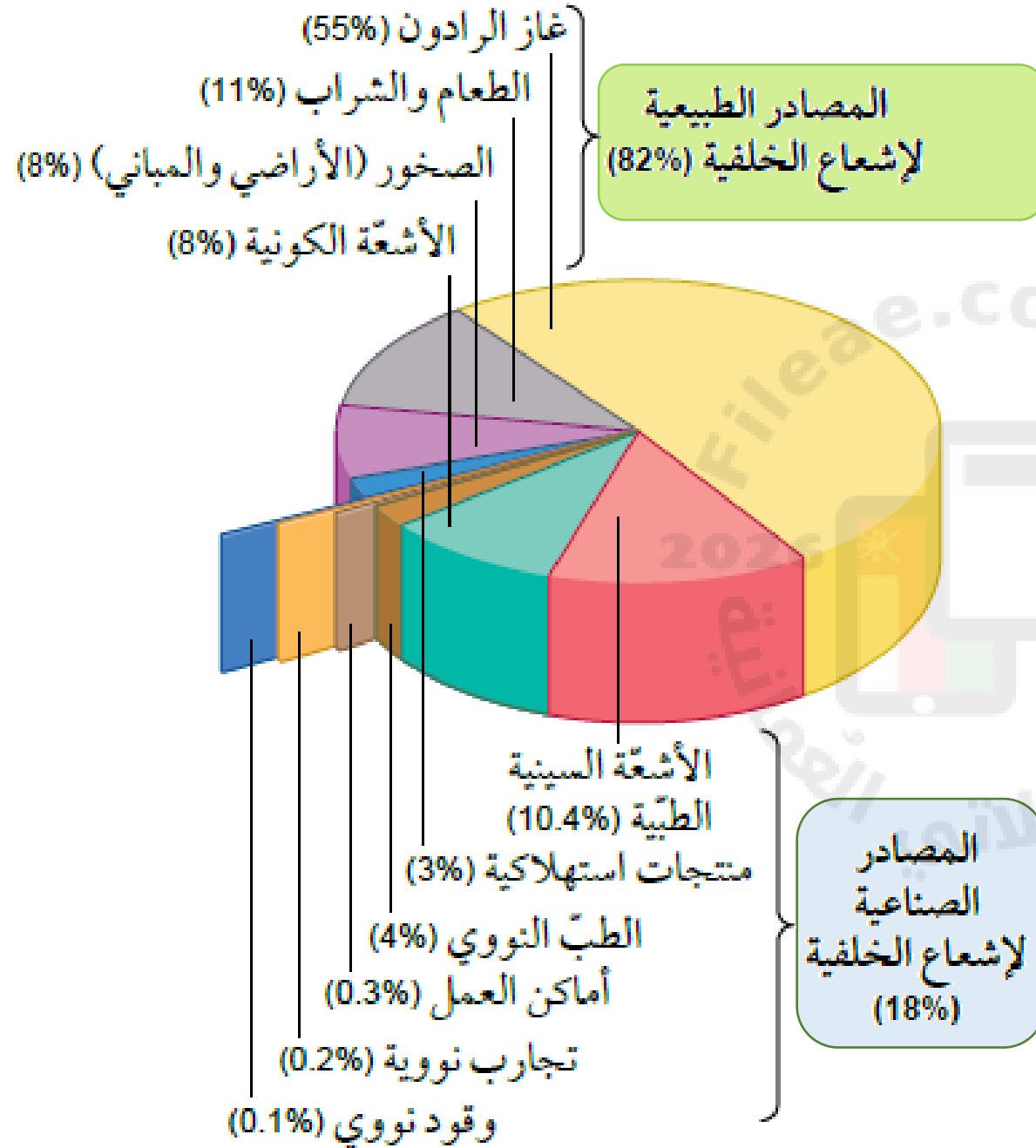


قد تسبب المواد المشعة ضررا في حالتين

إذا دخلت هذه المواد المشعة إلى أجسامنا؛
لأن إشعاعها يلحق الضرر بنا.

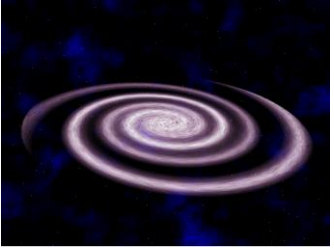
إذا تعرّضت أجسامنا للإشعاع الذي تنتجه
هذه المواد، فنقول حينئذٍ إننا قد تلقينا
جرعة من الإشعاع.

مصادر إشعاع الخلفية



المصادر الطبيعية لإشعاع الخلفية

الأشعة الكونية



الشمس والنجوم مصادر للإشعاع نسميها **الأشعة الكونية**

الأماكن المرتفعة والمسافرين في الجو أكثر عرضة لها.

الطعام والشراب



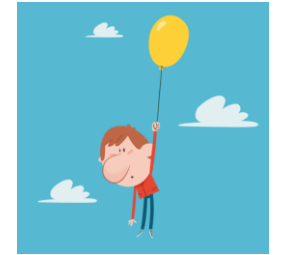
تدخل أجسام الحيوانات نظائر كربون مشعة.

الصخور



مثل نظائر اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم
المباني مشعة أيضا

غاز الرادون



ينتج غاز الرادون بعد عدة اضمحلالات متتالية لليورانيوم في الصخور.

تختلف كميته من مكان لآخر وفقا لتكوين الصخور.

نصف اشعاع الخلفية

المصادر الصناعية لإشعاع الخلفية

مكان العمل



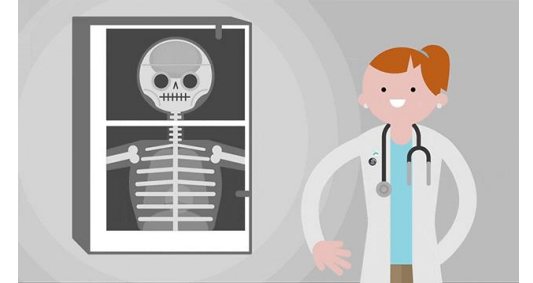
الذين يعملون في محطات الطاقة النووية أو السفن أو الغواصات التي تعمل بالطاقة النووية.

التجارب النووية



تجارب الأسلحة النووية

استخدامات طبية



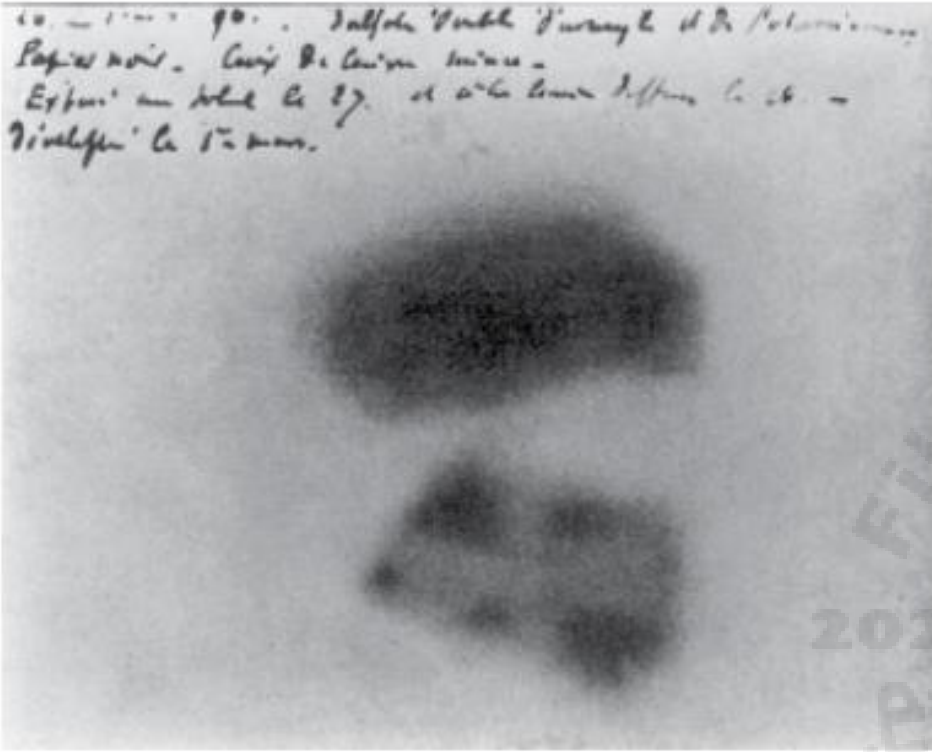
الأشعة السينية
وأشعة جاما (التصوير
الطبي وعلاج السرطان)

تأثير إشعاع الخلفية على التجارب

في تجارب قياس مستوى الإشعاع يجب قياس مستوى إشعاع الخلفية أولاً ثم طرحه من النتائج.

بعض التجارب ذات نشاط مرتفع جداً فلا تؤثر عليه إشعاع الخلفية.





كشف الإشعاع

شاهد الفيديو التالي ولاحظ كيف كشف العالم عن وجود نشاط إشعاعي

<https://www.youtube.com/watch?v=-0Mg8Bu07fl>

الصورة ٩-٨ واحدة من أولى الصور الفوتوغرافية لهنري بيكريل التي التقطت الإشعاع الناتج عن اليورانيوم، فالبقعتان السوداءان هما أثران لقطعتين من بلّورات تحتوي على يورانيوم، ولإظهار أن الإشعاع سيمرّ عبر فلزّ، وضع بيكريل قطعة نحاسية بين إحدى البلّورات والفيلم الفوتوغرافي، ويمكنك أن ترى «ظل» القطعة النحاسية على الصورة، قد تمّ التحميض في الأوّل من مارس (1896 م)

الفيزيائي هنري بيكريل اكتشف النشاط الإشعاعي من صخور فسفورية.

كشف بيكريل عن وجود الإشعاع باستخدام الفيلم الفوتوغرافي.

كشف الإشعاع

لرصد أسرع للإشعاع يستخدم

عداد جييجر

أنبوب جيجر مولر يدخل لها
الإشعاع مولدا نبضة كهربائية

مع كل نبضة يسمع صوت نقرة أو
تنبيه.



من خلال الفيديو لاحظي طبيعة هذه الإنبعاثات

https://www.youtube.com/watch?v=grht_e3aINl

الطبيعة العشوائية للإنبعاثات الإشعاعية

يستحيل توقع أي ذرة مفردة سيكون دورها.

الإنبعاثات الإشعاعية عملية عشوائية لا يمكن توقع متى سيحدث الإنبعاث التالي.

يحدث الإنبعاث الإشعاعي بشكل عشوائي

مكانيا وزمانيا

١-٩ ما المصدر الذي يساهم بشكل أكبر في إشعاع الخلفية؟

٢-٩ لماذا يُرجَّح أن يتعرَّض الأشخاص الذين يعيشون في أماكن أعلى عن مستوى سطح البحر لمستويات أعلى من إشعاع الخلفية؟

٣-٩ ما النسبة المئوية لمتوسط الجرعة السنوية لإشعاع الخلفية التي يتعرَّض لها الإنسان من مصادر صناعية؟

٤-٩ اذكر ثلاثة مصادر للتعرُّض للإشعاع من مصادر صناعية.

٥-٩ اذكر طريقتين للكشف عن الإشعاع من المواد المشعَّة.

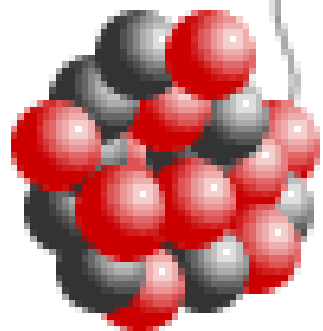
غاز الرادون في الغلاف الجوي.

لأن سماكة الغلاف الجوّي تكون أقلّ فوق الأماكن المرتفعة عن مستوى سطح البحر، وبالتالي يتعرَّض الأشخاص الذين يعيشون في هذه الأماكن لمستويات أعلى من إشعاع الخلفية الكونية.

18% تقريبًا.

استخدامات طبيّة، تجارب الأسلحة النووية، منتجات استهلاكية، بعض أماكن العمل.

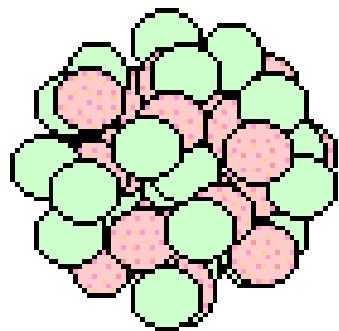
عدّاد جيغر أو الفيلم الفوتوغرافي.



A_ZX

فهم النشاط

الإشعاعي



ينبعث إشعاع عندما تكون النواة غير مستقرة
فتبعث اشعاعات لتصبح مستقرة.

الإضمحلال الإشعاعي

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

أنواع الإشعاعات

أشعة جاما

γ

الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من نواة ذرة أثناء الاضمحلال الإشعاعي.

موجات ذات طول موجي قصير جدًا وتحمل طاقة كبيرة

ليس لها شحنة

جسيم بيتا

β

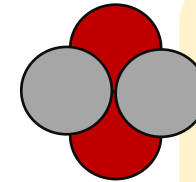
إلكترون ينبعث من نواة ذرة أثناء الاضمحلال الإشعاعي

ليس أحد الإلكترونات التي تدور حول النواة وإنما ينبعث من داخل النواة (نيوترون يتحول لبروتون وإلكترون)

شحنته سالبة وكتلته أقل بكثير من جسيم ألفا

جسيم ألفا

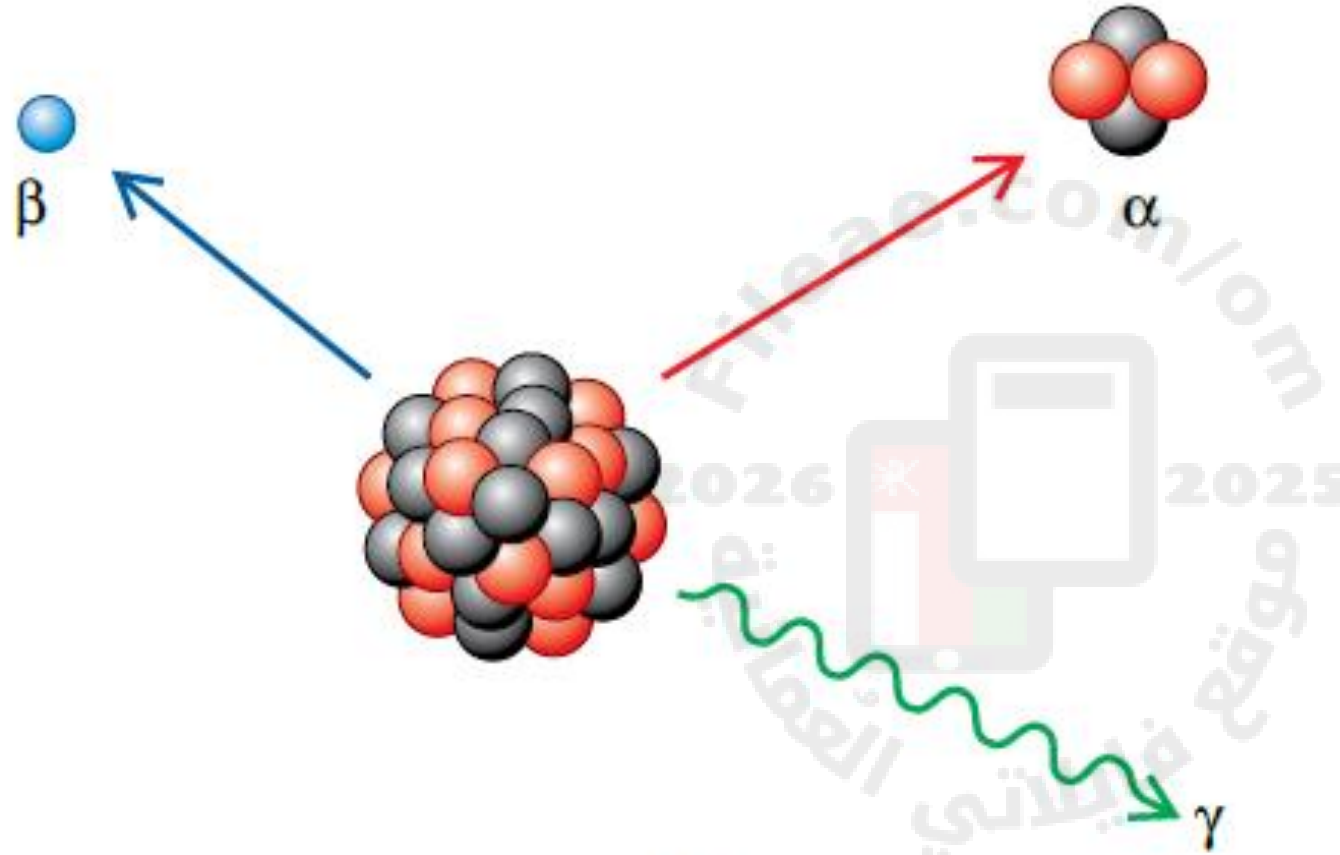
α



جسيم مكون من بروتونين ونيوترونين ينبعث من نواة ذرة أثناء الاضمحلال الإشعاعي.

عبارة عن نواة ذرة الهيليوم

شحنته موجبة



عندما تنبعث جسيمات
ألفا أو بيتا فإنه تتشكل
ذرة لعنصر آخر
وذلك بسبب تغير عدد
البروتونات والنيوترونات
في النواة.

الشكل ٩-٢ تنبعث الأنواع الثلاثة للإشعاع من نواة
الذرة المشعة

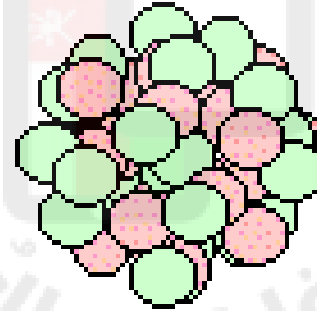
اسم الأشعة	الرمز	مكوّن من	الكتلة	نوع الشحنة
ألفا	α أو ${}^4_2\text{He}$	2 بروتون + 2 نيوترون	(كتلة البروتون $\times 4$) تقريباً	موجبة
بيتا	β أو ${}^0_{-1}\text{e}$	إلكترون	$\frac{\text{كتلة البروتون}}{1840}$ تقريباً	سالبة
جاما	γ	إشعاع كهرومغناطيسي	0	لا تحمل شحنة

الجدول ٩-١ ثلاثة أنواع من الإشعاع تنتجها المواد المشعة

ما نوع الإشعاع الذي انبعث؟

- Proton
- Neutron
- Electron

جسيم بيتا



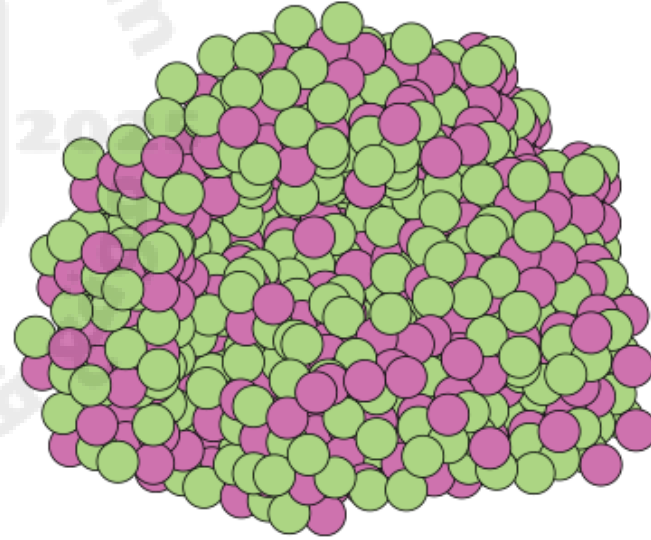
LOJ (02/ 2001)

ما نوع الإشعاع الذي انبعث؟

جسيم ألفا

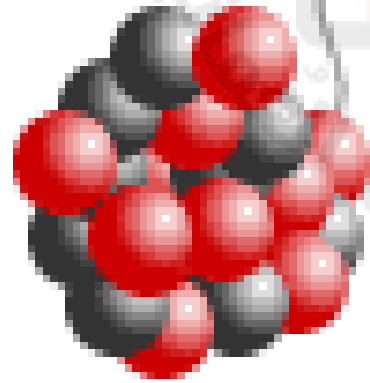
● Proton

● Neutron



ما نوع الإشعاع الذي انبعث؟

أشعة جاما



Fileae.com/om
2026 2025
موقع فايلاتي

أَسْئَلَة

٦-٩ أ. ما الإشعاع الصادر عن مادّة مشعّة وله شحنة موجبة؟

إشعاع ألفا (α)

ب. ما الإشعاع الصادر عن مادّة مشعّة وله شحنة سالبة؟

إشعاع بيتا (β)

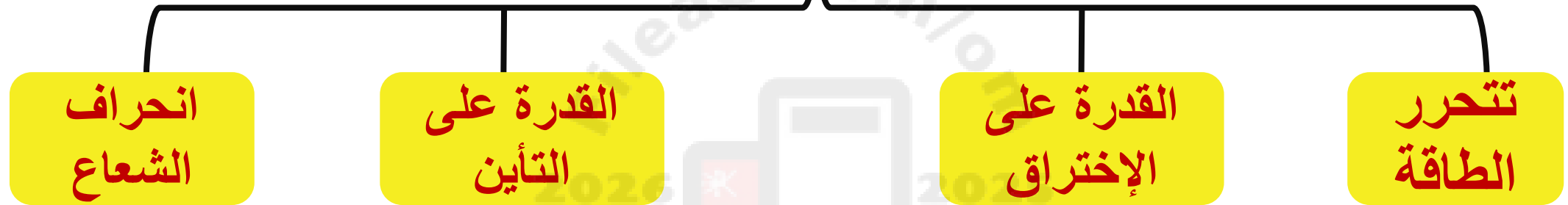
٧-٩ ما اسم الجسيم الذي نرّمز إليه بإشعاع β ؟

الالكترون

٨-٩ أيّ نوع من أنواع الإشعاعات (ألفا، بيتا، جاما) هو إشعاع كهرومغناطيسي؟

أشعة جاما

خواص الإشعاعات



تتحرر الطاقة

انبعاث أشعة جاما

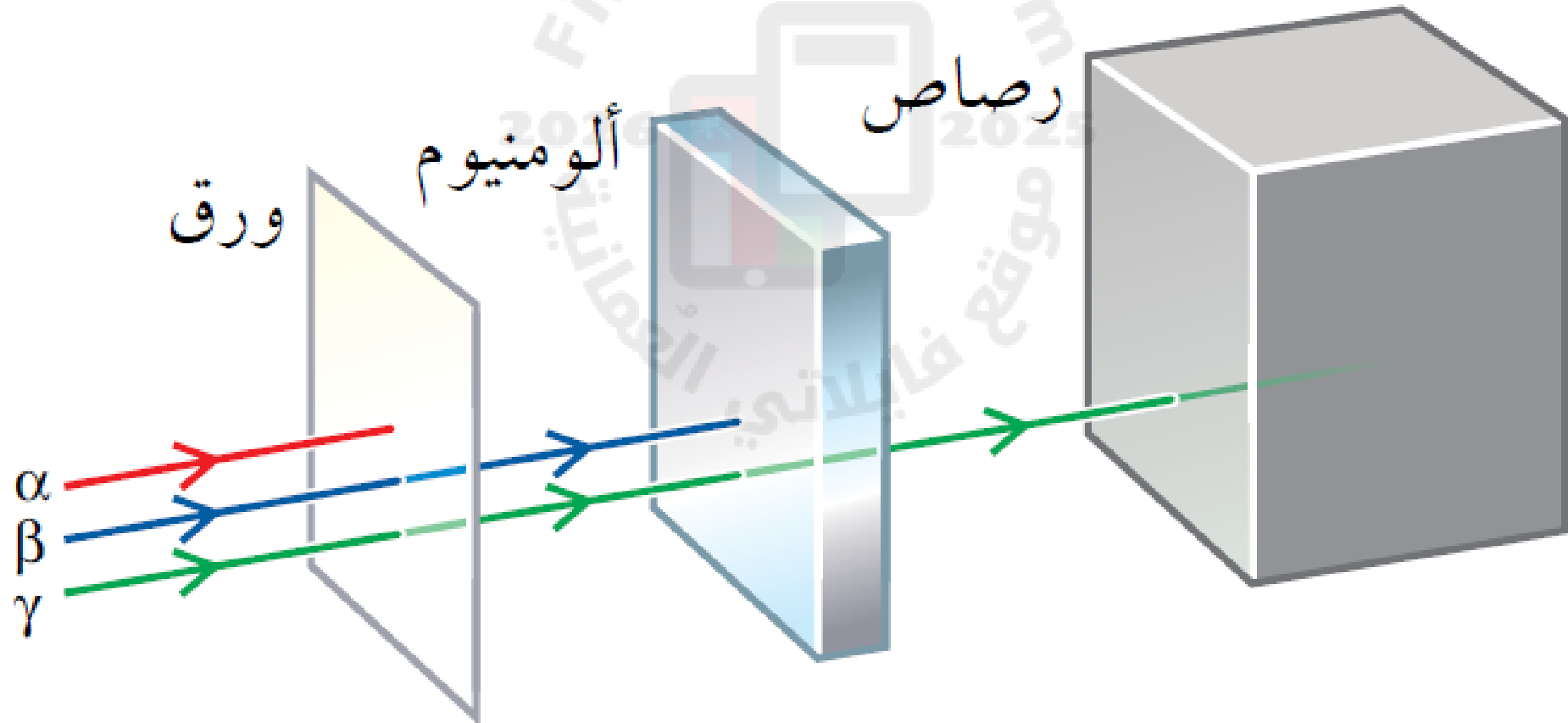
ينقل طاقة على شكل إشعاع
كهرومغناطيسي بسرعة
الضوء.

انبعاث جسيمى
ألفا وبيتا

يتم بسرعة عالية جدًا،
والنواة التي تحرر أيًا منهما
ترتد بحركة بطيئة، ويكون
لكل من الجسيمين الناتجين
طاقة حركة

القدرة على الإختراق

أي أشعة لها أكبر قدرة على الإختراق وأيها الأقل؟



القدرة على الإختراق

أشعة جاما

γ

الأكثر قدرة على الاختراق

جسيم بيتا

β

تنتقل حوالي متر واحد في الهواء، وتخترق ورقة رقيقة بسهولة، ولكن يمكن أن تمتص بواسطة فلز سمكه عدة ملليمترات، مثل صفيحة الألومنيوم.

جسيم ألفا

α

الأسهل امتصاصاً

القدرة على التأين

الإشعاع المؤين: الإشعاع (المنبعث من مواد مشعة مثلاً) الذي يسبب التأين.

التأين: عندما يصبح الجسيم (ذرة أو جزيء) مشحوناً كهربائياً بفقدانه أو اكتسابه إلكترونات.

أشعة جاما

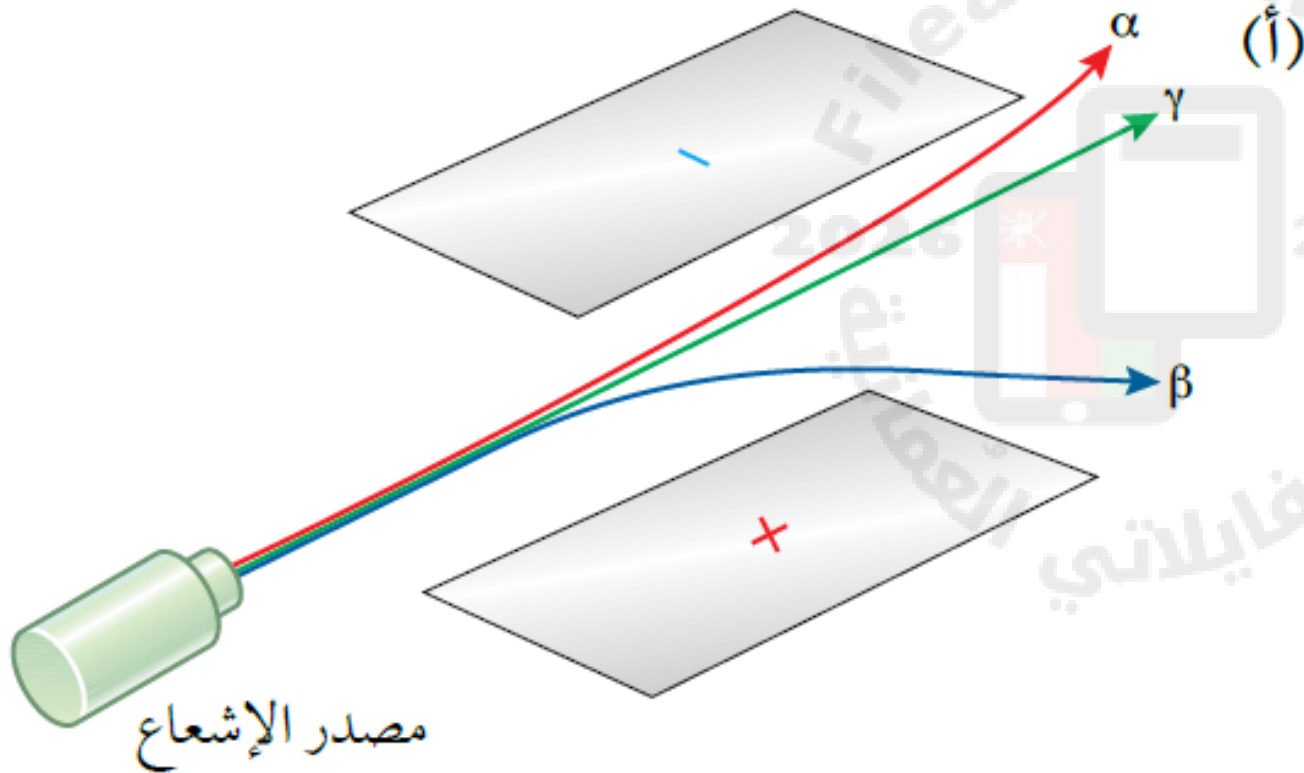
الأقل قدرة على التأين

جسيمات ألفا

الأكثر قدرة على التأين

انحراف الشعاع

في مجال كهربائي



ينحرف نحو الطرف السالب

جسيم ألفا α

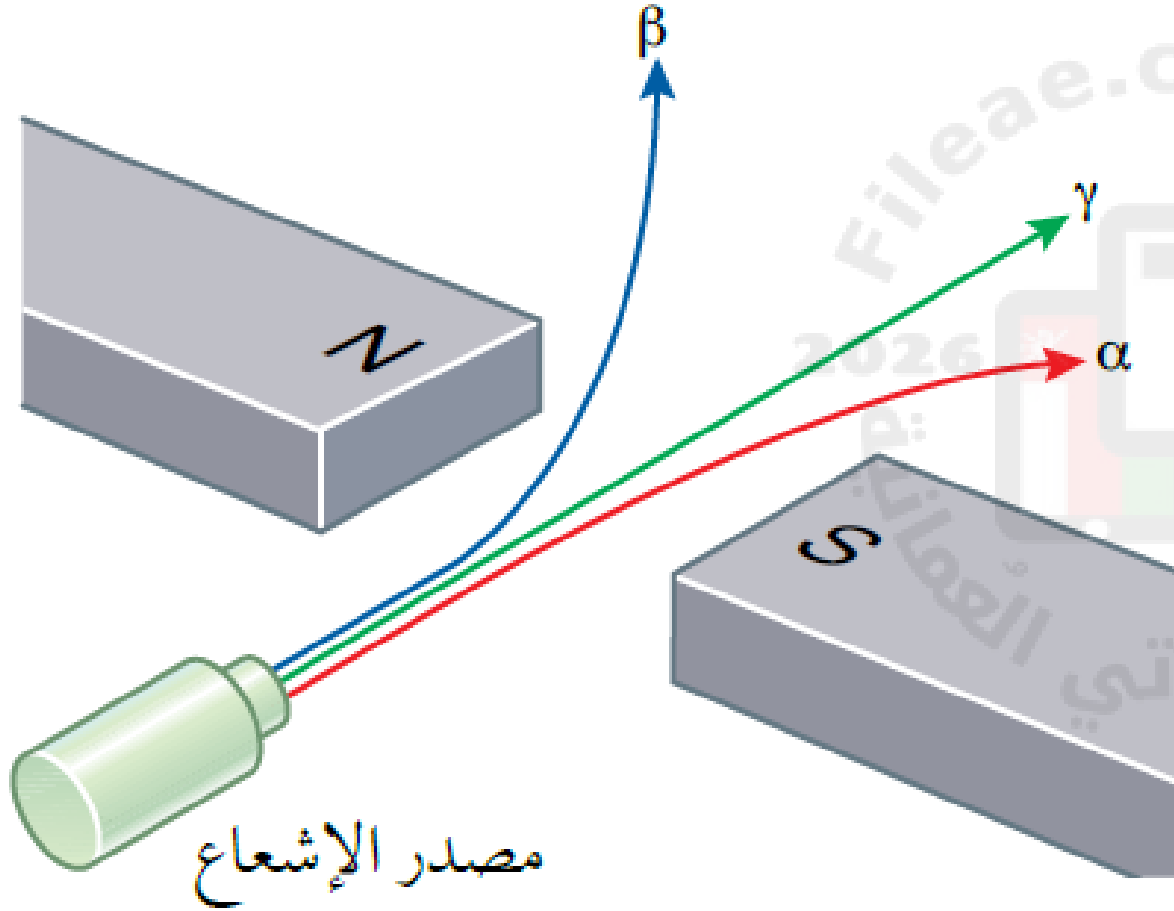
ينحرف نحو الطرف الموجب

جسيم بيتا β

لا تنحرف لأنها غير مشحونة

أشعة جاما γ

انحراف الشعاع



في مجال مغناطيسي

تتحرفان في اتجاهين
متضادين بفعل القوة
المؤثرة على كل
منهما

جسيم ألفا α

جسيم بيتا β

لا تتحرف لأنها غير مشحونة

أشعة جاما γ

خواص الإشعاعات

انحراف الشعاع

انبعاث أشعة جاما

لا تنحرف

انبعاث جسيمي ألفا وبيتا

تنحرف في المجال الكهربائي والمغناطيسي في اتجاهين متضادين

القدرة على التأين

جسيم ألفا

α

الأكثر قدرة على التأين

أشعة جاما

γ

الأقل قدرة على التأين

القدرة على الإختراق

جسيم ألفا

α

الأسهل امتصاصاً

أشعة جاما

γ

الأكثر قدرة على الاختراق

تحرر الطاقة

انبعاث أشعة جاما

على شكل إشعاع كهرومغناطيسي

انبعاث جسيمي ألفا وبيتا

على طاقة حركة

انحراف الإشعاع	القدرة على التأين	القدرة على الإختراق	الطاقة المتحررة	الخصائص نوع الإشعاع
<ul style="list-style-type: none"> • ينحرف في المجال الكهربائي (باتجاه الطرف السالب). • ينحرف في المجال المغناطيسي. 	الأكثر قدرة على التأين	الأسهل امتصاصاً (بواسطة ورقة)	يتم بسرعة كبيرة ويكون لكل جسيم طاقة حركة.	جسيم ألفا
<ul style="list-style-type: none"> • ينحرف في المجال الكهربائي (باتجاه الطرف الموجب). • ينحرف في المجال المغناطيسي. • انحرافه أكبر من الفا 		تخترق ورقة رقيقة بسهولة، ولكن يمكن أن تُمتصّ بواسطة فلزّ سمكه عدة ملّيمترات.	يتم بسرعة كبيرة ويكون لكل جسيم طاقة حركة.	جسيم بيتا
لا ينحرف في المجال الكهربائي ولا في المغناطيسي.	الأقل قدرة على التأين	الأكثر قدرة على الاختراق ويمتص بواسطة صفيحة رصاص	ينقل طاقة على شكل إشعاع كهرومغناطيسي	أشعة جاما

أسئلة

٩-٩ سمّ ثلاثة أنواع من الإشعاعات المؤيَّنة.

٩-١٠ لماذا لا تنحرف أشعة جاما في المجال المغناطيسي؟

٩-١١ أ. أيّ نوع من الإشعاع ينبعث من مصدر مشعّ وله قدرة أكبر على التأيين؟

ب. ما علاقة «قدرة أكبر على التأيين» بسهولة امتصاص هذا الإشعاع؟

الإشعاعات المؤيَّنة: α ، β ، γ ،
والأشعة السينية.

لأن ليس لها شحنة كهربائية.

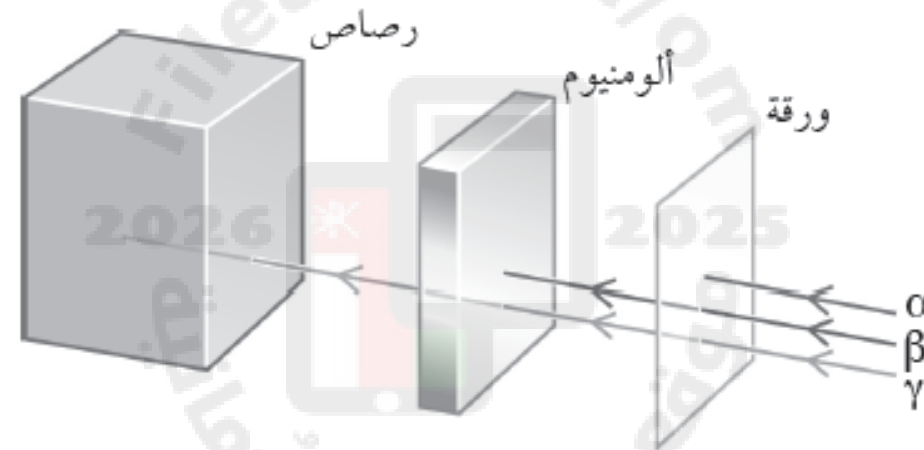
إشعاع α له قدرة أكبر على التأيين.

كلّما كانت قدرة الإشعاع على التأيين أكبر يعني ذلك أن امتصاصه يتمّ بسهولة أكثر من البقية.

تمرين ٩-١ طبيعة الإشعاع

تبعث المواد المُشعَّة إشعاعاً، وعندما يمرّ الإشعاع عبر مادة، قد يتم امتصاصه ويساعدنا ذلك على التمييز بين الأنواع الثلاثة للإشعاع.

أ يوضِّح الرسم التخطيطي أدناه كيف تمتصُّ الموادُّ المختلفة الأنواع الثلاثة للإشعاع المُنبعث من مواد مُشعَّة.



١. تُستخدَم في الرسم رموز. اكتب دلالات الرموز هنا:

..... α ألفا

..... β بيتا

..... γ جاما

٢. أي نوع من الإشعاع له أكبر قدرة على الاختراق؟

.....
. أشعة جاما

٣. ما نوع الإشعاع الذي يمكن امتصاصه ببضعة سنتيمترات في الهواء، أو بواسطة ورقة رقيقة؟

.....
. أشعة ألفا

٤. ما أنواع الإشعاع الذي تمتصه صفيحة سميكة من الرصاص؟

.....
. جميعها: ألفا، بيتا، وجاما.

ب يُسمّى الإشعاع المنبعث من المواد المشعة بالإشعاع المؤيّن؛ لأنه قد يغيّر تركيب الذرات، ممّا يجعلها أيونات.
ما الأيون؟

.....
الأيون ذرّة أو جُزيء أصبح مشحونًا، لأنه اكتسب أو فقد إلكترونًا واحدًا أو أكثر.

ج أي نوع من الإشعاعات المؤينة:

١. ليس له كتلة؟ ... أشعة جاما

٢. له شحنة موجبة؟ ... أشعة ألفا

٣. عبارة عن إلكترون؟ ... أشعة بيتا

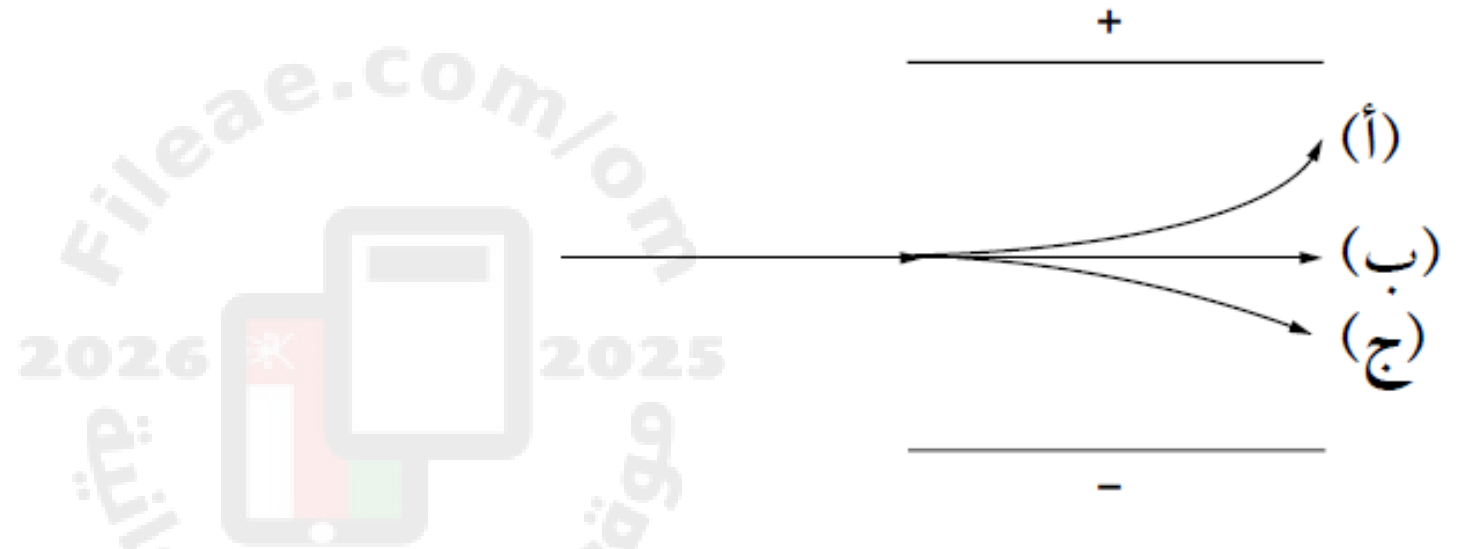
٤. يُماثل نواة ذرة هيليوم؟ ... أشعة ألفا

٥. ينتقل كموجة؟ ... أشعة جاما

٦. له شحنة سالبة؟ ... أشعة بيتا

٧. هو شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي؟ ... أشعة جاما

ب. يبيّن الرسم التخطيطي أدناه انبعاثات من مادّة مشعّة تدخل مجالا كهربائياً بين لوحين مشحونين كهربائياً.



اكتب الحرف الدالّ على المسار الذي يمكن أن تسلكه:

١. جسيمات ألفا. **ج**

٢. جسيمات بيتا. **أ**

٣. أشعّة جاما. **ب**

استخدام النظائر المشعة

استخدام النظائر المشعة

الزمن المُستغرق
لتناقص النشاط
الإشعاعي لعينة من
المواد المشعة

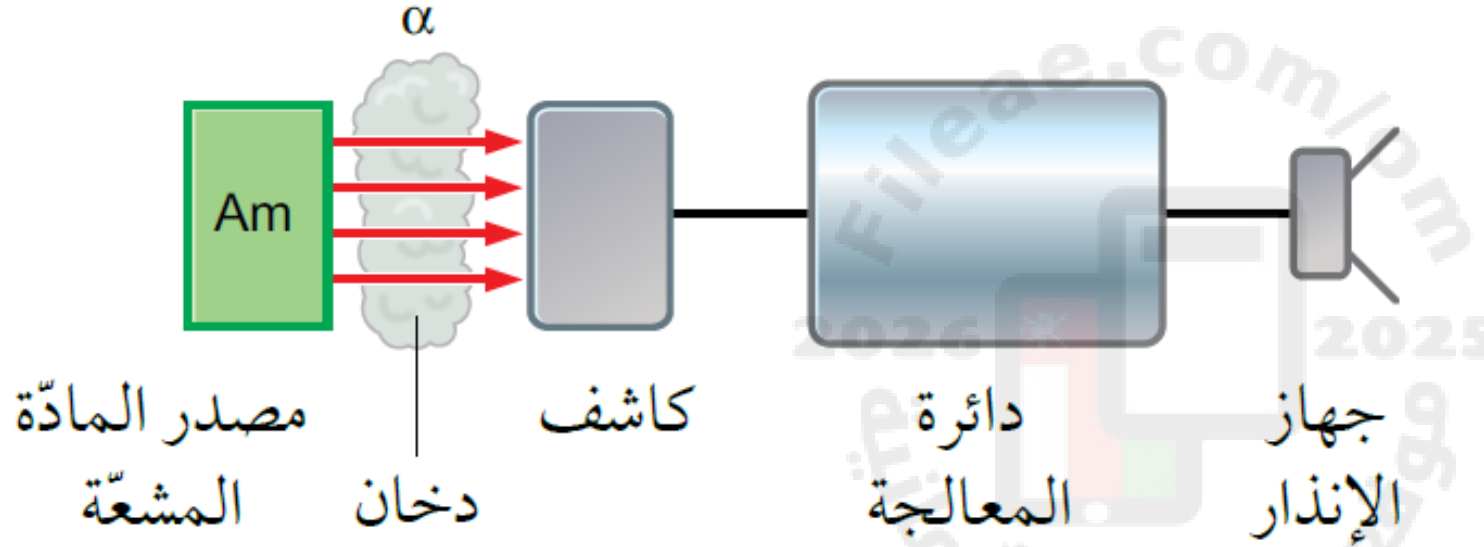
الكشف عن كمّيات
ضئيلة من المواد
المشعة

تلف الخلايا الحية

القدرة على الإختراق



أجهزة كاشف الدخان

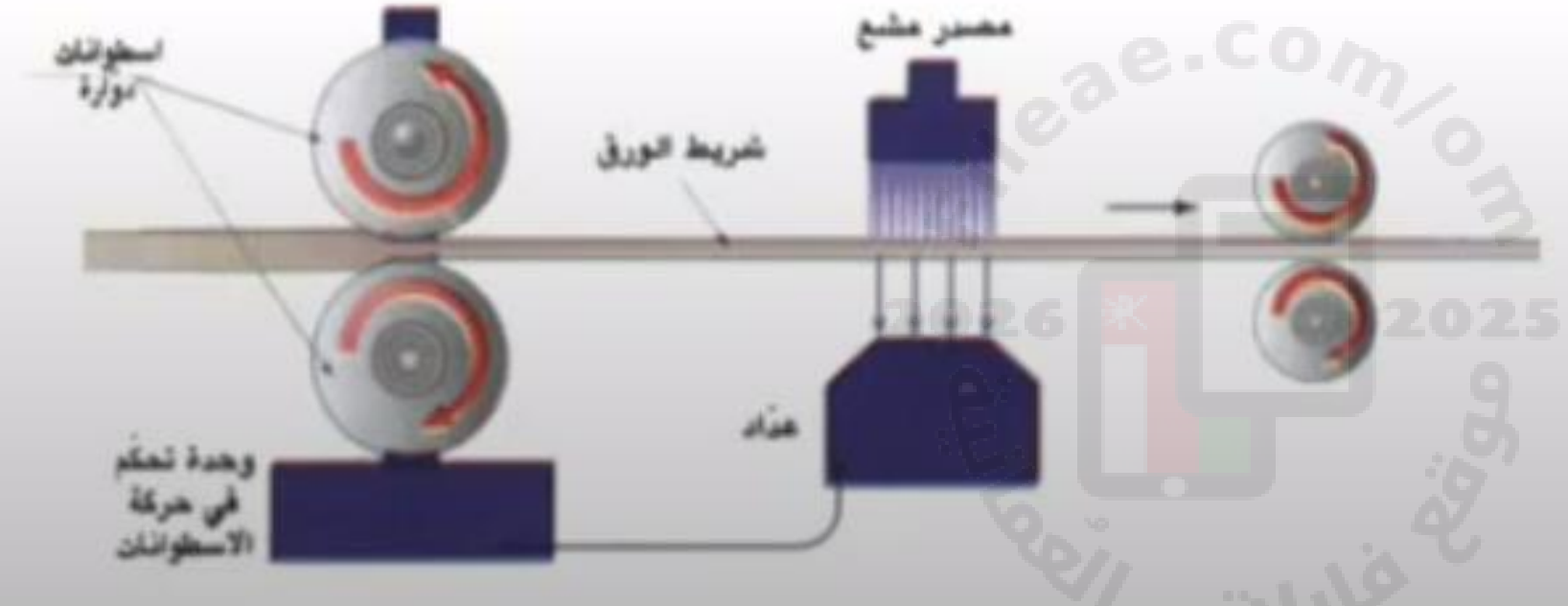


والمادة المشعة المستخدمة فيه، وهي الأمريسيوم، والتي تمثل مصدر إشعاع ألفا.

تم اختيار اشعاع ألفا لأنه يمتص بسهولة بواسطة الدخان.

الشكل ٩-٥ رسم تخطيطي لكاشف الدخان. يصدر جهاز الإنذار صوتاً عندما يمتص الدخان إشعاع ألفا

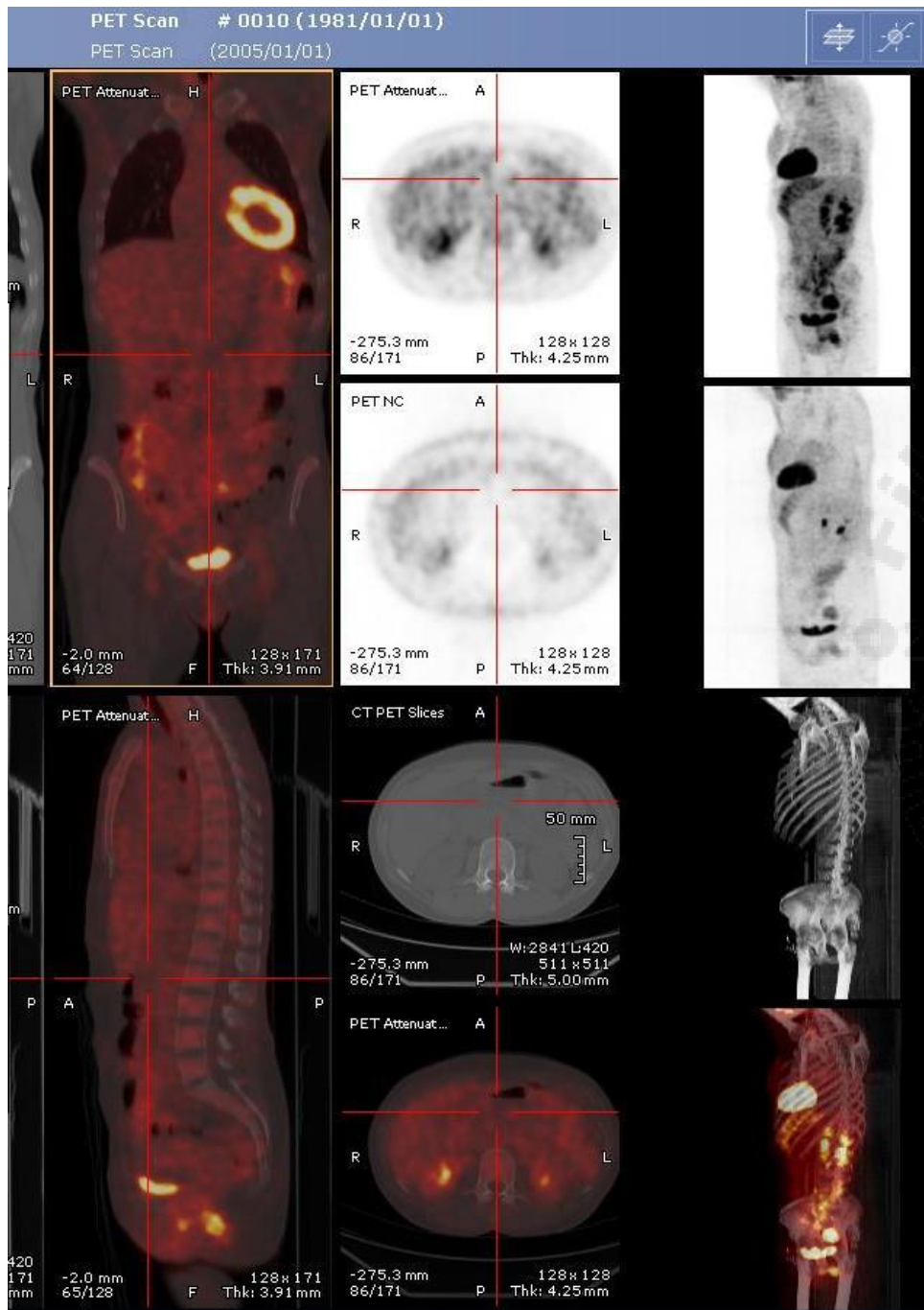
قياسات السماكة



غالبًا ما يُستخدم إشعاع بيتا في قياس السماكة في الصناعة

إذا كان الورق سميكًا جدًا يكون مستوى الإشعاع منخفضًا،

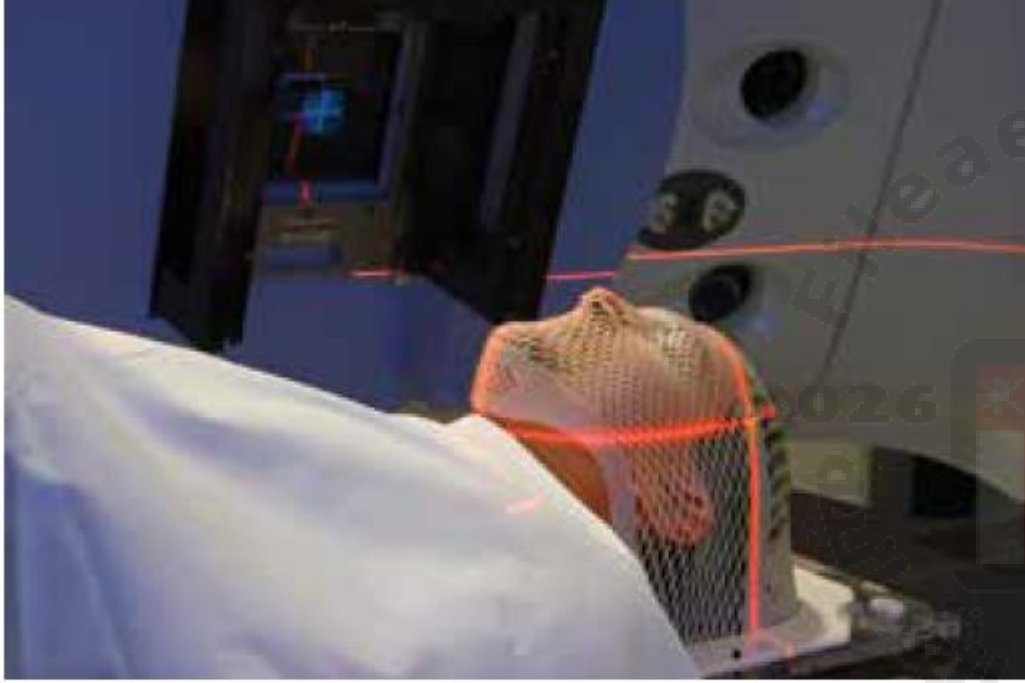
يُستخدم إشعاع بيتا في هذا التطبيق؛ لأن إشعاع ألفا يمتصه الورق أو البلاستيك بالكامل، في حين لا يكاد إشعاع جاما يتأثر؛ لأنه الأكثر قدرة على الاختراق.



التشخيص الطبي

باستخدام موادّ مشعّة تصدر أشعّة جاما

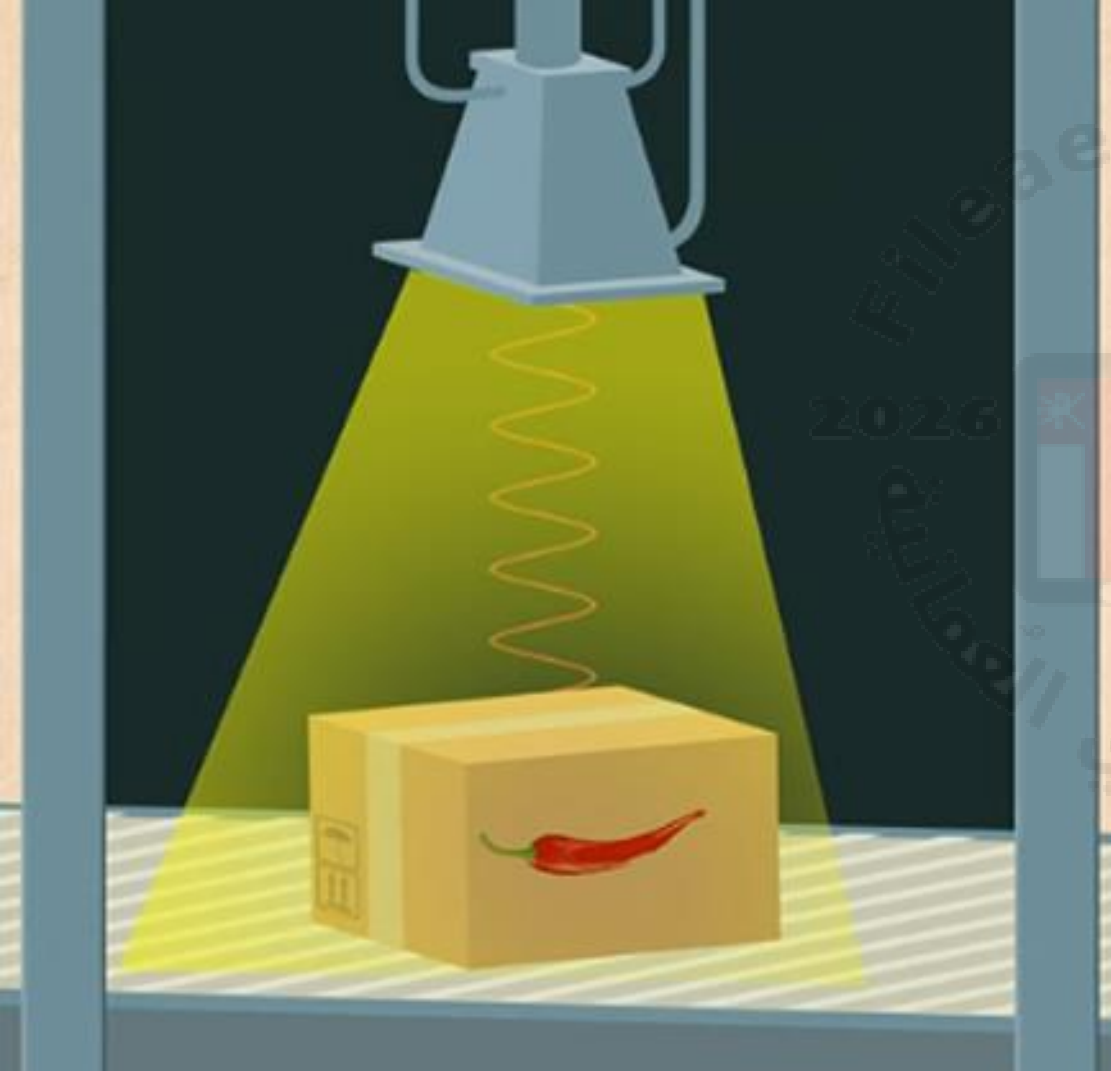
العلاج الإشعاعي



يوجّه مصدر أشعة جاما أو
الأشعة السينية إلى الورم لتدميره.

الصورة ٩-١١ يستخدم الإشعاع في علاج الأورام
السرطانية. يتعرّض هذا المريض لأشعة جاما من
مصدر مشعّ، حيث توجّه الأشعة إلى الورم في المريض
من أجل تدمير الخلايا السرطانية

تعريض الطعام للإشعاع



يتم قتل الميكروبات باستخدام أشعة جاما المركزة.

- يُستخدم الطعام المعقم في مهمّات الفضاء (حيث يحتاج أن تكون فترة صلاحية الطعام طويلة هناك).

- ويُستخدم أيضًا لبعض مرضى المستشفيات الذين تكون مقاومتهم لعدوى الميكروبات منخفضة.

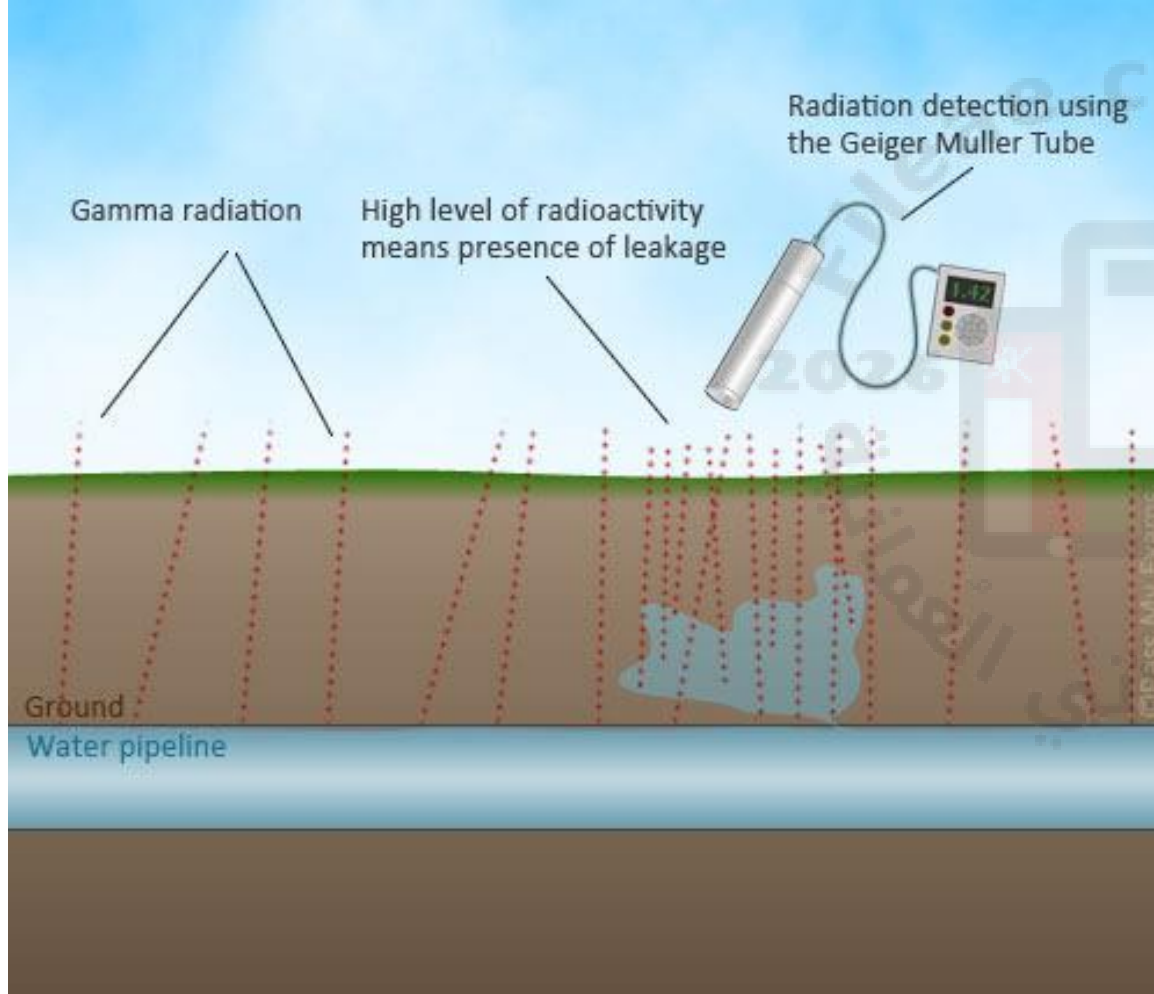
التعقيم



تعقيم المنتجات الطبية
والأدوات الصحية والحفاظات

تعرّض لأشعة جاما،
فتقتل أي ميكروبات موجودة
عليها

التتبع الإشعاعي



استخدام الإشعاع للكشف عن كمّيات ضئيلة من المواد المشعّة

الكشف عن تسرب المياه في الأنابيب

حقن الماء بمادة تتبّع مُشعّة تكون في العادة مصدر إشعاع جاما

التأريخ بالكربون المشعّ



حديث



قديم

لاكتشاف مدى عمر الأجسام والمواد

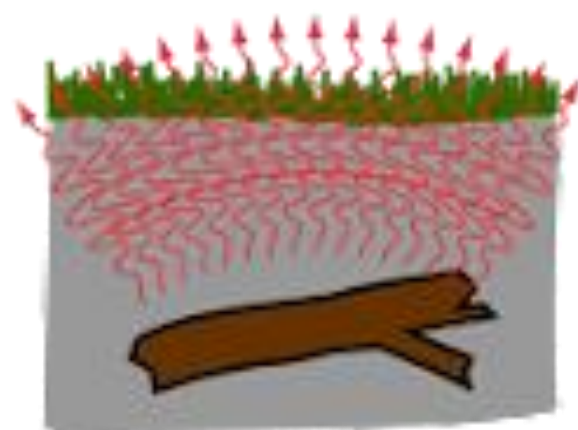
عندما يموت الكائن الحي، يستمرّ انبعاث إشعاع من الكربون من جسمه، ومع مرور الزمن تقلّ الكميّة المتبقّية في جسمه

100%

50%

25%

12.5%



Age 0

Age 5730 yr

Age 11,460 yr

Age 17,190 yr

أسئلة

لأن امتصاص إشعاع بيتا (β) أقلّ
من امتصاص إشعاع ألفا .

٩-١٢ لماذا لا يكون إشعاع بيتا مناسباً للاستخدام في
كاشف الدخان؟

٩-١٣ عندما تُعقَّم المُعدّات الطَّبيّة، تُغلّف أوّلاً بغلاف
بلاستيكي. لماذا لا يمتصّ هذا الغلاف الإشعاع
المستخدم؟

الأغلفة البلاستيكية رقيقة جدًّا، بحيث لا يمكنها امتصاص أشعة جاما المستخدمة في تعقيم
المُعدّات الطَّبيّة

تمرين ٩-٢ استخدام المواد المُشعَّة

المواد المُشعَّة مُفيدة، لاسيما وأننا نستطيع استخدام الإشعاع الذي ننتجه. لذلك يغدو مُهمًا فهم خصائص الإشعاع المؤيّن.

١ أكمل الجدول ٩-١ على النحو الآتي.

يوضّح العمود الأول بعض استخدامات المواد المُشعَّة.

اختر من القائمة الآتية ما يناسب كل استخدام من الاستخدامات الواردة في العمود الأوّل:

١. بعض الإشعاعات شديدة الاختراق.

٢. يتمّ امتصاص بعض الإشعاعات بسهولة.

٣. الإشعاع المؤيّن يتلف الخلايا.

٤. يتمّ الكشف عن الإشعاع بسهولة.

٥. تضمحل المواد المُشعَّة بمعدّل معروف.

الرقم المناسب	استخدام المواد المُشعَّة
5	تقدير عُمر جسم قديم
3 - 1	تدمير الأنسجة السرطانية
3 - 2 - 1	تصوير ورم خبيث في جسم ما
3	تعقيم المعدّات الطيّبة
4 - 2	التحكّم بسماكة الورق في معمل إنتاج الورق
4 - 2	كشف الدخان في الهواء
4	تعبُّب التسريبات من أنابيب تحت الأرض

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. مصطلح مؤيّن يعني فقد أو كسب ذرّة لإلكترون أو أكثر، أو تشكيل أيون من ذرّة عند تأيّنّها.
ب. ١. إشعاع ألفا هي الإشعاع الأكثر تأيّنًا.
٢. أشعّة جاما هي الإشعاع الأقلّ تأيّنًا.
٢. أ. يتكوّن جُسيم ألفا من بروتونين ومن نيوترونين.
ب. جُسيم بيتا هو عبارة عن إلكترون ينبعث من النواة.
ج. أشعّة جاما هي (موجات / أشعّة / إشعاع) كهرومغناطيسية تنبعث من النواة.
٣. أ. أشعّة جاما، جُسيمات بيتا، جُسيمات ألفا، يجب أن تكون بهذا الترتيب من الأكثر قدرة إلى الأقلّ قدرة على الاختراق.
ب. ١. ورقة / بطاقة رقيقة كافية لامتصاص جُسيمات ألفا.
٢. صفيحة ألومنيوم كافية لامتصاص جُسيمات بيتا.
٣. عدّة سنتيمترات من الرصاص، أو عدّة أمتار من الخرسانة، كافية لامتصاص أشعّة جاما.
٤. أ. ١. (ج).
٢. (أ).
٣. (ب).
ب. ١. تسلك جُسيمات ألفا المسار (ج)؛ لأنها ذات شحنة موجبة.
٢. تسلك جُسيمات بيتا المسار (أ)؛ لأنها ذات شحنة سالبة.
٣. تسلك أشعّة جاما المسار (ب)؛ لعدم امتلاكها أي شحنة كهربائية.

أ. باعث أشعة جاما أكثر ملائمة لهذا الغرض من باعث ألفا أو بيتا، لأن:

- أشعة جاما أكثر اختراقاً من ألفا أو بيتا.

- أشعة جاما يمكن رصدها خارج الجسم.

ب. ١. عداد جيجر مولر / أنبوب GM.

٢. إذا أصبح الورق سميكاً جداً، ستخفُض الإشارة، أو تصبح أصغر، بسبب امتصاص المزيد من جسيمات بيتا.

٣. إذا بدأت الإشارة الصادرة عن الكاشف بالتزايد، يعني ذلك أن الفجوة بين الأسطوانات أصبحت صغيرة، أو أن الورق أصبح رقيقاً جداً، وبالتالي سوف يقلّ الضغط على الأسطوانات، الأمر الذي يتطلّب جعل الورق أسمك، من جديد.