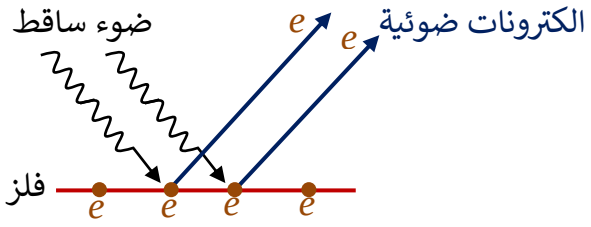
الدرس الأول	الطبيعة الجسيمية للضوء
الدرس الثاني	التركيب الذري

مُلخّص قوانين الوحدة السابعة (الفيزياء الحديثة)

الظاهرة الكهروضوئية



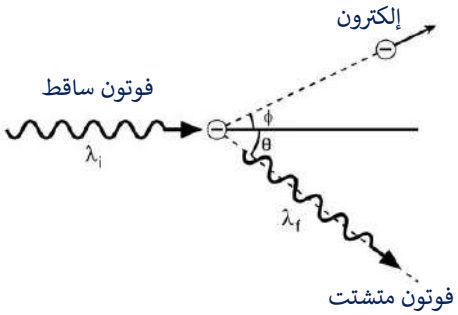
$$hf = h\frac{c}{\lambda} \qquad eV_s = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$E = \Phi + KE_{max}$$
(فلز: Φ، إلكترون: KE_{max})

$$hf_o = h\frac{c}{\lambda_o}$$

$$E_{\text{فوتونات}} = nhf$$

تأثير كومتون

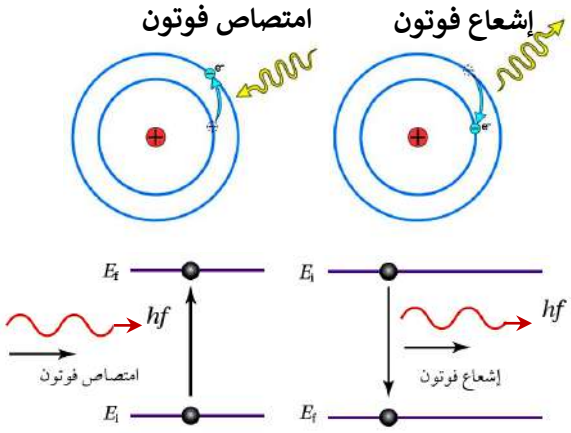


الطاقة الحركية التي انطلق بها الإلكترون ← $E_e = E_i - E_f$

الزخم الخطي للفوتون ← $p_{\text{فوتون}} = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$

قوانين بور لذرة الهيدروجين

مقدار طاقة المدار أو مستوى الطاقة (n) ← $E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ \text{eV}$



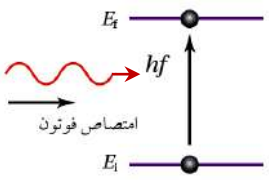
$$E_{\text{فوتون}} = |E_f - E_i| \quad \text{eV} \xrightarrow{\text{J}} \begin{cases} E = hf \\ E = \frac{hc}{\lambda} \end{cases}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\text{فوتون}}} = R_H \left| \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right|$$

قانون ريدبيرغ

حساب الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين ← $L_e = n\hbar = m_e v r$

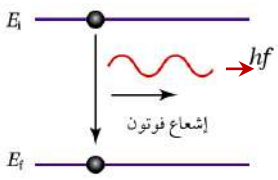
$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.05 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$$



$$E_{\text{فوتون}} = E_f - E_i$$

أثناء صعود الإلكترون

(امتصاص فوتون)



$$E_{\text{فوتون}} = E_i - E_f$$

أثناء هبوط الإلكترون

(إشعاع أو انبعاث فوتون)

قوانين خاصة عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويي طاقة أحدهما مجهول

موجات دي بروي المصاحبة للجسيمات (الموجات الماديّة)

$$\lambda_{\text{جسيم}} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,q\,\Delta V}}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,KE}}$$

h	:	ثابت بلانك	J.s
p	:	الزخم الخطي للجسيم	Kg m/s
m	:	كتلة الجسيم	kg
v	:	سرعة الجسيم	m/s
q	:	مقدار شحنة الجسيم	C
ΔV	:	فرق جهد التسريع	V
KE	:	الطاقة الحركية للجسيم	J

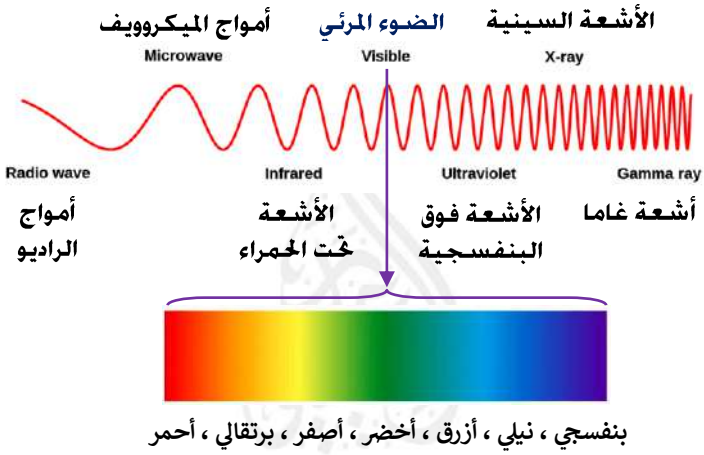
الطيف الكهرومغناطيسي
(الإشعاع الكهرومغناطيسي)

تعلّمنا في صفوف سابقة :

1) أنّ الضوء **عبارة عن موجات كهرومغناطيسية** تتحرك في الفراغ بسرعة ثابتة (c) وتختلف تلك الموجات عن بعضها بطولها الموجي (λ) وترددها (f) وطاقتها (E)، وتُشكل هذه الموجات معاً ما يُعرف بالطيف الكهرومغناطيسي **أو** الإشعاع الكهرومغناطيسي وقد يكون الضوء مرئيّاً أو غير مرئيّ

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad , \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

يقل الطول الموجي (λ)، يزداد التردد (f) تزداد الطاقة (E)



تجارب علمية، (صفحة 101)

هدف التجربة

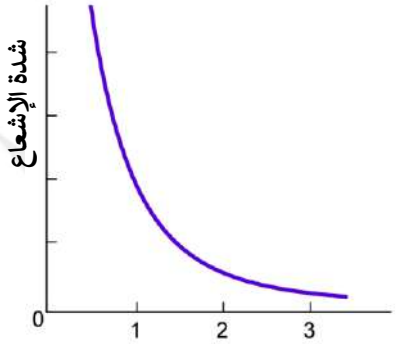
دراسة العلاقة بين درجة حرارة الجسم ومقدار طاقة الإشعاع الصادرة عنه

عند تسخين سلك فلزي (حديد مثلاً) على لهب بنسن :

1. تبدأ درجة حرارة السلك بالارتفاع التدريجي، وعندما تصل درجة حرارة السلك إلى (700 ° C) يبدأ بإشعاع ضوء باللون الأحمر (طول موجي كبير).
2. بزيادة درجة حرارة السلك، يتحول لون الضوء الصادر عنه إلى اللون الأصفر (طول موجي أقل).
3. عندما تصل درجة حرارة السلك إلى (1200 °C) فإنّ السلك يُشع جميع ألوان الضوء المرئي وعندها يظهر الضوء الصادر عنه باللون الأبيض (مزيج لألوان الطيف المرئي جميعها).

النتيجة

بزيادة درجة حرارة الجسم يزداد مقدار طاقة الإشعاع المنبعث عنه (الضوء المنبعث عنه) فيقل الطول الموجي للإشعاع.



الفيزياء الكلاسيكية

تطوّر علم الفيزياء الكلاسيكية على يدّ الكثير من علماء الفيزياء، منهم :

① **غاليليو** : اهتم بدراسة الأجسام الساكنة والمتحركة

② **نيوتن** : وضع ثلاثة قوانين للحركة

③ **ماكسويل** : وضَع أُسُس وفرضيات النظرية الكهرومغناطيسية، والتي تصف الضوء بأنه **موجات** كهرومغناطيسية، وقد نجحت هذه النظرية في تفسير الكثير من الظواهر المُتعلقة بالضوء مثل **انعكاس** الضوء ، **انكسار** الضوء ، **تداخل** موجات الضوء ، **حيود** موجات الضوء

فرضيات النظرية الكهرومغناطيسية

❶ جميع الأجسام التي تزيد درجة حرارتها عن درجة الصفر المطلق تُشع طاقة ضوئية (كهرومغناطيسية)، يعتمد مقدارها على درجة حرارة الجسم[1] وطبيعة سطحه[2].

❷ إشعاع أو امتصاص الجسم للطاقة يكون متصلاً (مستمراً) وبمقادير غير محددة وعند أي تردد.

❸ طاقة الموجة (الإشعاع) يعتمد على سعة الموجة فقط، ولا يعتمد على ترددها.

④ **رايلي وجينز**

تنبأ العالمان رايلي وجينز أنّه ---

بزيادة درجة حرارة الجسم أثناء تسخينه تزداد شدة الإشعاع الناتجة عنه (الطاقة الناتجة عنه). وأنّ شدة الإشعاع (الطاقة الإشعاعية) تؤول إلى المالانهاية، عندما يؤول الطول الموجي إلى الصفر. كما في المنحنى السابق

Notes

للضوء أسماء كثيرة

إشعاع، إشعاع ضوئي، إشعاع كهرومغناطيسي، طيف كهرومغناطيسي، طاقة، كمّات، فوتونات

الفيزياء الحديثة

في بداية القرن العشرين تمّ اكتشاف ظواهر فيزيائية جديدة لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها، ومن هذه الظواهر :

1) ظاهرة إشعاع الجسم الأسود
2) الظاهرة الكهروضوئية
3) ظاهرة كومتون
4) تركيب الذرات والأطياف الخطية المنبعثة عنها

إنّ الحاجة إلى تفسير هذه الظواهر أدّت إلى نشوء **علم الفيزياء الحديثة** الذي يندرج تحتها (**علم فيزياء الكمّ**) والذي نجح في تفسير هذه الظواهر على أساس أنّ الضوء عبارة عن **جسيمات** وليس موجات.

علم فيزياء الكمّ : علم يدرُس أنظمة الجسيمات الذرية ودون الذرية ضمن مجالات منها الفيزياء الذرية والفيزياء النووية وفيزياء أشباه الموصلات

سؤال 1

للضوء طبيعة مزدوجة (موجيّة – جسيميّة)، أذكر ظواهر فيزيائية تدّل على أنّ للضوء طبيعة موجيّة، وظواهر تدّل على أنّ له طبيعة جسيمية.

الإجابة

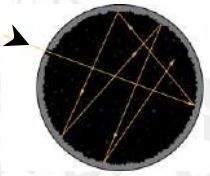
(الطبيعة الموجية) الفيزياء الكلاسيكية	(الطبيعة الجسيمية) الفيزياء الحديثة
انعكاس الضوء	اشعاع الجسم الأسود
انكسار الضوء	الظاهرة الكهروضوئية
تداخل الضوء	ظاهرة كومتون
حيود الضوء	ظاهرة الأطياف الخطية

أولاً : إشعاع الجسم الأسود

① **الجسم الأسود** : جسم مثالي يمتص كل الطاقة الإشعاعية الساقطة عليه ويُشعّها بنفس الكفاءة. ولا يُشترط أن يكون ذو لون أسود

② **كيفية الحصول عليه**

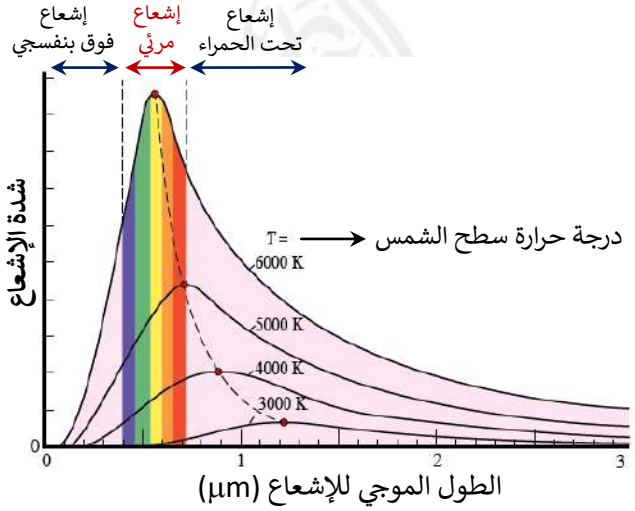
ثقب صغير في جسم أجوف. إنّ الإشعاع الداخل للجسم من خلال الثقب سوف ينعكس على الجدران الداخلية للجسم عدة مرات إلى أن يتم امتصاصه كاملاً.



③ **العامل المؤثر في مقدار الطاقة المنبعثة عنه**

درجة حرارة الجسم فقط.

④ أُجريت التجارب على إشعاع الجسم الأسود أثناء تسخينه عند درجات حرارة مختلفة بوحدة (الكلفن)، ورسمت علاقات بيانية بين شدة الإشعاع المنبعث عنه والطول الموجي للإشعاع، فكانت كما يلي



⑤ **مفاهيم وملاحظات تخص منحنى إشعاع الجسم الأسود**

❶ **شدة الإشعاع** : كمية الطاقة (E) التي يُشعها الجسم خلال ثانية واحدة (1 s) لكل وحدة مساحة ($1\ m^2$) عند طول موجي معين (λ)

❷ عند درجة حرارة ($3000\ ^oK$) معظم الإشعاع المنبعث عن الجسم الأسود يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء (إشعاع غير مرئي)

❸ بزيادة درجة حرارة الجسم الأسود تصدر عنه إشعاعات في مناطق الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية

❹ زيادة درجة حرارة الجسم الأسود تؤدي إلى إنزياح قمة المنحنى نحو الأطوال الموجية القصيرة (الترددات العالية)

❺ المساحة تحت المنحنى تُمثل الطاقة الكلية المنبعثة من سطح الجسم في الثانية الواحدة لكل وحدة مساحة ($1\ m^2$)

سؤال 2 س2 مراجعة الوحدة ص135

لماذا لا نستطيع رؤية الأجسام الموجودة في غرفة مُعتمة علماً بأنّها تبعث أشعة كهرومغناطيسية؟

الإجابة

في درجة حرارة الغرفة تُصدر الأجسام أشعة تحت حمراء لا تستطيع العين رؤيتها، لأنها أشعة غير مرئية

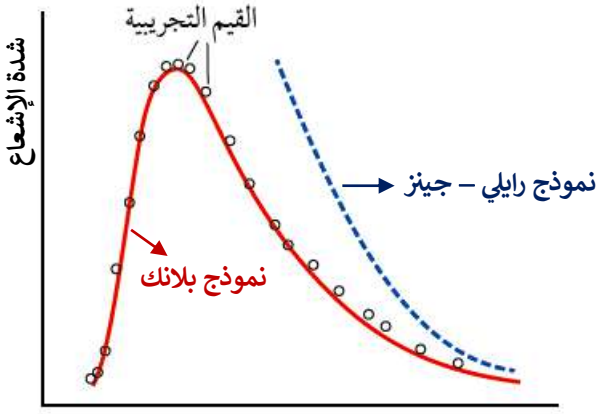
سؤال 3

فشلت الفيزياء الكلاسيكية (نموذج رايلي وجينز) في تفسير إشعاع الجسم الأسود. ناقش هذه العبارة

الإجابة:

تبيّن من منحنى إشعاع الجسم الأسود فشل فرضية العالمين (رايلي وجينز) في تفسير سلوك هذا الإشعاع عند الأطوال الموجية القصيرة أي الترددات الكبيرة، فلو كان تفسير رايلي وجينز صحيحاً لتوهج السلك باللون الأزرق بدلاً من اللون الأبيض.

فحَسَبْ فرضيّة (رايلي وجينز) فإنّ شدة الإشعاع (طاقة الإشعاع) يجب أن تؤول إلى المالانهاية عندما يقترب الطول الموجي للإشعاع من الصفر، ولكن بيّنت النتائج التجريبيّة أنّ شدة الإشعاع اقتربت من الصفر عندما اقترب الطول الموجي من الصفر. وهذا ما عُرف في تاريخ الفيزياء بإسم كارثة الأشعة فوق البنفسجية.



سؤال 4

اختر الإجابة الصحيحة ---

1) س7 فرع1 ص118

نجح نموذج رايلي – جينز في تفسير إشعاع الجسم الأسود في منطقة ---

أ) الترددات الكبيرة
ب) الترددات الصغيرة
ج) الأطوال الموجية القصيرة
د) الأطوال الموجية جميعها

2) **لم** يتطابق نموذج رايلي و جينز مع النتائج التجريبية لإشعاع الجسم الأسود في منطقة :

أ) الأطوال الموجية الكبيرة
ب) الأطوال الموجية الصغيرة
ج) الترددات الصغيرة
د) الأطوال الموجية جميعها للإشعاع

3) س1 فرع 1 مراجعة الوحدة ص 133

شدة الطاقة المنبعثة من جسم أسود درجة حرارته مقاربة لدرجة حرارة الشمس تكون :

أ) أكبر ما يمكن عند الأطوال الموجية الكبيرة جداً
ب) أكبر ما يمكن عند الأطوال الموجية القصيرة جداً
ج) أكبر ما يمكن عند الأطوال الموجية للضوء المرئي
د) متساوية عند جميع الأطوال الموجية

تفسير ماكس بلانك لإشعاع الجسم الأسود

عام 1900م وضع العالِم ماكس بلانك صيغة رياضية تصف شدة الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود، وتطابقت حساباته مع النتائج التجريبية تماماً.

سؤال 5 — أتحقق ص104

ما فرضية تكمية الطاقة التي اعتمدها بلانك في تفسير الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود؟

افترضَ بلانك أنّ :

1. الأشعة الصادرة عن الأجسام ناتجة عن متذبذبات (كالإلكترونات في الذرات مثلاً)

2. إشعاع أو امتصاص المتذبذبات للطاقة مُكمّم. أي أنّ للطاقة كميات محدّدة (كميات منفصلة) وليست كميات متصلة، أطلق على كل منها اسم **كمّة**.

وهذا يُخالف فرض الفيزياء الكلاسيكية، التي افترضت أنّ الطاقة يتم إشعاعها أو امتصاصها على نحو متصل (مستمر) وبأي مقدار

3. يتناسب مقدار طاقة الكمّة الواحدة للإشعاع (E) تناسباً طرديا مع تردد الإشعاع (f) وعكسياً مع طوله الموجي (λ)

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

4. إنّ مقدار الطاقة الكليّة (E_n) التي يشعها أو يمتصها الجسم عند تردد معين (f)، تكون عدداً صحيحاً من مضاعفات طاقة الكمة الواحدة (E)

$$hf\ ,\ 2hf\ ,\ 3hf\ ,\ 4hf\ ,\ \ldots$$

$$E_n = nhf$$

E_n	:	المقدار الكلي للطاقة المنبعثة (عدّة كمات) (J)
E	:	طاقة الكمّة الواحدة (الفوتون) (J)
n	:	عدد صحيح موجب (عدد الكمات)
h	:	ثابت بلانك (J.s)
f	:	تردّد الإشعاع أو الضوء أو الكمة (Hz)
c	:	سرعة الضوء (m/s)
λ	:	طول موجة الإشعاع أو الضوء (m)

Notes

① قِيَم الثوابت في الامتحان الوزاري تُعطى في أول ورقة الأسئلة ولا تُحفظ ويجب التقيُّد بتلك القيم، ومنها :

ثابت بلانك : $h = 6.6\times10^{-34}$ J.s

سرعة الضوء : $c = 3\times10^{8}$ m/s

② من المعروف أنّ وحدة الطاقة هي الجول، ولكنّ الوحدة المعتمدة للطاقة في الفيزياء الذرية هي (الإلكترون فولت)

تعريف الإلكترون فولت : هي الطاقة التي يكتسبها إلكترون عند تسريعه عبر فرق جهد مقداره (1) فولت.

$$1\ \text{eV} = 1.6\times10^{-19}\ \text{J}$$

$$\text{eV} \xrightarrow{\times 1.6\times10^{-19}} \text{J} \qquad \text{J} \xrightarrow{\div 1.6\times10^{-19}} \text{eV}$$

سؤال 6 — المثال1 ص105 مُعدّل

جسم ساخن يُشع طاقة بتردد (10^{15} Hz)، احسب مقدار طاقة الكمّة الواحدة الصادرة عن هذا الجسم :

1) بوحدة الجول

2) بوحدة الإلكترون فولت

اعتبر ثابت بلانك (6.6×10^{-34} J.s)

الإجابة

1) $E = hf = 6.6\times10^{-34} \times 10^{15} = 6.6\times10^{-19}$ J

2) $E = \dfrac{6.6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = \dfrac{33}{8} = 4.125$ eV

سؤال 7 — (المثال2 + تمرين) ص105 مُعدّل

مصدر أشعة تحت حمراء طولها الموجي (700 nm)، إذا كان عدد الفوتونات المنبعثة من المصدر في الثانية الواحدة (1.4×10^{21}) فوتون. احسب مقدار الطاقة الكلية الصادرة عن المصدر خلال ثانية واحدة (بوحدة إلكترون فولت).

اعتبر سرعة الضوء (3×10^{8} m/s)، ثابت بلانك (6.6×10^{-34} J.s)

الإجابة

$$E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$$
$$= 1.4\times10^{21}\times6.6\times10^{-34} \times \frac{3\times10^{8}}{7\times10^{-7}}$$
$$= 396 \text{ J}$$

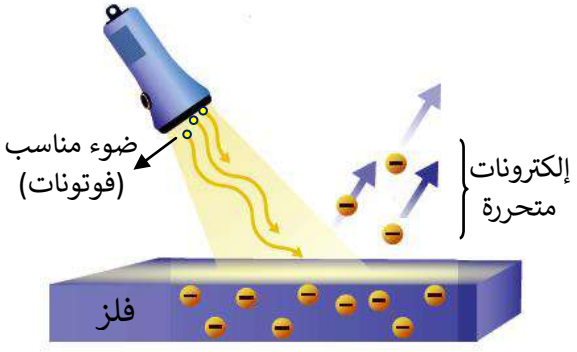
$$E = \frac{396}{1.6\times10^{-19}} = 2.475\times10^{21} \text{ eV}$$

ثانياً : الظاهرة الكهروضوئية

اكتشف العالِم هيرتز الظاهرة الكهروضوئية، واستطاع العالِم آينشتين تفسير تلك الظاهرة بالاعتماد على مبدأ تكمية الطاقة الذي قدّمه العالِم ماكس بلانك

الظاهرة الكهروضوئية : ظاهرة انبعاث إلكترونات ضوئية (سالبة) من سطح الفلز عند سقوط ضوء (إشعاع كهرومغناطيسي) **بتردد مناسب** على سطحه.

الإلكترونات الضوئية : هي الإلكترونات التي تنبعث من سطح الفلز بفعل الضوء المناسب الساقط عليه.

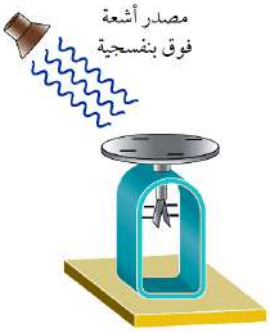


تجارب علمية، (صفحة 106)

هدف التجربة

دراسة الظاهرة الكهروضوئية

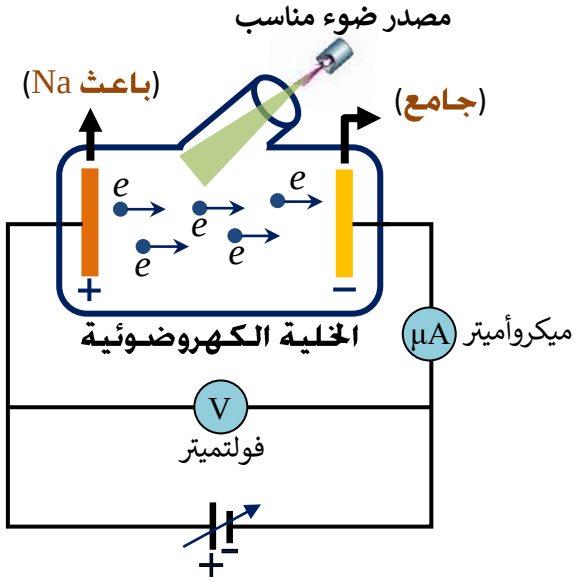
أُسقطت أشعة فوق بنفسجية (أشعة مناسبة) على صفيحة خارصين مشحونة بشحنة سالبة متصلة بكشاف كهربائي كما في الشكل المُرفق، فسّر سبب انطباق ورقتي الكشاف.



تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تحرير إلكترونات من سطح الخارصين. باستمرار سقوط الأشعة فوق البنفسجية يستمر تحرير الإلكترونات فيقل عدد الإلكترونات السالبة على سطح الخارصين بشكل تدريجي، ويظهر ذلك من خلال اقتراب ورقتي الكشاف الكهربائي بسبب نقصان التنافر بين الإلكترونات، وتنطبق ورقتا الكشاف عندما يتم تحرير كامل الشحنة السالبة الموجودة على صفيحة الخارصين.

تجارب ومشاهدات العالِم لينارد لدراسة الظاهرة الكهروضوئية

استخدم العالِم لينارد **خلية كهروضوئية** ووصلها في دارة كهربائية، بحيث وَصَلَ القطب الموجب للبطارية مع الباعث (**عنصر الصوديوم** Na) في حين وَصَلَ القطب السالب للبطارية مع الجامع كما في الشكل الآتي ---



① **الخلية الكهروضوئية** : أنبوب زجاجي من الكوارتز مُفرّغ من الهواء، كي لا تفقد الإلكترونات المتحررة من الباعث طاقة حركية نتيجة تصادمها بجسيمات الهواء في الأنبوب

② أسقطَ لينارد ضوء بتردد مناسب على سطح الباعث، فأشار الميكروأميتر لمرور تيار كهربائي في الدارة، وتفسير ذلك هو أنّ الضوء المناسب حرّر من سطح الباعث إلكترونات ضوئية لديها طاقة حركية كبيرة (سرعة كبيرة) جعلتها تتغلب على قوة التنافر الكهربائي مع الجامع السالب، فاستطاعت الوصول إليه، وسمي التيار (التيار الكهروضوئي)

③ زاد لينارد سالبية جهد الجامع، فزادت قوة التنافر الكهربائي بين الجامع السالب والإلكترونات الضوئية السالبة المتحررة من الباعث، فقلّ عدد الإلكترونات الضوئية الواصل إلى الجامع وقلت معه قراءة الميكروأميتر (التيار الكهروضوئي). وهذا يُشير إلى أنّه لا زال هناك إلكترونات ضوئية لديها طاقة حركية كبيرة وكافية مكنتها من الوصول إلى الجامع السالب.

④ استمر لينارد بزيادة سالبية جهد الجامع حتى منع أكثر الإلكترونات الضوئية طاقة حركية من الوصول إلى الجامع السالب، فانقطع التيار الكهروضوئي، وأطلق على فرق الجهد هذا اسم فرق جهد القطع أو فرق جهد الإيقاف Stopping potential (V_s)

لا نعوض اشارة الشحنة السالبة الخاصة بالإلكترون

$$KE_{max} = eV_s = \frac{1}{2} m_e \upsilon^2$$

سؤال 8

ما المقصود بجهد القطع (جهد الإيقاف)؟

الإجابة:

تعريف جهد القطع (جهد الإيقاف)

فرق الجهد بين الباعث والجامع في الخلية الكهروضوئية الذي يستطيع إيقاف الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العُظمى قبل وصولها للجامع.

أو هو فرق الجهد بين الباعث والجامع في الخلية الكهروضوئية الذي ينقطع عنده التيار الكهروضوئي.

مخطط صوري لفهم الظاهرة الكهروضوئية

الطاقة الحركيّة العُظمى للإلكترون

$$KE_{max} = eV_s = \frac{1}{2} m_e \upsilon^2$$

الكترونات ضوئية e e

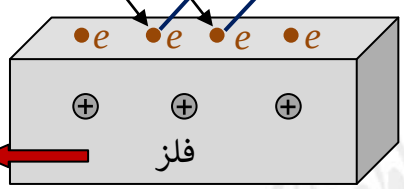
ضوء ساقط

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

طاقة الضوء (E)

تردّد الضوء (f)

طول موجة الضوء (λ)



$$\Phi = hf_o = h\frac{c}{\lambda_o}$$

اقتران الشغل للفلز (Φ)

تردّد العتبة للفلز

طول موجة العتبة للفلز (λ_o)

ليس للحفظ

اقتران الشغل لبعض الفلزات

الفلز	$\Phi(eV)$
سيزيوم	2.14
صوديوم	2.28
بوتاسيوم	2.3
نحاس	4.7
تنغستون	4.55
ذهب	5.1

معلومات ومفاهيم تخص الفلز

1) ترتبط إلكترونات الفلز بطاقة ربط مع النوى الموجبة للفلز سببها قوة التجاذب الكهربائي بين الإلكترونات السالبة والنوى الموجبة، وحتى يتحرر الإلكترون من سطح الفلز يجب أن يمتلك (يكتسب) طاقة كافية للتغلب على تلك القوة. وهذا يعني أنه لتحرير الإلكترون من سطح الفلز لا بُدّ من بذل شغل لنزع الإلكترون وكسر تلك الرابطة، وهو ما يُسمى اقتران الشغل للفلز (Φ)

2) اقتران الشغل للفلز (Φ) : أقل طاقة تلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركيّة

3) تردد العتبة للفلز (f_o) : أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركيّة

4) طول موجة العتبة للفلز (λ_o) : أكبر طول موجي يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركيّة

مواصفات الضوء المناسب القادر على تحرير الكترونات من سطح الفلز

$E > \Phi$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز ويمتلك طاقة حركية عظمى
$f > f_o$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز ويمتلك طاقة حركية عظمى
$\lambda < \lambda_o$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز ويمتلك طاقة حركية عظمى

$E = \Phi$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز دون طاقة حركية
$f = f_o$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز دون طاقة حركية
$\lambda = \lambda_o$	يتحرر إلكترون من سطح الفلز دون طاقة حركية

سؤال 9 — أتحقق ص109

اكتب بالكلمات نَص فرضية آينشتين في تفسير الظاهرة الكهروضوئية.

الإجابة

استخدم آينشتين فرضية تكمية الطاقة للعالِم بلانك في تفسير الظاهرة الكهروضوئية

1) يتكوّن الإشعاع الكهرومغناطيسي (الضوء) من جسيمات (**فوتونات**) حيث تتركز طاقة الإشعاع في تلك الفوتونات

2) عند سقوط الضوء (الفوتونات المناسبة) على سطح الفلز، يُعطي الفوتون الواحد طاقته كاملة لإلكترون واحد فقط (ويختفي الفوتون)، ونتيجة لذلك يتحرّر الإلكترون من سطح الفلز، ويمتلك الإلكترون باقي الطاقة المُكتسبة على شكل طاقة حركية عُظمى.

$$hf = h\frac{c}{\lambda} \qquad eV_s = \frac{1}{2}\, m_e v^2$$

$$E = \Phi + KE_{max}$$

$$hf_o = h\frac{c}{\lambda_o}$$

سؤال 10 — المثال 3 ص111 مُعدّل

سقط إشعاع كهرومغناطيسي طاقته (6 eV) على سطح فلز إقتران الشغل له (2 eV). احسب :

1) تردد العتبة للفلز

2) الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المنطلقة بوحدة الجول (J)

اعتبر ثابت بلانك يساوي (6.6×10^{-34} J.s)

الإجابة

$$\Phi = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.2\times 10^{-19}\ \text{J}$$

1) $\Phi = hf_o$

$$f_o = \frac{\Phi}{h} = \frac{3.2\times 10^{-19}}{6.6\times 10^{-34}} = 4.85\times 10^{14}\ \text{Hz}$$

2) $E = \Phi + KE_{max}$

$$KE_{max} = E - \Phi = 6 - 2 = 4\ \text{eV}$$

$$KE_{max} = 4\times 1.6\times10^{-19} = 6.4\times10^{-19}\ \text{J}$$

سؤال 11 — المثال 4 ص 112 مُعدّل

سقط إشعاع ضوئي طول موجته (460 nm) على سطح فلز اقتران الشغل له (2.2 eV)، احسب فرق جهد القطع أو الإيقاف.

الإجابة

$$E = \Phi + KE_{max}$$

$$KE_{max} = E - \Phi = 2.7 - 2.2 = 0.5\ \text{eV}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}\times 3\times10^{8}}{46\times 10^{-8}} = 4.3\times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$= \frac{4.3\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 2.7\ \text{eV}$$

$$KE_{max} = eV_s$$

$$0.5\times 1.6\times10^{-19} = 1.6\times10^{-19}\, V_s$$

$$V_s = 0.5\ \text{V}$$

$$KE_{max}\ (\text{electronvolt}) = V_s\ (\text{volt})$$

سؤال 12 — المثال 5 ص112 مُعدّل

إذا كانت الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح النحاس تساوي (22.6 eV) عندما سقط عليه أشعة فوق بنفسجية ترددها (6.6×10^{15} Hz)، احسب :

1) اقتران الشغل للفلز بوحدة (eV)
2) فرق جهد الإيقاف

الإجابة

1) $E = \Phi + KE_{max}$

$$\Phi = E - KE_{max} = 27.5 - 22.6 = 4.9 \text{ eV}$$

$$E = hf = 6.6\times10^{-34} \times 6.6\times10^{15} = 4.4\times10^{-18} \text{ J}$$

$$= \frac{4.4\times10^{-18}}{1.6\times10^{-19}} = 27.5 \text{ eV}$$

2) $V_s \text{ (V)} = KE_{max} \text{ (eV)}$

$$V_s = 22.6 \text{ V}$$

سؤال 13 — س10 مراجعة الوحدة ص136

سقط ضوء على سطح فلز، فتحررت منه إلكترونات بطاقة حركية عظمى مقدارها (2 eV)، إذا علمت أنّ أكبر طول موجي يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز (682 nm). احسب :

1) اقتران الشغل للفلز
1) فرق جهد الإيقاف

الإجابة

1) $\Phi = \frac{hc}{\lambda_o} = \frac{6.6\times10^{-34} \times 3\times10^{8}}{682\times10^{-9}}$

$$= 2.9\times10^{-19} \text{ J}$$

2) $V_s \text{ (V)} = KE_{max} \text{ (eV)}$

$$V_s = 2 \text{ V}$$

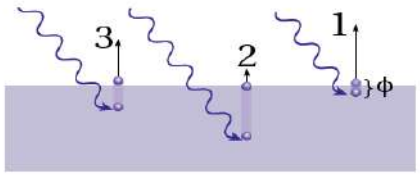
سؤال 14

سقط ضوء مناسب على سطح فلز فتحررت منه إلكترونات ضوئية، فسر سبب تفاوت (اختلاف) مقدار الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة (من الصفر إلى الطاقة الحركيّة العُظمى).

الإجابة

يختلف مقدار الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة من الفلز باختلاف :

1) عُمق موقع الإلكترون تحت سطح الفلز (عكسي)
2) مقدار طاقة ربط الإلكترون بذرات الفلز (عكسي)



سؤال 15

* **عدّد** العوامل المؤثرة في مقدار الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز.
* **عدّد** العوامل المؤثرة في مقدار فرق جهد القطع (جهد الإيقاف)

الإجابة

يؤثر في مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز وفرق جهد القطع (الإيقاف) العوامل نفسها :

1) طاقة الضوء الساقط (E) أو تردد الضوء (f)
2) اقتران الشغل للفلز (Φ) أو تردد العتبة (f_o)

$$E = \Phi + KE_{max}$$

$$KE_{max} = E - \Phi \qquad KE_{max} = hf - hf_o$$

$$E = \Phi + eV_s$$

$$eV_s = E - \Phi \qquad eV_s = hf - hf_o$$

سؤال 16

حَسَب فرضية آينشتين في تفسير الظاهرة الكهروضوئية، ما أثر زيادة شدة الضوء على :
1) عدد الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز؟
2) مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز؟

الإجابة

1) بزيادة شدة الضوء الساقط على سطح الفلز، يزداد عدد الفوتونات الساقطة على الفلز في الثانية الواحدة، وبما أنّ كل فوتون يُحرّر إلكترون واحد فقط، فإنّ عدد الإلكترونات المتحررة في الثانية الواحدة سوف يزداد (مما يعني زيادة مقدار التيار الكهروضوئي)

2) زيادة شدة الضوء الساقط على سطح الفلز لا يُغيّر من مقدار طاقة الفوتون وبالتالي لن يتغيّر مقدار الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز

سؤال 17

أتحقق ص108 مُعدّل | س6 مراجعة الدرس ص117 مُعدّل

أذكر أسباب نجاح الفيزياء الحديثة، وأسباب فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية

النموذج الجُسيمي — النموذج الموجي

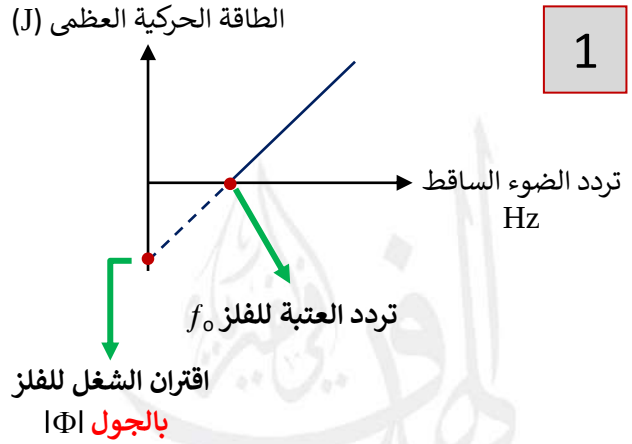
الإجابة

أسباب **نجاح** الفيزياء الحديثة (النموذج الجسيمي)	أسباب **فشل** الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي)
1 يتحرر الإلكترون من سطح الفلز فقط عندما يكون تردد الضوء الساقط أكبر من أو يساوي تردد العتبة للفلز.	1 يستطيع الضوء تحرير إلكترونات من سطح الفلز حتى لو كان تردد الضوء أقل من تردد العتبة للفلز.
2 تنبعث الإلكترونات انبعاثاً فورياً من سطح الفلز بمجرد سقوط الضوء المناسب عليه، لأنّ عملية امتصاص الضوء عملية منفصلة (مكمّمة)	2 لا تنبعث الإلكترونات فورياً من سطح الفلز عند سقوط الضوء عليه، بل تحتاج لفترة من الزمن كي يمتص الإلكترون مزيداً من الطاقة ثمّ يتحرر، أي أنّ عملية امتصاص الضوء عملية مستمرة.
3 يتناسب مقدار الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز طردياً مع طاقة الضوء الساقط أوتردده.	3 يتناسب مقدار الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز مع شدة الضوء الساقط عليه، ولا تؤثر طاقة الضوء أو تردده في مقدار الطاقة الحركية
4 زيادة شدة الضوء الساقط على سطح الفلز يزيد عدد الإلكترونات المنبعثة من السطح ولا يزيد مقدار الطاقة الحركية العظمى لتلك الإلكترونات	4 زيادة شدة الضوء الساقط على سطح الفلز يزيد مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة.

رسومات بيانية خاصّة بالظاهرة الكهروضوئية

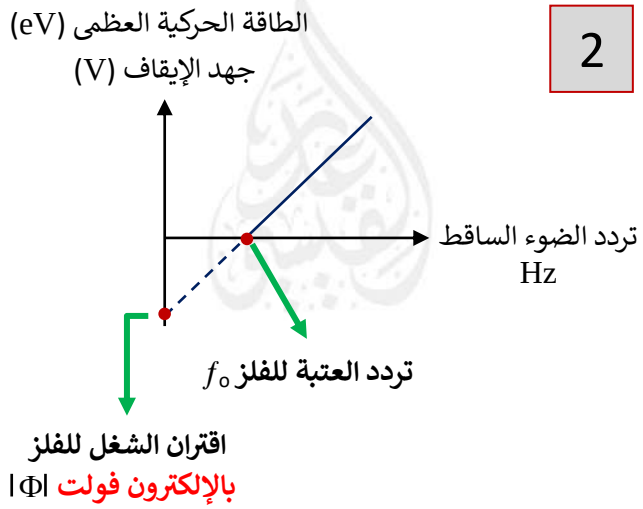
في عام 1916 أجرى العالم ميليكان قياسات تجريبية مستخدماً أشعة ضوئية بترددات مختلفة، وقاس جهد القطع والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة عند كل تردد، ومثّل القيم برسم بياني، فاتفق الرسم البياني مع تفسير آينشتين للظاهرةالكهروضوئية.

1



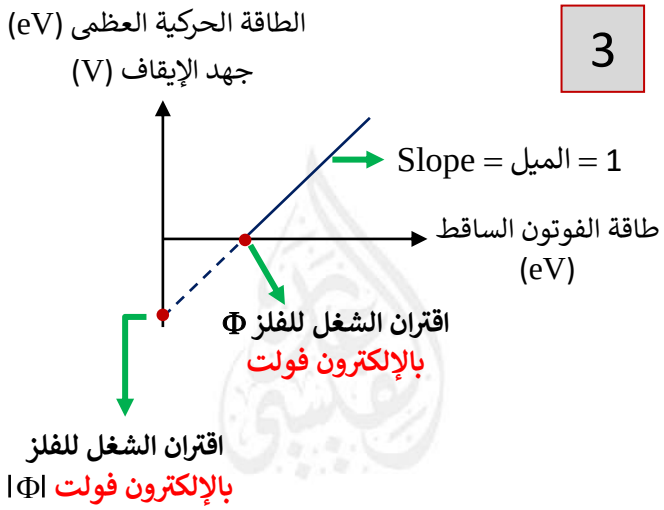
$$\text{Slope} = \text{الميل} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \Rightarrow h = \text{الميل (J.s)}$$

2



$$\text{Slope} = \text{الميل} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \Rightarrow h = \text{الميل} \times 1.6\times10^{-19} \text{ (J.s)}$$

3

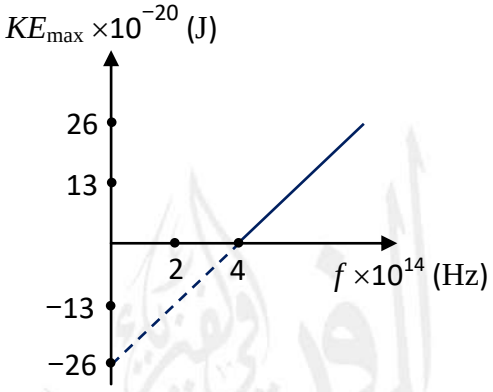


Notes

في جميع الرسومات البيانية السابقة نُلاحظ أنّ الخط المستقيم تحت محور (x) رُسم متقطعاً، وذلك لأنّ الطاقة الحركية للإلكترون لا يمكن أن تأخذ قيمة سالبة (فهي تعتمد على كتلة الإلكترون ومربع سرعته)

سؤال 18

يُمثّل الرسم البياني العلاقة بين الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات الضوئية المنطلقة من باعث خلية كهروضوئية وتردد الضوء الساقط عليه، مستعيناً بالبيانات المثبّتة على الرسم، احسب :



1) مقدار ثابت بلانك
2) الطاقة الحركية العُظمى لإلكترون يتحرر بفعل ضوء تردده (10^{15} Hz)

الإجابة

1) $h = \text{الميل} = \dfrac{\Delta y}{\Delta x} = \dfrac{(0 - {}^{-}26)\times 10^{-20}}{(4-0)\times 10^{14}}$

$= 6.5\times 10^{-34}$ J.s

نستخدم قيمة ثابت بلانك التي تم حسابها

2) $KE_{max} = E - \Phi$

$= hf - hf_o$

$= h(f - f_o)$

$= 6.5\times 10^{-34} \times (1\times 10^{15} - 4\times 10^{14})$

$= 3.9\times 10^{-19}$ J

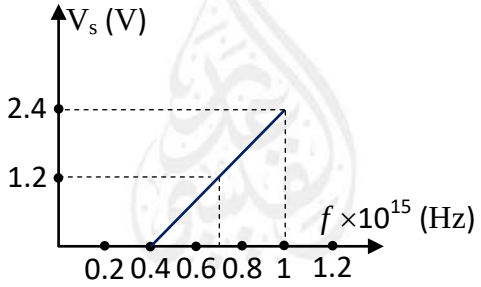
سؤال 19 — المثال6 ص113 مُعدّل

يُمثّل الرسم البياني العلاقة بين جهد الإيقاف وتردد الفوتونات الساقطة على باعث خلية كهروضوئية، مُستعيناً بالبيانات المثبّتة عليه.

أولاً : احسب :

1) مقدار ثابت بلانك
2) اقتران الشغل لمادة الباعث

ثانياً : إذا سقط ضوء طاقته (2 eV) على باعث تلك الخلية، فهل يتمكن من تحرير إلكترونات ؟ فسّر إجابتك.



الإجابة

1) $h = \text{الميل} \times 1.6\times 10^{-19}$

$= 4\times 10^{-15} \times 1.6\times 10^{-19}$

$= 6.4\times 10^{-34}$ J.s

$$\text{الميل} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2.4 - 0}{(1 - 0.4)\times 10^{15}} = 4\times 10^{-15}\ \text{V.s}$$

2) نستخدم قيمة ثابت بلانك التي تم حسابها

$\Phi = h\, f_o = 6.4\times 10^{-34} \times 0.4\times 10^{15}$

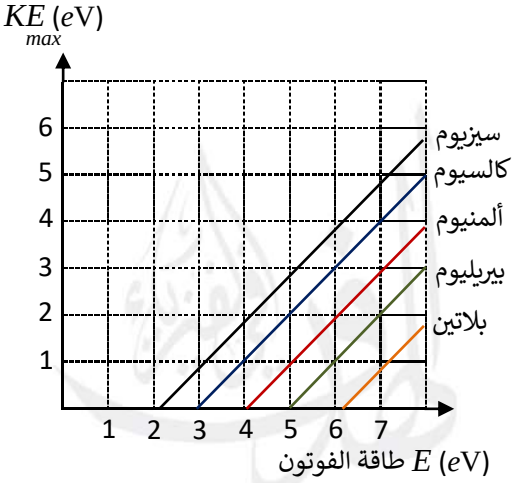
$= 2.56\times 10^{-19}$ J

ثانياً : نعم، لأنّ طاقة الضوء أكبر من اقتران الشغل للفلز

$E = 2\times 1.6\times 10^{-19} = 3.2\times 10^{-19}$ J

سؤال 20 س4 مراجعة الدرس ص117 مُعدّل

رُسمت العلاقة البيانية بين الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح عدة فلزات وطاقة الفوتونات الساقطة عليها كما في الشكل التالي، مُعتمداً عليه أجب عما يليه :



1) فسّر سبب توازي جميع الخطوط المستقيمة

2) رتب الفلزات تصاعدياً حسب قيم تردد العتبة.

3) أي الفلزات له أكبر طول موجة عتبة؟

4) إذا سقط ضوء طاقته (10 eV) على البيريليوم. احسب مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المُتحرّرة منه

5) إذا سقط ضوء طول موجته (330 nm) على أسطح تلك الفلزات:
أ) حدّد أسماء الفلزات التي تمارس الظاهرة الكهروضوئية
ب) أيّ الفلزات تتحرر منه إلكترونات بأكبر طاقة حركية عظمى ؟

الإجابة:

1) لأن ميل هذه الخطوط متساوي ويساوي (1)

2) $f_{o\,\text{بلاتين}} < f_{o\,\text{بيريليوم}} < f_{o\,\text{ألومنيوم}} < f_{o\,\text{كالسيوم}} < f_{o\,\text{سيزيوم}}$

3) فلز السيزيوم

4)
$$KE_{max} = E - \Phi = 10 - 5 = 5\ \text{eV}$$
$$= 5\times1.6\times10^{-19} = 8\times10^{-19}\ \text{J}$$

5)
$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-8}} = 6\times10^{-19}\ \text{J}$$
$$= \frac{6\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 3.75\ \text{eV}$$

أ) يتحرر إلكترونات من سطح السيزيوم والكالسيوم فقط
ب) أكبر طاقة حركية للإلكترونات المتحررة من السيزيوم لأنّ له أقل اقتران شغل

سؤال 21

اختر الإجابة الصحيحة ---

① **أي** مما يأتي يؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز ؟

أ) زيادة شدة الضوء الساقط على الفلز
ب) تقليل شدة الضوء الساقط على الفلز
ج) زيادة تردد الضوء الساقط على الفلز
د) تقليل تردد الضوء الساقط على الفلز

س1 فرع 2 مراجعة الوحدة ص 133

② **وفقاً** لتصوّر الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية :

أ) تنبعث الإلكترونات انبعاثاً فوريّاً من سطح الفلز
ب) تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة بزيادة تردد الضوء الساقط على سطح الفلز
ج) يستغرق تحرُّر الإلكترونات بعض الوقت حتى تتمكّن من اكتساب الطاقة اللازمة للتحرُّر
د) عملية امتصاص الإلكترون للطاقة تكون منفصلة

③ **يزداد** عدد الإلكترونات المتحرّرة من سطح الفلز عند سقوط ضوء مناسب عليه بزيادة :

أ) شدة الضوء
ب) تردّد الضوء
ج) طول موجة الضوء
د) طاقة الضوء

④ **عندما** تتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات كما في الظاهرة الكهروضوئية، فأي العبارات الآتية صحيحة؟

أ) يفقد الفوتون جزءاً من طاقته ويزداد تردده
ب) يفقد الفوتون طاقته كاملة ويقل طوله الموجي
ج) يمتص الإلكترون طاقة الفوتون كاملة
د) يفقد الفوتون جزءاً من طاقته وتبقى سرعته ثابتة

⑤ **سقط** ضوء طاقته (E) على سطح فلز فتحررت منه إلكترونات ضوئية بطاقة حركية عظمى مقدارها (3 eV)، وعندما سقط ضوء آخر طاقته ضعفي طاقة الضوء الأول على سطح نفس الفلز تحررت منه إلكترونات بطاقة حركية عظمى مقدارها (7 eV). إنّ مقدار طاقة طاقة الضوء ومقدار اقتران الشغل للفلز بوحدة (eV) على الترتيب $(E\ ,\ \Phi)$:

أ) (4 , 1)
ب) (1 , 4)
ج) (4 , 7)
د) (10 , 7)

تمرين ص 113

⑥ **أُسقطت** أشعة كهرومغناطيسية طولها الموجي (300 nm) على سطح باعث خلية كهروضوئية، ووجد أنّ مقدار التيار الكهروضوئي يصبح صفراً عند فرق جهد مقداره (2.1 V). إنّ مقدار تردد العتبة لمادة الباعث بوحدة (الهيرتز) يساوي :

أ) 3.2×10^{-19}
ب) 4.9×10^{14}
ج) 6.6×10^{-19}
د) 1×10^{15}

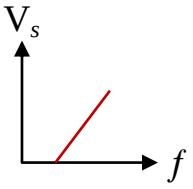
⑦ س1 فرع 9 مراجعة الوحدة ص 134

أُسقط فوتونان مختلفان في التردّد على الفلز نفسه، فانطلق الكترونان متساويان في الطاقة الحركيّة، إنّ ذلك يعود إلى اختلاف:

أ) عمق الإلكترونين في الفلز
ب) اقتران الشغل للفلز
ج) مساحة سطح الفلز
د) شدة الضوء الساقط

⑧ س1 فرع 10 مراجعة الوحدة ص 134

يُمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين جهد الإيقاف وتردد الضوء الساقط على باعث خلية كهروضوئية. إنّ ميل الخط المستقيم يمثل :



أ) h ب) $\frac{e}{h}$
ج) $\frac{h}{e}$ د) he

⑨ س14 مراجعة الوحدة ص 136 مُعدّل

سقطت حزمتان ضوئيتان بترددين مختلفين (f_1, f_2) على سطحي فلزين مختلفين (x , y) على الترتيب، اقتران الشغل لهما $(\Phi_x > \Phi_y)$، فتحرّرت إلكترونات من سطحيهما لها الطاقة الحركية العظمى نفسها. إنّ العبارة الصحيحة التي تصف تردد الحزمتين الضوئيتين وجهد الإيقاف للفلزين :

أ) $f_1 > f_2 , V_{SX} > V_{SY}$
ب) $f_1 > f_2 , V_{SX} = V_{SY}$
ج) $f_1 < f_2 , V_{SX} = V_{SY}$
د) $f_1 < f_2 , V_{SX} < V_{SY}$

⑩ س7 فرع 2 مراجعة الدرس ص 118

جسم ساخن يبعث بأشعة ترددها (99.7 MHz)، إذا كان مقدار الطاقة المنبعثة عن الجسم عند هذا التردد في الثانية الواحدة يساوي (150 kJ)، فإنّ عدد الكمات المنبعثة في الثانية الواحدة يساوي :

أ) 7.32×10^{27} ب) 2.28×10^{30}
ج) 4.51×10^{32} د) 1.5×10^{29}

⑪ س1 فرع 3 مراجعة الدرس ص 118

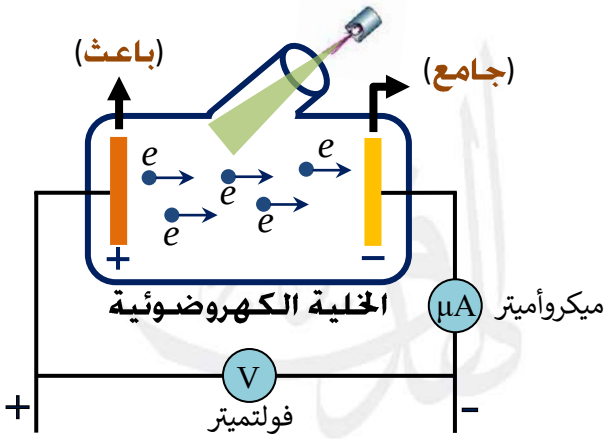
يُبيّن الجدول المجاور اقتران الشغل لأربعة فلزات، إنّ أقل تردد للضوء قادر على تحرير إلكترونات من أسطح الفلزات جميعها بوحدة (Hz) :

العنصر	Φ (eV)
Be	5
Na	2.4
Al	4
Cu	4.6

أ) 3.6×10^{33} ب) 7.6×10^{33}
ج) 8.8×10^{14} د) 1.2×10^{15}

⑫ س8 مراجعة الوحدة ص 135 مُعدّل

يُمثل الشكل المجاور تجربة أجراها العالم لينارد لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، أسقط فيها ضوءاً تردده (8×10^{14} Hz) على باعث الخلية، فتحررت إلكترونات من سطح الباعث ومرّ تيار كهروضوئي في الميكروأميتر. معتمداً على الشكل وبياناته أجب عن الفقرات الآتية :



1) إذا تمت زيادة فرق الجهد بين الباعث والجامع، فإنّ قراءة الميكروأميتر والطاقة الحركية العُظمى للإلكترونات المتحررة على الترتيب :

أ) تزداد ، تزداد
ب) تقل ، تقل
ج) تزداد ، تبقى ثابتة
د) تقل ، تبقى ثابتة

2) عند الوصول لفرق جهد مقداره (2 V) أصبحت قراءة الميكروأميتر صفراً. عند تلك اللحظة أجب عما يلي :

❶ إنّ مقدار تردد العتبة لمادة الباعث بوحدة (Hz) يساوي :

أ) 2.1×10^{-19}
ب) 8.5×10^{-19}
ج) 3.2×10^{-19}
د) 5×10^{-19}

❷ إذا تمّ زيادة شدة الضوء وزيادة تردده فإنّ قراءة الميكروأميتر:

أ) (تزداد ، تزداد)
ب) (تقل ، تقل)
ج) (تبقى ثابتة ، تزداد)
د) (تبقى ثابتة ، تقل)

⑬ س1 فرع 7 كتاب الأنشطة ص 38

في تجربة عملية، طبقت مجموعة من الطلبة جهد إيقاف على قطبي خلية كهروضوئية. أي القيم الآتية تُمثّل طاقة حركة إلكترون ضوئي متحرر من سطح الفلز لا يُمكن إيقافه بتطبيق جهد مقداره (4.2 V) :

أ) 5.9×10^{-19}
ب) 6.6×10^{-19}
ج) 6.7×10^{-19}
د) 6.9×10^{-19}

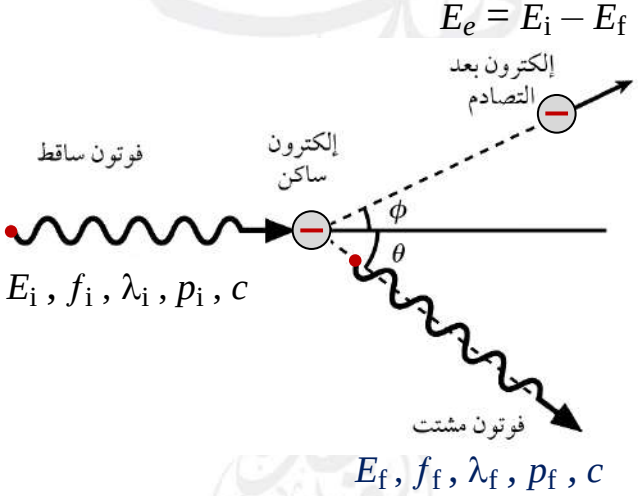
ثالثاً : ظاهرة كومبتون

تجربة كومبتون

أسقط كومتون فوتونات أشعة سينية (تتميز بطاقتها العالية وترددها الكبير وطولها الموجي الصغير) على هدف من الغرافيت (تتميز إلكترونات الجرافيت بأنّ الطاقة الكلية لها صغيرة جداً) لذلك يمكن إهمال الطاقة الكلية للإلكترون واعتبار الإلكترون ساكناً

ملاحظات كومبتون

لاحظ كومبتون أنّ طول موجة الأشعة السينية المتشتتة (λ_f) **أكبر** من طول موجة الأشعة السينية الساقطة (λ_i)



تفسيرات كومبتون

اعتمد كومتون في تفسير ملاحظاته على أنّ **فوتونات** الأشعة السينية الساقطة على لوح الجرافيت عبارة عن **جسيمات** حسب النموذج الجسيمي للإشعاع (الفيزياء الحديثة) وطبق قانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الزخم الخطي على تلك الفوتونات، ونجح في تفسير ما حدث، وذلك على النحو الآتي :

1) يصطدم فوتون الأشعة السينية ذو الطاقة (E_i) بإلكترون الغرافيت الساكن تصادما مرناً، فيفقد الفوتون الساقط جزءاً من طاقته فتصبح (E_f)، ويتحرك بزاوية (θ)، ويكتسب الإلكترون الطاقة المفقودة على شكل طاقة حركية ويتحرك بزاوية (ϕ)

$$E_e = E_i - E_f$$

2) لحظة التصادم، يكون مجموع الزخم الخطي للجسيمين المتصادمين (الفوتون والإلكترون) قبل التصادم مساوياً لمجموع الزخم الخطي لهما بعد التصادم (قانون حفظ الزخم الخطي)

ويُحسب الزخم الخطي للفوتون من العلاقة التالية --

$$p_{\text{فوتون}} = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

E_e : مقدار الطاقة الحركية التي اكتسبها الإلكترون (J)
E_f : طاقة الفوتون المتشتت (الطاقة النهائية) (J)
E_i : طاقة الفوتون الساقط (الطاقة الابتدائية) (J)
p : الزخم الخطي للفوتون (kg m/s)
h : ثابت بلانك (J s)
f : تردد الإشعاع أو الفوتون (Hz)
λ : طول موجة الإشعاع أو الفوتون (m)
c : سرعة الضوء (m/s)

Notes

للتمييز بين الظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومبتون

في الظاهرة الكهروضوئية يسقط الفوتون على سطح فلز. يمتص الإلكترون جميع طاقة الفوتون مما يؤدي لاختفاء الفوتون بعد التصادم

في ظاهرة كومبتون يصطدم الفوتون الساقط بالإلكترون الساكن، فيمتص الإلكترون جزءاً من طاقة الفوتون الساقط وينطلق بطاقة حركية، أما الفوتون فلا يختفي وإنما يتشتت وتقل طاقته

سؤال 22 — أتحقق ص114

ماذا يحدث للفوتون المتشتت في تجربة كومتون بعد تصادمه بالإلكترون الساكن؟

الإجابة

بعد اصطدام الفوتون الساقط بالإلكترون الساكن فإنّ الفوتون المتشتت :

* تقلّ طاقته * يقل تردده
* يزداد طوله الموجي * يقل زخمه الخطي
* تبقى سرعته ثابتة (سرعة الضوء)

سؤال 23 — المثال7 ص115

فوتون أشعة سينية تردده $(4.2\times10^{18}\ \text{Hz})$، احسب ما يلي :

1) طاقة الفوتون بوحدة (keV)
2) الزخم الخطي للفوتون

الإجابة

1) $E = hf = 6.6\times10^{-34}\times4.2\times10^{18}$

$\approx 2.77\times10^{-15}\ \text{J}$

$\approx \dfrac{2.77\times10^{-15}}{1.6\times10^{-19}\times10^{3}} \approx 17.3\ \text{keV}$

2) $p = \dfrac{E}{c} = \dfrac{2.77\times10^{-15}}{3\times10^{8}} \approx 9.2\times10^{-24}\ \text{kgm/s}$

سؤال 24 — المثال9 ص 116 مُعدّل

سقط فوتون أشعة غاما طاقته (662 keV) على إلكترون ساكن، فاكتسب الإلكترون طاقة مقدارها (49 keV)، احسب :

1) الزخم الخطي للفوتون الساقط
2) طاقة الفوتون المتشتت بالإلكترون فولت
3) طول موجة الفوتون المتشتت

الإجابة

1) $p = \dfrac{E}{c} = \dfrac{662\times10^{3}\times1.6\times10^{-19}}{3\times10^{8}}$

$= 3.5\times10^{-22}\ \text{kgm/s}$

2) $E_e = E_i - E_f$

$49 = 662 - E_f \Longrightarrow E_f = 613\ \text{keV}$

$E_f = 613\times10^{3}\ \text{eV}$

3) $E = \dfrac{hc}{\lambda} \Longrightarrow \lambda = \dfrac{hc}{E}$

$\lambda_f = \dfrac{hc}{E_f} = \dfrac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{613\times10^{3}\times1.6\times10^{-19}}$

$= 2\times10^{-12}\ \text{m}$

سؤال 25

اختر الإجابة الصحيحة ---

① المثال 8 ص 115 مُعدّل

فوتون زخمه الخطي (8.85×10^{-26} kg m/s)، إنّ طول موجة وطاقة هذا الفوتون على الترتيب :

أ) 1.34×10^{8} m , 2.95×10^{-34} J

ب) 1.34×10^{8} m , 2.66×10^{-17} J

ج) 7.46×10^{-9} m , 2.66×10^{-17} J

د) 7.46×10^{-9} m , 2.95×10^{-34} J

② س1 فرع 4 مراجعة الوحدة ص 133

إذا تضاعف الطول الموجي لفوتون مرتين فإنّ طاقته وزخمه الخطي على الترتيب :

أ) تقل إلى النصف، يقل إلى النصف

ب) تبقى ثابتة ، يقل إلى النصف

ج) تتضاعف مرتين ، يبقى ثابتاً

د) تبقى ثابتة ، يبقى ثابتاً

③ س2 مراجعة الدرس ص 117 مُعدّل

سقط فوتون أشعة سينية زخمه الخطي (4.3×10^{-23} kg m/s) على إلكترون ساكن، فأصبح الزخم الخطي للفوتون بعد تشتته (3.2×10^{-23} kg m/s)، إنّ الطاقة التي اكتسبها الإلكترون بوحدة (J) تساوي :

أ) 1.1×10^{-23} ب) 3.3×10^{-23}

ج) 1.1×10^{-15} د) 3.3×10^{-15}

واجبات 1

أينما لزم اعتبر :

$h = 6.6\times10^{-34}\ \text{J.s}\ ,\ c = 3\times10^{8}\ \text{m/s}$

واجب 1

YouTube

س 1 فرع 1 كتاب الأنشطة ص37

① **أي** مما يأتي يمثل الترتيب الصحيح للون توهج سلك فلزي عند تسخينه :

أ) الأبيض - الأزرق – الأصفر – الأحمر
ب) الأحمر البرتقالي – الأصفر – الأبيض
ج) الأزرق – الأبيض – الأحمر – الأصفر
د) الأزرق – الأبيض – الأصفر - الأحمر

س1 فرع 6 مراجعة الوحدة ص 133 مُعدّل

② **جسم** متوهج يُصدر إشعاعاً كهرومغناطيسياً تردده $(1.2\times10^{15}\ \text{Hz})$، إنّ طاقة الكمّة وطولها الموجي على الترتيب :

أ) $4\times10^{6}\ \text{m}$ ، $5\ eV$
ب) $4\times10^{6}\ \text{m}$ ، $9.3\ eV$
ج) $2.5\times10^{-7}\ \text{m}$ ، $5\ eV$
د) $2.5\times10^{-7}\ \text{m}$ ، $9.3\ eV$

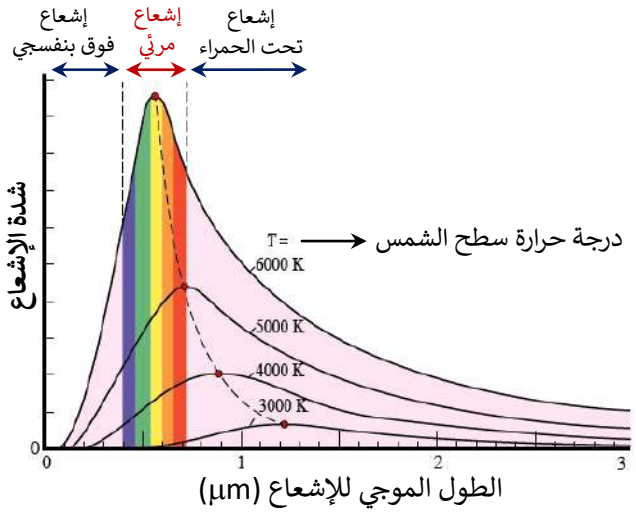
س 2 كتاب الأنشطة 40 مُعدّل

③ **جهاز** إرسال راديو يَبُثّ في كل ثانية إشعاع طاقته (132 kJ) بتردد مقداره (100 MHz)، إنّ عدد الفوتونات التي يبثّها الجهاز في الثانية الواحدة يساوي :

أ) 5×10^{28}
ب) 5×10^{31}
ج) 2×10^{27}
د) 2×10^{30}

س 1 فرع 3 كتاب الأنشطة ص37

④ **يُوضح** الشكل الآتي العلاقة بين الشدة والطول الموجي للإشعاع الصادر عن جسم أسود عند درجات حرارة مختلفة. إنّ أكبر شدة للإشعاع الصادر عن نجم درجة حرارة سطحه (3500 K) تقع في منطقة :



أ) الأشعة تحت الحمراء
ب) الضوء البرتقالي
ج) الإشعة فوق البنفسجية
د) الضوء الأزرق

⑤ س1 فرع 11+12 مراجعة الوحدة ص 134

يسقط (1×10^{8}) فوتون في الثانية الواحدة على سطح باعث خلية كهروضوئية اقتران الشغل له (3.3 eV)،إذا كانت طاقة الفوتون الواحد (6 eV)، أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1) **إنّ** أكبر عدد من الإلكترونات التي يمكن أن يصل إلى جامع الخلية الكهروضوئية في الثانية الواحدة يساوي :

أ) 1×10^{8} ب) 1×10^{4}
ج) 3.3×10^{6} د) 2.7×10^{6}

2) **إنّ** الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الباعث بوحدة (J) :

أ) 2.7 ب) 9.3
ج) 1.67×10^{-19} د) 4.3×10^{-19}

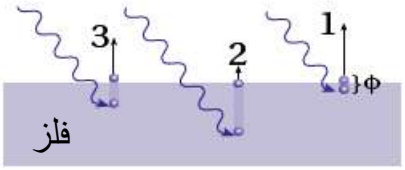
⑥ تمرين ص 116 مُعدّل

فوتون أشعة مرئية طاقته (3.3 eV)، إنّ مقدار زخمه الخطي بوحدة (kg m/s)، وطول موجته بوحدة (m) على الترتيب :

أ) 1.1×10^{-27} ، 6×10^{-7}
ب) 1.1×10^{-8} ، 3.75×10^{-7}
ج) 1.76×10^{-27} ، 3.75×10^{-7}
د) 1.76×10^{-27} ، 6×10^{-7}

⑦ س 11 مراجعة الوحدة ص136 مُعدّل

يُبيّن الشكل المجاور رسماً توضيحاً بسيطاً للتصور الذي وضعه آينشتين للظاهرة الكهروضوئية، فيما يخص ذلك أجب عن الفقرتين الآتيتين :



1) **عند** زيادة شدة الضوء الساقط على الفلز:

أ) يزداد عدد الإلكترونات المتحررة، وتزداد الطاقة الحركية العظمى لها
ب) يقل عدد الإلكترونات المتحررة، وتقل الطاقة الحركية العظمى لها
ج) يزداد عدد الإلكترونات المتحررة، ولا تتغير الطاقة الحركية العظمى لها
د) يقل عدد الإلكترونات المتحررة، ولا تتغير الطاقة الحركية العظمى لها

2) **إذا** تمكّن الضوء الساقط من تحرير الإلكترونات (1 , 2 , 3) من الفلز، فإنّ الترتيب التصاعدي لطاقتها الحركية هو :

أ) $KE_1 < KE_2 < KE_3$
ب) $KE_2 < KE_3 < KE_1$
ج) $KE_3 < KE_1 < KE_2$
د) $KE_1 < KE_3 < KE_2$

⑧ س4 مراجعة الدرس ص 118

في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، أسقط ضوء مناسب على الباعث فانطلقت من سطحه إلكترونات تحمل طاقة حركية. عند استخدام ضوء آخر شدته أقل وتردده أكبر، فإنّ عدد الإلكترونات المتحررة والطاقة الحركية العظمى لها على الترتيب:

أ) يقل ، تزداد
ب) تزداد ، تقل
ج) لا يتغير ، تقل
د) لا تتغير ، تزداد

⑨ **في** الظاهرة الكهروضوئية، إذا سقط ضوء تردده مساوٍ لتردد العتبة للفلز، فإنّ الضوء :

أ) يُحرّر إلكترونات من سطح الفلز دون طاقة حركية
ب) يُحرّر إلكترونات من سطح الفلز بطاقة حركية
ج) لا يُحرّر إلكترونات من سطح الفلز
د) ينعكس الضوء عن الفلز ولا يتم امتصاصه

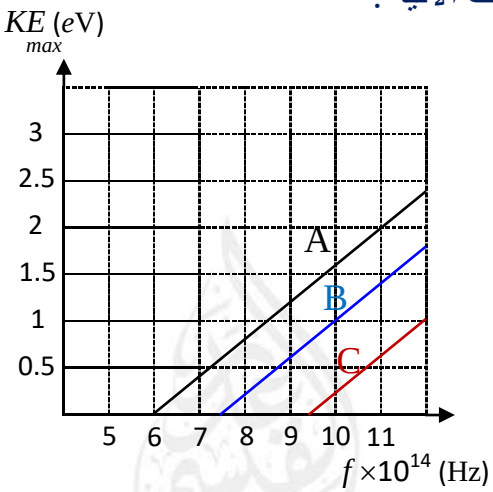
⑩ س 1 فرع 2 كتاب الأنشطة ص37

عند تسليط ضوء أحمر على صفيحة خارصين لا تنبعث من سطحه إلكترونات، إذا تمّ زيادة شدة الضوء :

أ) لن تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين
ب) تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعدد قليل
ج) تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعدد كبير
د) تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعد زمن كافي

⑪ س12 مراجعة الوحدة ص 136 مُعدّل

يُبيّن الشكل المجاور رسماً بيانياً لتغيُّر الطاقة الحركية العظمى مع تردد الضوء الساقط على سطح ثلاثة فلزات مختلفه، معتمداً عليه أجب عن الفقرات الآتية :



1) **إنّ** مقدار ثابت بلانك بوحدة (J.s) يساوي :

أ) 6.4×10^{-34}
ب) 6.5×10^{-34}
ج) 6.6×10^{-34}
د) 6.7×10^{-34}

2) **إنّ** الترتيب التنازلي لطول موجة العتبة للفلزات الثلاثة هو :

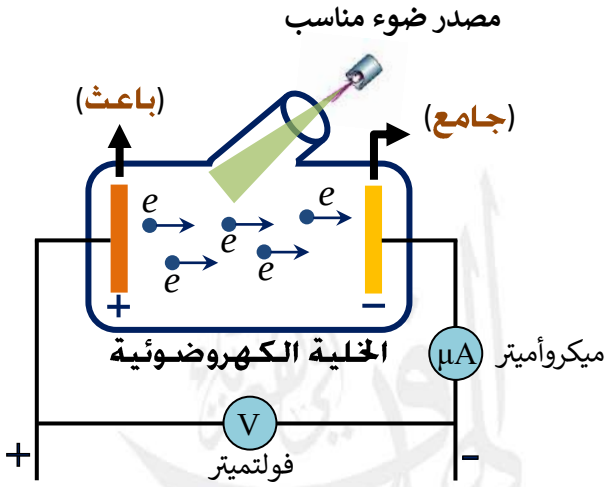
أ) $\lambda_{oB} > \lambda_{oA} > \lambda_{oC}$
ب) $\lambda_{oC} > \lambda_{oB} > \lambda_{oA}$
ج) $\lambda_{oA} > \lambda_{oB} > \lambda_{oC}$
د) $\lambda_{oC} > \lambda_{oA} > \lambda_{oB}$

3) **إذا** سقط ضوء طول موجته $(3.75\times10^{-7}\ m)$ على سطح الفزات الثلاثة، فإنّ الفلز أو الفلزات الذي تنطلق من سطحه إلكترونات ذات الطاقة الحركية الأقل :

أ) (C)
ب) (B)
ج) (A,B)
د) (B,C)

⑫ أتحقق ص 107 مُعدّل

في تجربة لينارد لدارسة الظاهرة الكهروضوئية، تم استخدام الأدوات المبينة في الدارة المجاورة. فيما يخص ذلك أجب عن الفقرتين الآتيتين :

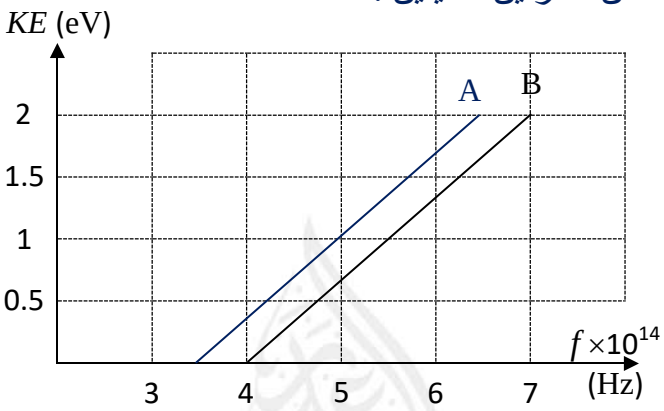


1) **يتم** تفريغ الخلية الكهروضوئية من الهواء كي :
أ) تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة
ب) تقل الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة
ج) لا تتأثر الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة
د) يتحرر عدد أكبر من الإلكترونات من الباعث

2) **يتم** الاستدلال على وصول إلكترونات إلى الجامع من خلال :
أ) قراءة الفولتميتر
ب) قراءة الميكرو أميتر
ج) تردد الضوء الساقط
د) مقدار جهد الجامع

⑬ س 1 فرع 8+9 كتاب الأنشطة ص38 مُعدّل

يُبيّن الشكل التالي رسماً بيانياً لقيم الطاقة الحركية العظمى مع تردد الضوء الساقط على سطح لفلزين مختلفين (A,B)، اعتماداً على الشكل وبياناته أجب عن الفقرتين الآتيتين :



1) **إنّ** مقدار اقتران الشغل للفلز (A) بوحدة (J) :
أ) 5.6×10^{-5} ب) 2.3×10^{-19}
ج) 5.6×10^{-33} د) 2.3×10^{-47}

2) **إذا** سقط ضوء تردده (7×10^{14} Hz) على سطح الفلز (B)، فإنّ مقدار الجهد اللازم لإيقاف أسرع الإلكترونات بوحدة (V) يساوي :
أ) 0.5 ب) 1
ج) 1.5 د) 2

⑭ س3 مراجعة الدرس ص 117 مُعدّل

سقط فوتون طول موجته (300 nm) على سطح فلز تردد العتبة له (5×10^{14} Hz). أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1) **إنّ** مقدار الزخم الخطي للفوتون الساقط بوحدة (kg m/s) :

أ) 2×10^{-40} ب) 3.3×10^{-19}
ج) 2.2×10^{-27} د) 2.2×10^{-36}

2) **إنّ** مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بوحدة (J) :

أ) 6.6×10^{-19} ب) 3.3×10^{-19}
ج) 9.9×10^{-19} د) 2.2×10^{-19}

⑮ س 3 كتاب الأنشطة 40 مُعدّل

في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية تمّ استخدام مصدرين للضوء. عند استخدام ضوء طول موجته (550 nm) كان جهد الإيقاف (0.4 V). إنّ مقدار جهد الإيقاف بوحدة (V) الذي يمكن قياسه عند استخدام ضوء طوله موجته (600 nm) يساوي :

أ) 0.1 ب) 0.2
ج) 0.5 د) 1.5

⑯ س7 فرع 5 مراجعة الدرس ص 118

سقط فوتون مقدار زخمه الخطي (p_i) على إلكترون حر ساكن، فكان مقدار الزخم الخطي للفوتون المتشتت (p_f) ، إنّ الطاقة التي اكتسبها الإلكترون :

أ) $p_i - p_f$ ب) $p_f - p_i$
ج) $c(p_i - p_f)$ د) $c(p_f - p_i)$

⑰ س13 مراجعة الوحدة ص 136 مُعدّل

إذا كان الطول الموجي لفوتون قبل اصطدامه بإلكترون حر ساكن (60 nm)، وبعد الاصطدام به (80 nm)، أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1) **إنّ** مقدار الزخم الخطي للفوتون قبل التصادم بوحدة (kg m/s)

أ) 1.1×10^{-27} ب) 1.1×10^{-26}
ج) 3.3×10^{-19} د) 3.3×10^{-18}

2) **إنّ** الطاقة التي اكتسبها الإلكترون أثناء عملية التصادم بوحدة (J) :

أ) 8.3×10^{-19} ب) 4×10^{-18}
ج) 3.3×10^{-19} د) 3.3×10^{-18}

⑱ س 1 فرع 10 كتاب الأنشطة ص39

سقط فوتون طاقته (68 keV) على إلكترون حر ساكن، فاكتسب الإلكترون طاقة (13.3 keV). إنّ تردد الفوتون المتشتت بوحدة (Hz) يساوي :

أ) 1.64×10^{18} ب) 3.21×10^{18}

ج) 1.32×10^{19} د) 8.75×10^{19}

⑲ س1 فرع 3 مراجعة الوحدة ص133

نسبة الزخم الخطي (p) لفوتون إلى طاقته (E) تساوي :

أ) $\frac{1}{c}$ ب) $\frac{1}{h}$

ج) $\frac{h}{c}$ د) $\frac{c}{h}$

⑳ **عندما** تتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات كما في ظاهرة كومبتون، فأي العبارات الآتية صحيحة؟

أ) يفقد الفوتون جزءاً من طاقته وتقل سرعته

ب) يفقد الفوتون جزءاً من طاقته ويقل طوله الموجي

ج) يمتص الإلكترون طاقة الفوتون كاملة ويختفي

د) يفقد الفوتون جزءاً من طاقته وتبقى سرعته ثابتة

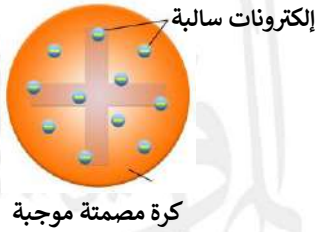
النماذج الذرية

1 نموذج ثومبسون

افترضَ ثومبسون أنّ :

1 الذرة عبارة عن كرة مصمته موجبة الشحنة، تتوزع فيها إلكترونات سالبة.

2 تكون الذرة متعادلة كهربائياً لأنّ مقدار الشحنة السالبة للإلكترونات يساوي مقدار الشحنة الموجبة للكرة المصمتة

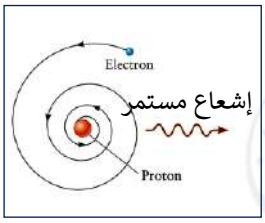


2 نموذج رذر فورد

تتكون الذرة من نواة صغيرة موجبة الشحنة تتركز في وسط الذرة، ويدور حول تلك النواة إلكترونات سالبة تجعل الذرة متعادلة كهربائياً.

لم ينجح هذا النموذج لأنه عجز عن تفسير استقرار الذرة، فدوران الإلكترون حول النواة في مسار دائري يعني أنّ الإلكترون يتسارع تسارعاً مركزياً، وبحسب النظرية الكهرومغناطيسية فإن الإلكترون سيشع (يفقد) طاقة باستمرار (بشكل متصل).

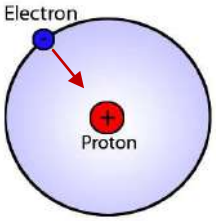
ونتيجة فقدان الإلكترون للطاقة فإنّه سينجذب نحو النواة مما يعني سقوطه فيها وانهيار الذرة. وهذا يُخالف النتائج التجريبية، حيث الذرة مستقرة، والطاقة التي تُشعها ذات قيم مُحددّة وليست متّصلة.



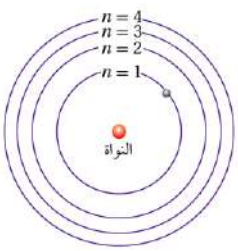
3 نموذج بور لذرة الهيدروجين (Bohr's Model)

بنى بور نموذجه الذري **لذرة الهيدروجين** معتمداً على نموذج رذر فورد، وعلى مبدأ تكمية الطاقة للعالم ماكس بلانك، وعلى النموذج الجسيمي للإشعاع (لآينشتين)، **ووضع بور أربع فرضيات لذرة الهيدروجين (حفظ)**

1 يدور إلكترون ذرة الهيدروجين حول النواة الموجبة (البروتون) في مسارات دائرية، بسبب قوة التجاذب الكهربائي بينهما.



2 توجد مدارات محددة للطاقة (مستويات للطاقة) مسموح للإلكترون (أن يحتلها) ولكل مستوى مقدار طاقة ثابت خاص به. **وإذا بقي** الإلكترون في مستوى الطاقة نفسه فلا يُشع طاقة ولا يمتصها (**تثبت طاقته**)



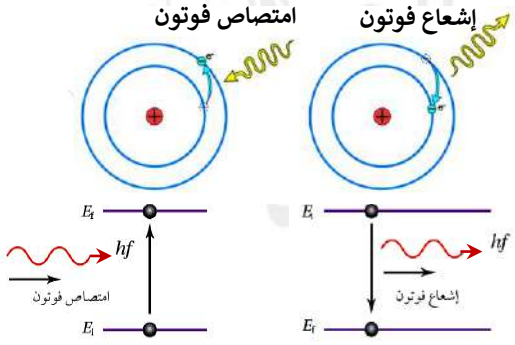
لحساب طاقة المستوى (المدار n) أو طاقة الإلكترون (في المدار n) :

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \quad \text{eV}$$

3 يتغيّر مقدار طاقة الإلكترون (**فقط**) عندما ينتقل من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة آخر، وذلك على النحو التالي :

1) إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة مرتفع إلى مستوى طاقة منخفض، **فإنّه** يُشع (يفقد) طاقة مقدارها يساوي فرق الطاقة بين المستويين.

2) إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى طاقة مرتفع ، **فإنّه** يمتصّ (يكتسب) طاقة مقدارها يساوي فرق الطاقة بين المستويين



$$E_{\text{فوتون}} = |E_f - E_i| \quad \text{eV}$$

$$E = hf \qquad E = \frac{hc}{\lambda}$$

4 المدارات المسموح للإلكترون أن يحتلها هي تلك المدارات التي يكون فيها مقدار الزخم الزاوي للإلكترون (L_e) مساوياً عدداً صحيحاً من مضاعفات القيمة ($\hbar$)

$$L_e = n\hbar = m_e v r$$

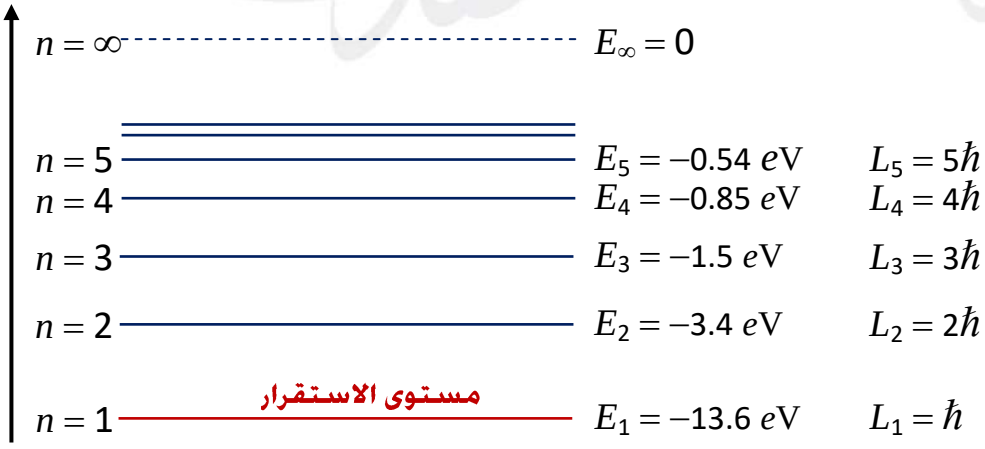
$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.05 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$$

E_n	:	مقدار طاقة المدار (n) بوحدة (eV)
E	:	طاقة الفوتون المُنبَعِثْ او المُمتَصْ (eV)
E_f	:	طاقة المدار النهائي الذي انتقل له الإلكترون (eV)
E_i	:	طاقة المدار الابتدائي الذي انتقل منه الإلكترون (eV)
f	:	تردد الفوتون أو الإشعاع (Hz)
λ	:	طول موجة الفوتون أو الإشعاع (m)
L	:	الزخم الزاوي للإلكترون (J.s أو $kg\ m^2/s$)
m_e	:	كتلة الإلكترون (kg)
h	:	ثابت بلانك (J.s)
c	:	سرعة الضوء (m/s)
n	:	رقم المدار أو رقم مستوى الطاقة أو الرقم الكمي
v	:	سرعة الإلكترون في المدار (m/s)
r	:	نصف قُطر المدار (m)

Notes

① رسمٌ يُمثّل بعض مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين يحتوي :

1. قيم طاقة أول خمسة مستويات طاقة
2. مقدار الزخم الزاوي للإلكترون في تلك المستويات



② نلاحظ أنّ قيم طاقة المستويات في ذرة الهيدروجين قيمٌ منفصلة (قِيمٌ محدّدة) أي أنّ قِيَمَ الطاقة مكمة وليست متصلة كما تتوقع الفيزياء الكلاسيكية

③ يمتلك الإلكترون في مستوى الطاقة الأول أقل مقدار للطاقة، ويسمى مستوى الإستقرار

④ المستويات الأخرى التي تعلو مستوى الاستقرار تُسمى (مستويات الإثارة) ، وكلما زاد الرقم الكمي زاد مقدار طاقة المستوى

⑤ جميع قيم طاقة المدارات سالبة ووحدتها (إلكترون فولت) باستثناء المدار الأخير فطاقته (صفر)

⑥ إنّ الإشارة السالبة في قانون طاقة المستوى تعني أنه يجب تزويد الإلكترون بنفس مقدار طاقة المستوى وبالموجب لنقله من مستواه إلى المالانهاية، أي لتحرير الإلكترون من الذرة نهائياً دون إكسابة طاقة حركية إضافية. وتسمى تلك الطاقة **(طاقة التأيُّن)**

تعريف طاقة التأيُّن — أتحقق ص 121

أقل طاقة تلزم لتحرير الإلكترون من الذرة دون إكسابه طاقة حركية إضافية.

⑦ قيم طاقة التأين لإلكترون ذرة الهيدروجين في مستويات الطاقة :

رقم المدار	طاقة التأيُن (eV)
$n=1$	+13.6
$n=2$	+3.4
$n=3$	+1.5
$n=4$	+0.85
$n=5$	+0.54

⑧ يوجد قانون خاص لحساب طول موجة الفوتون المنبعث أو الممتص عند انتقال الإلكترون بين مستويي طاقة مختلفين في ذرة الهيدروجين، يُسمى قانون ريدبيرغ

$$E = |E_f - E_i|$$

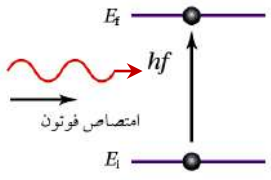
$$\frac{hc}{\lambda} = \left|\left(\frac{-13.6}{n_f^{\,2}} - \frac{-13.6}{n_i^{\,2}}\right)\times e\right|$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{13.6\times e}{hc}\left|\left(\frac{1}{n_f^{\,2}} - \frac{1}{n_i^{\,2}}\right)\right|$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left|\left(\frac{1}{n_f^{\,2}} - \frac{1}{n_i^{\,2}}\right)\right|$$

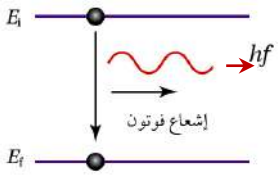
ثابت ريدبيرغ $R_H = 1.097\times10^{7}\ \mathrm{m}^{-1}$

⑨ عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين بين مدارين أحدهما غير معلوم، يمكن الاعتماد على الفكرة التالية لمعرفة رقم المدار المجهول (غير المعلوم) :



$E_i + E_{\text{فوتون}} = E_f$

أثناء صعود الإلكترون
(امتصاص فوتون)



$E_i - E_{\text{فوتون}} = E_f$

أثناء هبوط الإلكترون
(إشعاع أو انبعاث فوتون)

سؤال 26

فيما يخص ذرة الهيدروجين، أجب عما يلي :

1) أتحقق ص 120
ما الشرط الذي وضعه بور للزخم الزاوي للإلكترون؟

2) أفكر ص 121
ماذا يحدث للإلكترون إذا امتص فوتوناً طاقته أكبر من طاقة التأيّن؟

الإجابة

1) اشترط بور أنه يجب أن يكون مقدار الزخم الزاوي للإلكترون في المدار من مضاعفات القيمة $(\hbar)$

2) يمتص الإلكترون جميع طاقة الفوتون ويتحرر من من الذرة نهائياً، ويكتسب الفائض من طاقة الفوتون على شكل طاقة حركية إضافية.

سؤال 27

إلكترون ذرة هيدروجين في المستوى الثاني، احسب :

1) طاقة الإلكترون بوحدة الإلكترون فولت
2) الزخم الزاويّ للإلكترون

الإجابة

1) $E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}$

$E_2 = -\dfrac{13.6}{4} = -3.4 \text{ eV}$

2) $L_e = n\hbar = 2\times1.05\times10^{-34} = 2.1\times10^{-34} \text{ J.s}$

سؤال 28

انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثالث إلى مستوى الطاقة الثاني، احسب:

1) طاقة الفوتون المنبعث
2) تردد الفوتون المنبعث

الإجابة

1) $E = |E_f - E_i|$

$= |E_2 - E_3| = |-3.4 - (-1.5)| = 1.9 \text{ eV}$

2) $E = hf$

$f = \dfrac{E}{h} = \dfrac{1.9\times1.6\times10^{-19}}{6.6\times10^{-34}}$

$= 4.6\times10^{14} \text{ Hz}$

سؤال 29

احسب طول موجة الفوتون اللازم لنقل إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الأول إلى المستوى الرابع.

الإجابة

الطريقة الأولى

$E = |E_f - E_i|$

$= |E_4 - E_1| = |-0.85 - (-13.6)| = 12.75 \text{ eV}$

$E = \dfrac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \dfrac{hc}{E} = \dfrac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{12.75\times1.6\times10^{-19}}$

$= 9.7\times10^{-8} \text{ m}$

الطريقة الثانية

$\dfrac{1}{\lambda} = R_H \left|\dfrac{1}{n_f^2} - \dfrac{1}{n_i^2}\right|$

$= 1.097\times10^{7} \left|\dfrac{1}{16} - \dfrac{1}{1}\right|$

$= 1.097\times10^{7} \times \dfrac{15}{16}$

نقلب الإجابة

$\lambda = 9.7\times10^{-8} \text{ m}$

سؤال 30 تمرين ص122 مُعدّل

انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى (n_i) إلى مستوى الطاقة الثاني، فانبعث فوتون طاقته $(4.08\times10^{-19}\ J)$، احسب :

1) رقم مستوى الطاقة (n_i)

2) الزخم الخطي للفوتون المنبعث

الإجابة

أولاً : نحول طاقة الفوتون إلى وحدة إلكترون فولت

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{4.08\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 2.55\ eV$$

1) $E_i - E_{\text{فوتون}} = E_f$

$$E_i - 2.55 = -3.4\ eV$$

$$E_i = -0.85\ eV \Longrightarrow \therefore n_i = 4$$

2)

$$P = \frac{E}{c} = \frac{4.08\times10^{-19}}{3\times10^{8}}$$

$$= 1.36\times10^{-27}\ kgm/s$$

سؤال 31

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س7 فرع 1 مراجعة الدرس ص 131

إلكترون ذرة هيدروجين في مستوى الاستقرار، سقط عليه فوتون طاقته (12.1 eV)، إنّ الإلكترون

أ) يمتص الفوتون ويتحرّر من الذرة

ب) يمتص الفوتون وينتقل إلى مستوى الطاقة الثالث

ج) لا يمتص الفوتون ويبقى في مستوى الاستقرار

د) يمتص الفوتون ويبقى في مستوى الاستقرار

② س7 فرع 3 مراجعة الدرس ص 131

الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين عندما يتواجد في المستوى الثاني :

أ) $\frac{h}{\pi}$ ب) $\frac{h}{2\pi}$

ج) $\frac{2h}{\pi}$ د) $\frac{4h}{\pi}$

③ س3 مراجعة الدرس ص 130 مُعدّل

إلكترون ذرة هيدروجين في مستوى الطاقة الرابع، ما عدد الانتقالات التي يمكن أن يفقد بها الإلكترون طاقته؟

أ) 3 ب) 4

ج) 5 د) 6

④ س1 فرع 7 مراجعة الوحدة ص 133

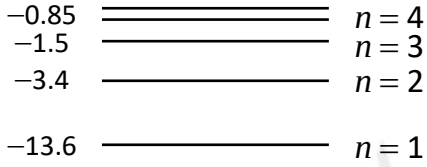
إذا انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني، فإنّ مقدار الفرق في الزخم الزاوي للإلكترون :

أ) $\hbar$ ب) $2\hbar$

ج) $3\hbar$ د) $4\hbar$

⑤ س4 مراجعة الدرس ص 130 مُعدّل

إلكترون ذرة هيدروجين في مستوى الاستقرار، بالاعتماد على مخطط مستويات الطاقة بوحدة (eV) المُبيّن في الشكل المجاور. أجب عن الفقرات الآتية :



❶ أصغر قيمة للطاقة التي يمكن أن يمتصها الإلكترون بوحدة (eV) تساوي :

أ) 13.6 ب) 10.2
ج) 3.4 د) 17

❷ إنّ مقدار طول موجة الإشعاع بوحدة (nm) اللازم لنقل الإلكترون إلى االمستوى الثالث :

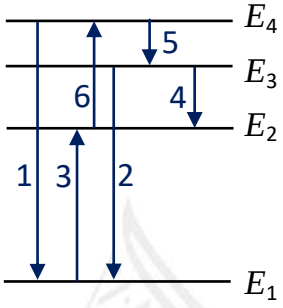
أ) 1 ب) 0.1
ج) 103 د) 9.8

❸ إذا امتص الإلكترون (12.75 eV)، فإنة سينتقل لمستوى الطاقة :

أ) الأول ب) الثاني
ج) الثالث د) الرابع

⑥ س5 مراجعة الدرس ص 130 مُعدّل

يُمثل الشكل المجاور مجموعة من مستويات الطاقة المسموح بها لإلكترون في ذرة ما، وتشير الأرقام إلى بعض الانتقالات بين المستويات، أجب عن الفقرات الآتية :



❶ إنّ رقم الانتقال الذي ينتج عنه انبعاث فوتون بأكبر طاقة هو :

أ) 1 ب) 2
ج) 4 د) 5

❷ إنّ رقم الانتقال الذي ينتج عنه انبعاث فوتون بأكبر طول موجي هو :

أ) 1 ب) 2
ج) 4 د) 5

❸ إنّ رقم الانتقال الذي ينتج عنه امتصاص فوتون بأقل تردد هو :

أ) 2 ب) 1
ج) 6 د) 3

⑦ س7 فرع 4 مراجعة الدرس ص 131

إلكترون ذرة هيدروجين في مستوى الاستقرار، امتص فوتوناً طاقته $(20.4\times10^{-19}\ \text{J})$ فانتقل إلى مستوى إثارة. إنّ الزخم الزاوي للإلكترون في مستوى الإثارة الذي انتقل إليه :

أ) $\hbar$ ب) $2\hbar$
ج) $3\hbar$ د) $4\hbar$

⑧ س1 فرع 8 مراجعة الوحدة ص 133

مقدار طول موجة الفوتون المُمتص عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى المالانهاية بدلالة ثابت ريدبيرغ (R_H) يساوي :

أ) $\frac{2}{R_H}$ ب) $\frac{4}{R_H}$
ج) $\frac{R_H}{2}$ د) $\frac{R_H}{4}$

⑨ س1 فرع 13 مراجعة الوحدة ص 134

إحدى القيم الآتية للزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين بوحدة (J.s) لا تسمح له بالبقاء في مدارات الذرة :

أ) 1.05×10^{-34} ب) 2.04×10^{-34}
ج) 3.15×10^{-34} د) 4.2×10^{-34}

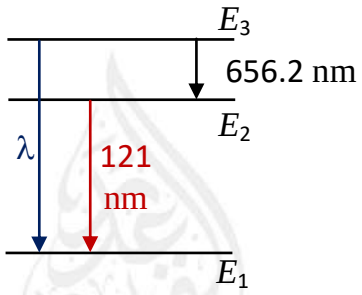
⑩ س5 مراجعة الوحدة ص 135 مُعدّل

إلكترون ذرة هيدروجين مثارة في مستوى الطاقة الرابع، أي من قيم الطاقة الآتية لا يُمكن للإلكترون أن يخسرها ؟

أ) 0.65 ب) 12.75
ج) 4.35 د) 2.55

⑪ س1 فرع 15 مراجعة الوحدة ص 134

يوضح الشكل المجاور مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين والأطوال الموجية للفوتونات المنبعثة نتيجة انتقالات الإلكترون من مستويات طاقة أعلى إلى مستويات طاقة أقل. الطول الموجي (λ) بوحدة (nm) للفوتون المنبعث عند انتقال انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الثالث إلى مستوى الطاقة الأول يكون :



أ) $\lambda < 121$ ب) $\lambda < 656.2$
ج) $121 < \lambda < 656.2$ د) $\lambda = 777.2$

⑫ ذرة هيدروجين مثارة، الزخم الزاوي لإلكترونها $(3\hbar)$، إنّ مقدار طاقة التأين لهذه الذرة بوحدة (J) يساوي :

أ) -1.5 ب) $+1.5$
ج) -2.4×10^{-19} د) $+2.4\times10^{-19}$

الأطياف الذرية

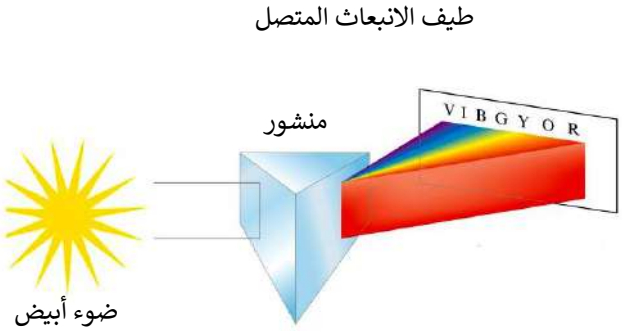
سؤال 32 س1 مراجعة الدرس ص130 مُعدّل

ما أنواع الأطياف الذرية؟ وضّح المقصود بكل نوع.

الإجابة

أولاً : الطيف الذري المتّصل Continuous spectrum

تعريفه	طيف يحتوى جميع الأطوال الموجية الضوئية بدءاً من اللون الأحمر وصولاً إلى اللون البنفسجي دون فواصل بينها
مصدره	ينتج عن تحليل ضوء الشمس الأبيض بواسطة منشور

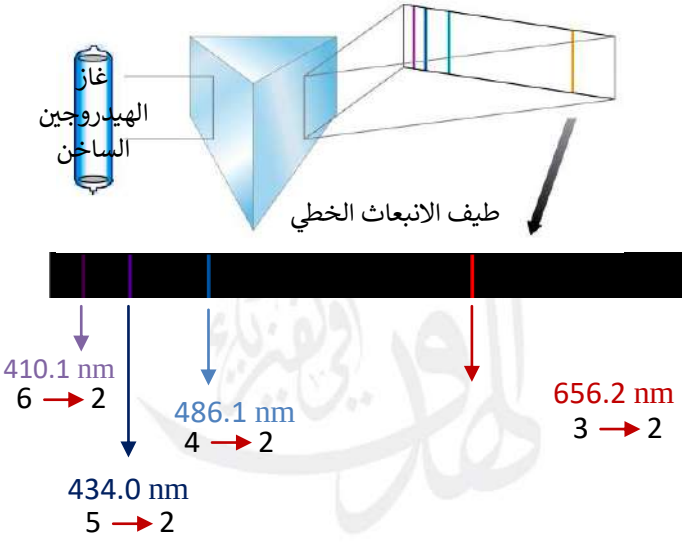


ثانياً : الطيف الذري غير المتصل (الخطي أو المنفصل) Discontinuous spectrum

ويقسم إلى نوعين :

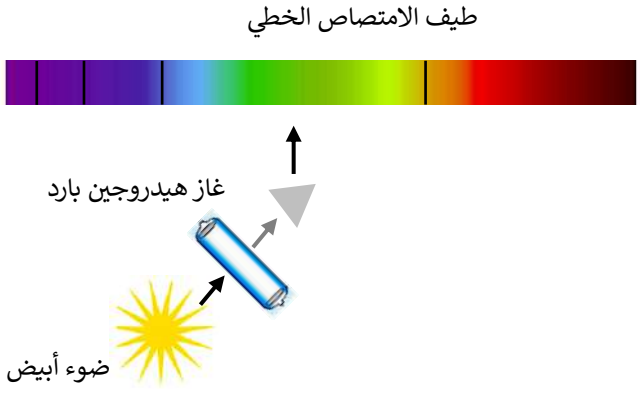
① طيف الانبعاث الخطي (المنفصل)

تعريفه	خطوط ملونة منفصلة، تظهر على خلفية سوداء، تنتج عن الغازات الساخنة بسبب عودة الإلكترونات من مستويات الطاقة العليا إلى مستويات الطاقة المنخفضة، فتنبعث فوتونات ذات أطوال موجية محددة
مصدره	ينتج عن تحليل الضوء الصادر عن الغازات الساخنة بواسطة منشور



2) طيف الامتصاص الخطي (المنفصل)

تعريفه	خطوط معتمة منفصلة، تظهر على خلفية مضيئة ملونة، وتنتج عن امتصاص الغاز (البارد) لأطوال موجية محددة في نفس موقع الأطوال الموجية التي يُشعها الغاز الساخن، حيث تنتقل الإلكترونات من مستويات الطاقة المتدنية إلى مستويات الطاقة الأعلى
مصدره	ينتج عن تحليل الضوء الأبيض النافذ من الغازات الباردة بواسطة منشور



Notes

① الخطوط الملونة في طيف الانبعاث الخطي للغاز (الساخن) تقابل الخطوط المعتمة في طيف الامتصاص الخطي لنفس الغاز (البارد)

② يُعدّ الطيف الخطي للعنصر ميّزة (صفة) خاصة به (بصمة خاصة بالعنصر)، ولا يمكن لعنصرين مختلفين أن يكون لهما الطيف الخطي نفسه.

③ نجح نموذج بور في التنبؤ بالأطوال الموجية لطيف انبعاث ذرة الهيدروجين، حيث تطابقت قيم الأطوال الموجية المحسوبة من نموذج بور مع القيم التجريبية.

مستويا الطاقة	3→2	4→2	5→2	6→2
القيم المحسوبة (nm)	656.3	486.2	434.1	410.2
القيم التجريبية (nm)	656.2	486.1	434	410.1

سؤال 33

أتحقق ص125

ما عيوب نموذج بور؟

الإجابة

نجح نموذج بور في التنبؤ بالأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين والأيونات ذات الإلكترون الواحد، إلا أنه فشل في تفسير أطياف الذرات عديدة الإلكترونات

سؤال 34

فيما يخص الأطياف الذرية، أجب عما يلي :

1) أتحقق ص 124

ما الفرق بين الطيف الناتج عن أشعة الشمس المرئية والطيف الناتج عند عبور أشعة الشمس خلال غاز عنصر ما؟

2) أفكر ص 125

هل يمكن تفسير الأطياف الذرية باستخدام مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية؟

الإجابة

1) الطيف الناتج عن ضوء الشمس طيف متصل تظهر فيه جميع ألوان الطيف المرئي.
أما الطيف الناتج عن عبور ضوء الشمس خلال غاز عنصر ما فهو طيف امتصاص خطي، تظهر فيه خطوط معتمة في الطيف المتصل، وسببه هو أنّ غاز العنصر يمتص ألوان ذات أطوال موجية محددة من ضوء الشمس

2) تفترض الفيزياء الكلاسيكية أنّ الذرة تستطيع أن تُشع الضوء أو تمتصه بأي تردد وبشكل متصل، وبالتالي فالطيف المتوقع من الذرات طيفاً متصلا فقط، وهذا يخالف النتائج التجريبية، فقد أثبتت التجارب أنّ أطياف الغازات أطياف خطية منفصلة وليست متصلة

سؤال 35

اختر الإجابة الصحيحة ---

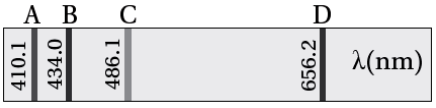
① س9 مراجعة الوحدة ص 136 مُعدّل

يظهر في طيف امتصاص غاز الهيليوم (12) خط معتم في منطقة الضوء المرئي، أحد هذه الخطوط يقابل الطول الموجي (686.7 nm)، إنّ مقدار الطاقة التي امتصها الإلكترون بوحدة (eV) لينتج هذا الخط يساوي :

أ) 2.9×10^{-19} ب) 1.8
ج) 6×10^{-9} د) 2.4

② س1 فرع 13+14 كتاب الأنشطة ص 39

يُبيّن الشكل المجاور طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين الناتج عن عودة الإلكترون في الذرة من مستويات مختلفة إلى المستوى الثاني، مُعتمداً على البيانات المثبتة على الشكل أجب عن الفقرتين الآتيتين :



❶ خط الطيف الناتج عن انتقال الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني :

أ) A ب) B
ج) C د) D

❷ الفوتون الأكبر طاقة هو الفوتون الذي يمثله خط الطيف :

أ) A ب) B
ج) C د) D

③ س7 فرع 2 مراجعة الدرس ص 131

ظهر خط معتم في طيف الامتصاص لذرة الهيدروجين عند التردد (6.16×10^{14} Hz)، إنّ مستويي الطاقة الذي انتقل الإلكترون بينهما ليظهر هذا الخط المعتم :

أ) الأول والثاني ب) الثاني والثالث
ج) الثالث والرابع د) الثاني والرابع

الطبيعة الموجية – الجسيمية المزدوجة
موجات دي بروي

سؤال 36 أتحقق ص127

اكتب نص فرضيّة دي بروي بالكلمات وعبّر عنها بالرموز.

الإجابة

نص الفرضية بالكلمات :

للأجسام المادية طبيعة موجية

أي أنّ للجسيمات طبيعة مزدوجة (جسيمية وموجية)

ولحساب طول موجة دي بروي، أو طول الموجة المصاحبة للجسيم نستخدم العلاقة ---

$$\lambda_{\text{جسيم}} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

λ	:	طول موجة دي بروي طول الموجة المصاحبة للجسيم	m
h	:	ثابت بلانك	(J.s)
p	:	الزخم الخطي للجسيم	(kg m/s)
m	:	كتلة الجسم	(kg)
v	:	سرعة الجسيم	(m/s)

سؤال 37

فيما يتعلق بموجات دي بروي، أجب عما يلي :

1) ما طبيعة هذه الموجات؟

2) لماذا لا نلاحظ الطبيعة الموجية للأجسام الكبيرة (الأجسام الجاهرية)، في حين يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام الصغيرة كالإلكترونات؟

3) كيف تمكّن العلماء من التّحقّق من صِحّة فرضية دي بروي؟

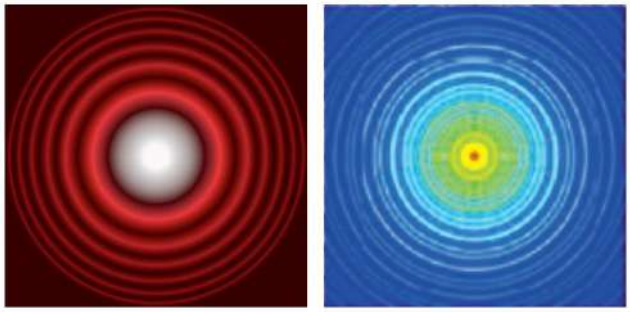
4) اذكر اسم تطبيق عملي لاستخدام الموجات المصاحبة للإلكترونات.

الإجابة

1) تُعدّ موجات دي بروي موجات مادية، وليست موجات كهرومغناطيسية أو موجات ميكانيكية

2) عند حساب طول موجة دي بروي المصاحبة لجسم كبير (جسم جاهري)، نجد طول الموجة المحسوب صغير جداً مقارنة بأبعاد الجسم نفسه، أما عند حساب طول موجة دي بروي المصاحبة لجسيم صغير كالإلكترون مثلاً، نجد طول الموجة المحسوب قريب من قيمة المسافة الفاصلة بين الذرات في المواد

3) أسقط العالمان دافيسون وجيرمر حُزمة مُسرَّعة من الإلكترونات على بلورة من النيكل فظهر نمط لحيود الإلكترونات، وهو إثبات قاطع بأنّ لدى الإلكترونات طبيعة موجية.



حيود الإلكترونات حيودالضوء

4) صناعة الميكروسكوب الإلكتروني، الذي ساعد في رؤية الفيروسات ورؤية التفاصيل الدقيقة للخلية.

في المجهر الإلكتروني يتم استخدام الموجات المادية المصاحبة للإلكترونات بدلاً من استخدام الموجات الضوئية في المجهر الضوئي، عادة ما تكون الأطوال الموجية للإلكترونات أقصر بـ (100) مرة من الأطوال الموجية لموجات الضوء، لذلك فإنّ لدى المجهر الإلكتروني قدرة على التكبير أكبر بمقدار (100) مرة من المجهر الضوئي.

Notes

درسنا في الوحدة الثالثة إمكانية تسريع جسيم مشحون بشحنة (q) من السكون عبر فرق جهد مقداره (ΔV) واكسابه طاقة حركية (KE).

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 = q\,\Delta V$$

سؤال 38 — المثال13 ص128

احسب طول موجة دي بروي المصاحبة للأجسام الآتية بوحدة (nm):

1) إلكترون سرعته (1×10^{6} m/s)

2) رصاصة كتلتها (50 g) تتحرك بسرعة (400 m/s)

اعتبر كتلة الإلكترون : 9.1×10^{-31} kg

الإجابة

1) $\lambda_e = \dfrac{h}{m\upsilon} = \dfrac{6.6\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times 1\times10^{6}}$

$= 7.25\times10^{-10}\ \text{m} = 0.725\ \text{nm}$

2) $\lambda_{\text{رصاصة}} = \dfrac{h}{m v} = \dfrac{6.6\times10^{-34}}{5\times10^{-2}\times 4\times10^{2}}$

$= 3.3\times10^{-35}\ \text{m} = 3.3\times10^{-26}\ \text{nm}$

سؤال 39 — س1/14 مراجعة الدرس ص134

جسيم كتلته (m) وشحنته (q)، تسارع من السكون بفرق جهد مقداره (ΔV). أثبت أنّ طول موجة دي بروي المصاحبة له عند نهاية مدة تسارعه تُعطى بالعلاقة ---

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\,m q\,\Delta V}}$$

الإجابة

$$KE = \frac{1}{2} m\upsilon^2 = q\,\Delta V$$

$$\frac{1}{2} m\upsilon^2 = q\,\Delta V$$

$$m\upsilon^2 = 2\,q\Delta V$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\,q\Delta V}{m}}$$

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon}$$

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon} = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2\,q\Delta V}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{\frac{m^2\times 2\,q\,\Delta V}{m}}}$$

$$= \frac{h}{\sqrt{2\,m\,q\,\Delta V}}$$

Notes

يمكن كتابة القانون السابق بدلالة الطاقة الحركية

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,KE}}$$

سؤال 40 — المثال 14 ص129

تسارع إلكترون من السكون عبر فرق جهد مقداره (2.7 V)، احسب طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون عند نهاية مدة تسارعه.

اعتبر كتلة الإلكترون : 9.1×10^{-31} kg

الإجابة

$$\lambda_e = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,q\,\Delta V}}$$

$$= \frac{6.6\times10^{-34}}{\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\times1.6\times10^{-19}\times 2.7}}$$

$$= 7.4\times10^{-10}\ \text{m} = 0.74\ \text{nm}$$

سؤال 41

س6 مراجعة الدرس ص130

احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لبروتون طاقته ($10\ \text{MeV}$) وكتلته ($1.67\times10^{-27}\ \text{kg}$).

الإجابة

$$\lambda_p = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,KE}}$$

$$= \frac{6.6\times10^{-34}}{\sqrt{2\times1.67\times10^{-27}\times10\times10^{6}\times1.6\times10^{-19}}}$$

$$= 9\times10^{-15}\ \text{m}$$

سؤال 42

اختر الإجابة الصحيحة ---

① **تُعتبر** الموجات المصاحبة للجسيمات موجات :

أ) كهرومغناطيسية　　ب) ضوئية

ج) مادية　　د) ميكانيكية

② س7 فرع 5 مراجعة الدرس ص 131

إلكترون وبروتون يتحركان بالسرعة نفسها، طول موجة دي بروي للإلكترون :

أ) أكبر من طول موجة دي بروي للبروتون لأنّ كتلة الإلكترون أقل

ب) أقل من طول موجة دي بروي للبروتون لأنّ كتلة الإلكترون أقل

ج) مساوية لطول موجة دي بروي للبروتون لأنّ لهما نفس السرعة

د) أقل من طول موجة دي بروي للبروتون لأنّ شحنة الإلكترون سالبة

③ تمرين1 ص129

طول موجة دي بروي المصاحبة لحزمة من الإلكترونات يساوي ($2.24\times10^{-10}\ \text{m}$). إنّ مقدار فرق الجهد المُستخدم في تسريع الإلكترونات بوحدة (m/s) يساوي :

اعتبر كتلة الإلكترون : $9.1\times10^{-31}\ \text{kg}$

أ) 3　　ب) 30

ج) 7　　د) 70

الإثراء والتوسع

1 أشعة الليزر (LAZER)

*** تعريف أشعة الليزر**

ضوء ذو طول موجي واحد ينبعث من جهاز الليزر الذي يعتمد مبدأ عمله على تحفيز ذرات مادة معينة على إطلاق أعداد كبيرة من الفوتونات ذات الطاقة المتساوية

*** ميزات أشعة الليزر**

1) شدة السطوع.
2) إمكانية توجيهها بدقة عالية جداً على نقطة صغيرة دون التأثير على المناطق المجاورة لها.

*** استخدامات أشعة الليزر**

في مجال الصناعة

1) قطع ونقش المعادن والخشب والبلاستيك بدقة عالية
2) عمليات لحام المعادن

في مجال الطب

1) عمليات تصحيح البصر
2) علاج بعض الأمراض الجلدية

في الاتصالات

1) نقل البيانات بسرعة كبيرة عبر الألياف الضوئية
2) التعرف على البيئة المحيطة في السيارات ذاتية القيادة

2 الأشعة السينية (X- Ray)

*** تعريف الأشعة السينة**

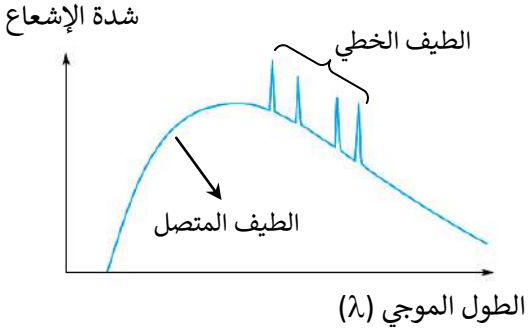
أشعة كهرومغناطيسية (ضوئية) ذات طاقة كبيرة تنبعث من سطح الفلز عند اصطدام إلكترونات ذات طاقة عالية به

*** استخدامات الأشعة السينية**

تمتاز الاشعة السينية بالقدرة على النفاذ خلال الأوساط المادية، فقدرتها على النفاذ خلال الكتلة العضلية أكبر من قدرتها على النفاذ خلال العظام، لذلك يتم استخدامها في تصوير العظام والكشف عن الكسور فيها.

*** طريقة انتاجها**

القوة المتغيرة
داخل أنبوب الأشعة السينية، يتم تسخين فتيل فلز المهبط فتنطلق منه إلكترونات حيث يتم تسريعها لتصطدم بالمصعد الذي يُطلق الأشعة السينية



*** طيف الأشعة السينية**

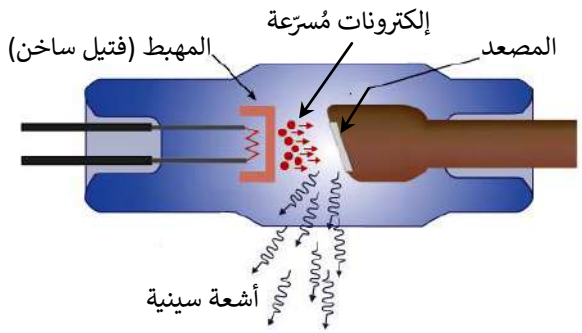
يتكون طيف الأشعة السينية من طيف متصل وآخر خطي

1) الطيف المتصل (المستمر)

عند اقتراب الإلكترونات المسرعة من ذرات المصعد تبدأ الإلكترونات بالتباطؤ بفعل قوى التنافر الكهربائية فتفقد جزءاً من طاقتها الحركية التي تظهر على هيئة أشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة متصلة، وهذا هو سبب الطيف المتصل (المستمر)

2) الطيف المنفصل (الخطي)

يمكن لأحد الإلكترونات المسرعة أن يصطدم بأحد إلكترونات مستويات الطاقة الداخلية لذرة المصعد فيُحرّره، فيهبط أحد إلكترونات الذرة من مستويات الطاقة العليا ليحل محل الإلكترون المُحرّر، ويصاحب هذا الانتقال انبعاث فوتون ذو طاقة محددة، وهذا هو مصدر الطيف المنفصل (الخطي)



واجبات 2

أينما لزم اعتبر :

$h = 6.6\times10^{-34}\ \text{J.s}\ ,\ c = 3\times10^{8}\ \text{m/s}$

واجب 2 YouTube

① س 4 مراجعة الوحدة ص135 مُعدّل

إلكترون ذرة هيدروجين في مستوى الاستقرار، أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1 إذا سقط عليه فوتون طاقته (12.75 eV)، فإنّ الإلكترون :

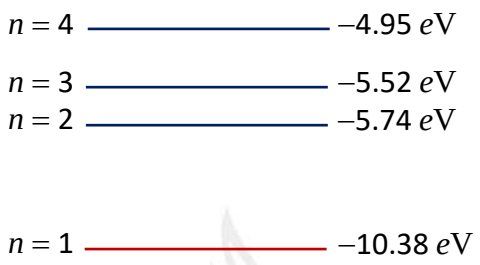
أ) لا يمتصه، ويبقى الإلكترون في مستوى الاستقرار
ب) يمتصه وينتقل إلى مستوى المالانهاية
ج) يمتصه وينتقل إلى المستوى الرابع
د) يمتصه ويبقى في نفس المستوى

2 **إذا** سقط عليه فوتون طاقته (20 eV)، فإنّ الإلكترون :

أ) لا يمتصه، ويبقى الإلكترون في مستوى الاستقرار
ب) يمتصه، ويكتسب طاقة حركية (6.4 eV)
ج) يمتصه، وينتقل إلى المستوى الرابع
د) يمتصه، ويبقى في نفس المستوى

② س 6 مراجعة الوحدة ص135 مُعدّل

يُبيّن الشكل المجاور مخططاً لبعض مستويات الطاقة لإلكترون ذرة الزئبق، معتمداً على القيم المثبتة عليه، أجب عن الفقرتين الآتيتين :



1 **إنّ** أقل طاقة يمتصها الإلكترون عند انتقاله من المستوى :

أ) الرابع إلى المستوى الأول
ب) الثالث إلى المستوى الثاني
ج) الأول إلى المستوى الرابع
د) الثاني إلى المستوى الثالث

1 **إنّ** أقل طول موجي للإشعاع ينبعث عندما ينتقل إلكترون من المستوى :

أ) الرابع إلى المستوى الأول
ب) الثالث إلى المستوى الثاني
ج) الأول إلى المستوى الرابع
د) الثاني إلى المستوى الثالث

③ س 1 فرع 11 كتاب الأنشطة ص39

عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الثالث إلى المستوى الرابع، فإنّ التغيّر في الزخم الزاوي للإلكترون يُعطى بالعلاقة :

أ) $\frac{h}{2\pi}$ ب) $\frac{h}{\pi}$

ج) $\frac{3h}{2\pi}$ د) $\frac{2h}{\pi}$

④ س 1 فرع 15 كتاب الأنشطة ص39

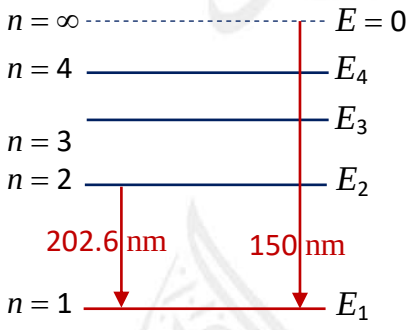
تسارع إلكترون داخل أنبوب أشعة مهبطية فرق الجهد بين طرفيه (5 kV)، إنّ طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون عند مهاية المسار بوحدة (nm) يساوي :

اعتبر كتلة الإلكترون : 9.1×10^{-31} kg

شحنة الإلكترون : -1.6×10^{-19} C

أ) 0.07 ب) 0.1
ج) 0.02 د) 0.05

⑤ **تمّ** رصد خطوط الطيف لذرة أحادية الإلكترون، فكانت على النحو الموضح في الشكل، معتمداً على الشكل وبياناته، إنّ مقدار طاقة المستوى الثاني (E_2) بوحدة (eV) يساوي :



أ) −10.39 ب) −6.11
ج) −8.25 د) −2.14

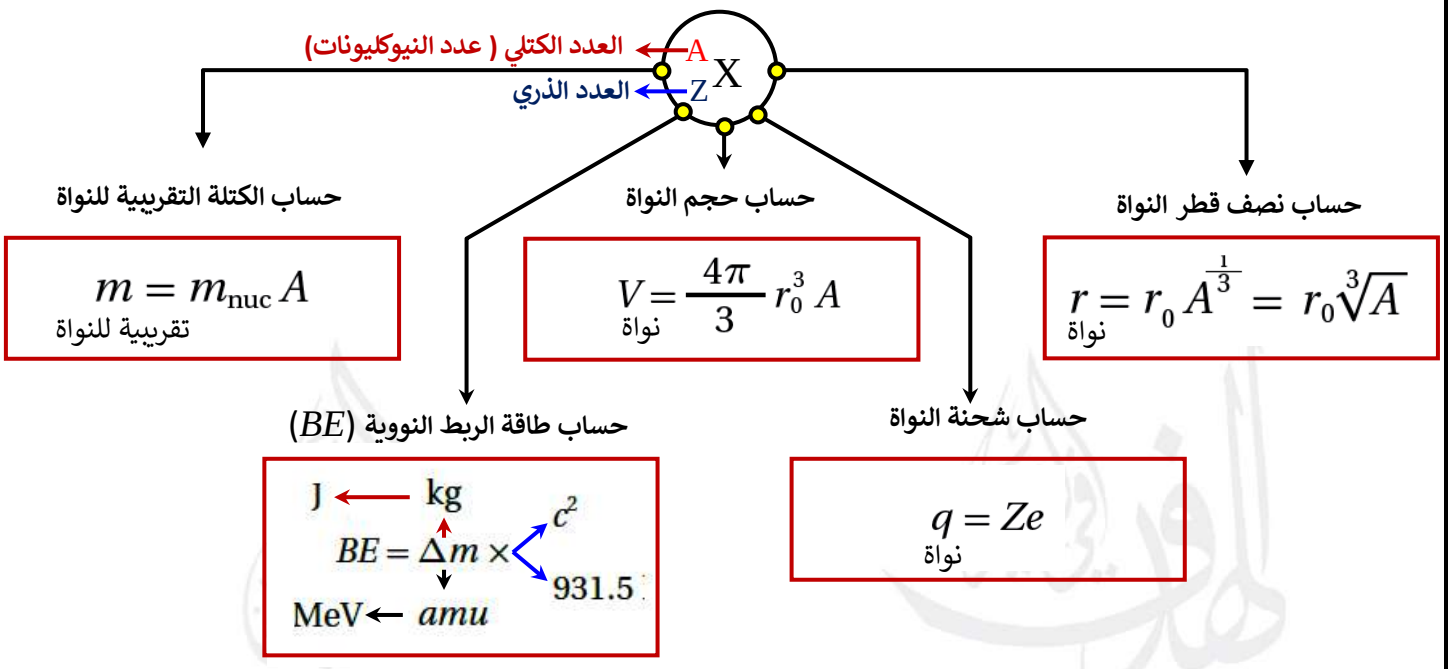
⑥ **تتصف** موجات دي بروي لجسم جاهري كبير بأن طولها الموجي:

أ) كبير ، ويقارب أبعاد الجسم
ب) كبير ، وأصغر من أبعاد الجسم
ج) صغير ، ويقارب أبعاد الجسم
د) صغير، وأصغر من أبعاد الجسم

الدرس الأول	تركيب النواة وخصائصا
الدرس الثاني	الإشعاع النووي الطبيعي
الدرس الثالث	التفاعلات النووية

مُلخّص قوانين الوحدة الثامنة (الفيزياء النووية)

حسابات تخص النواة



$$\Delta m = (Z\,m_p + N\,m_n - M)$$
النواة المتكونة

حساب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون: $(BE/A) = \frac{BE}{A}$

r	:	نصف قطر النواة (m)	Δm	:	النقص أو الفرق في الكتلة
r_o	:	ثابت = 1.2×10^{-15} m	BE	:	طاقة الربط النووية
A	:	العدد الكتلي = عدد النيوكليونات	c	:	سرعة الضوء (ثابت)
V	:	حجم النواة (m^3)	N	:	عدد النيوترونات
m	:	الكتلة التقريبية للنواة (amu)	BE/A	:	طاقة الربط النووية لكل نيوكليون
m_{nuc}	:	كتلة النيوكليون = 1.66×10^{-27} Kg	m_p	:	كتلة البروتون (ثابت)
q	:	شحنة النواة (C)	m_n	:	كتلة النيوترون (ثابت)
Z	:	العدد الذري : عدد البروتونات	M	:	كتلة النواة المتكوّنة
e	:	القيمة المطلقة لمقدار شحنة الإلكترون أو البروتون (C)			

مبدأ تكافؤ (الكتلة – الطاقة) لآينشتين

$$E = \Delta m\, c^2$$

J kg m/s

Δm	:	مقدار الكتلة المتحولة إلى طاقة أو النقص في الكتلة أو الفرق في الكتلة (Kg)
E	:	مقدار الطاقة الناتجة من التحوّل (J)
c	:	سرعة الضوء = 3×10^8 m/s

قوانين الانحلال الإشعاعي

$$\frac{N}{N_o} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t / t_{½}} \qquad \frac{A}{A_o} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t / t_{½}}$$

$$\begin{cases} t_{½} = \dfrac{Ln2}{\lambda} = \dfrac{0.693}{\lambda} \\ A_o = \lambda\, N_o \\ A = \lambda\, N \end{cases}$$

N_o : عدد أنوية العينة الابتدائية للنظير المُشع

N : عدد أنوية العينة المتبقية للنظير المُشع

t : الزمن الذي مرّ على انحلال النظير المشع

$t_{½}$: عُمر النصف

λ : ثابت الانحلال (s^{-1})

A_o : النشاطية الإشعاعية للعينة الابتدائية للنظير المُشع (Bq أو Ci)

A : النشاطية الإشعاعية للعينة المتبقية للنظير المُشع (Bq أو Ci)

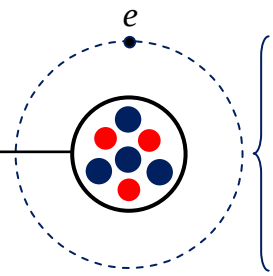
حساب طاقة التفاعلات النووية (الأنشطار والاندماج)

$$Q = \Delta m \times 931.5 \ \text{MeV}$$

+ طارد للطاقة
– ماص للطاقة

$$Q = \left[\sum M_{int} - \sum M_{out}\right] \times 931.5$$

بِنية النَّواة

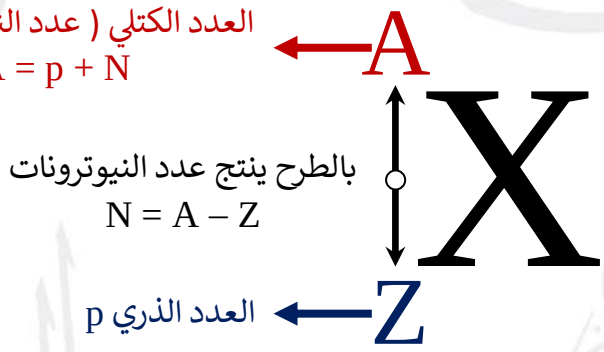


مفاهيم تخص النواة

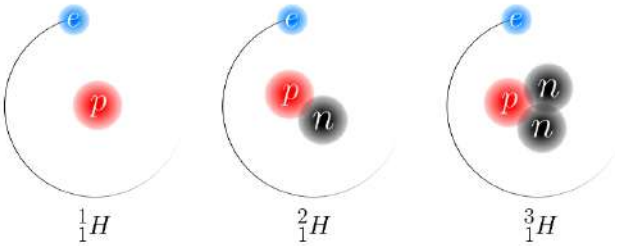
1) العدد الذري Z (Atomic number) : عدد البروتونات الموجبة في النواة ، ويُعبّر عن شحنة النواة

2) العدد الكتلي A (Mass number) : مجموع عدد البروتونات والنيوترونات داخل النواة، ويُعبّر عن كتلة النواة

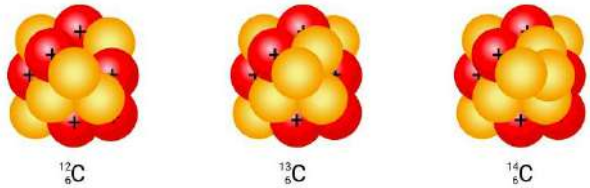
3) النظائر (Isotopes) : نوى العنصر الواحد، التي تتساوى في عددها الذري ، لكنها تختلف في عددها الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات فيها. لذلك فإنّ نظائر العنصر الواحد تختلف في الخصائص الفيزيائية لها. **أفكر ص (141)**



نظائر الهيدروجين



نظائر الكربون



نظرًا لصِغر كُتل النوى، فإنّ وحدة الكيلوغرام (kg) غير مناسبة للتعبير عن كتلها، **لذا** عُرِّفت وحدة جديدة لكتلة النوى **تُسمّى وحدة الكتلة الذريّة** (Atomic mass unit)

$$1\ amu = \left(\frac{1}{12}\right) {}^{12}_{6}C = 1.660539 \times 10^{-27}\ \text{kg}$$

قوانين تخص النواة

أثبتت التجارب العملية أنّ شكل النواة كروي.

حساب نصف قطر النواة

$$r_{\text{نواة}} = r_0 A^{\frac{1}{3}} = r_0 \sqrt[3]{A}$$

حساب حجم النواة

$$V_{\text{نواة}} = \frac{4\pi}{3} r_0^3 A$$

حساب كتلة النواة التقريبية

$$m_{\text{تقريبية للنواة}} = m_{nuc} A$$

حساب شحنة النواة

$$q_{\text{نواة}} = Ze$$

r	:	نصف قطر النواة (m)
r_o	:	ثابت $= 1.2\times10^{-15}$ m
A	:	العدد الكتلي = عدد النيوكليونات
V	:	حجم النواة (m^3)
m	:	الكتلة التقريبية للنواة (amu)
m_{nuc}	:	كتلة النيوكليون $= 1.66\times10^{-27}$ Kg
q	:	شحنة النواة (C)
Z	:	العدد الذري (عدد البروتونات)
e	:	مقدار شحنة الإلكترون أو البروتون (C)

سؤال 1 — المثال1 ص141 مُعدّل

نواة كربون $\left({}^{12}_{6}C\right)$ ، اذا علمت أنّ :

$r_o = 1.2\times10^{-15}$ m , $e = 1.6\times10^{-19}$ C

$m_{nuc} = 1.66\times10^{-27}$ Kg

احسب :

1) العدد الذري ، العدد الكتلي ، عدد النيوترونات
2) شحنة النواة
3) نصف قطر النواة
4) كتلة النواة التقريبية
5) حجم النواة

الإجابة

1) $Z = 6$, $A = 12$, $N = 6$

2) $q = Ze = 6\times1.6\times10^{-19} = 9.6\times10^{-19}$ C

3) $r = r_o \sqrt[3]{A} = 1.2\times10^{-15}\times\sqrt[3]{12} = 2.75\times10^{-15}$ m

4) $m = m_{nuc} A = 1.66\times10^{-27}\times12$

$= 19.92\times10^{-27}$ kg

5) $V = \frac{4\pi}{3} r_o^3 A$

$$= \frac{4\times3.14\times(1.2\times10^{-15})^3\times12}{3}$$

$= 8.7\times10^{-44}$ m^3

سؤال 2 — أتحقق ص141

أثبت أنّ كثافة المادة النووية متساوية في النوى جميعها.

الإجابة

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{nuc}} A}{\frac{4\pi}{3} r_0^3 A} \approx 2.3\times10^{17}\ \text{kg/m}^3$$

سؤال 3

المثال4 ص142

احسب نسبة نصف قطر نواة (${}^{A}_{Z_1}X$) إلى نصف قطر نواة (${}^{8A}_{Z_2}Y$)

الإجابة

$$\frac{r_X}{r_Y}=\frac{r_o\sqrt[3]{A_x}}{r_o\sqrt[3]{A_Y}}=\frac{\sqrt[3]{1}}{\sqrt[3]{8}}=\frac{1}{2}$$

سؤال 4

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س1 فرع 8 مراجعة الوحدة ص 177

إنّ نسبة قُطر النواة (${}^{27}_{13}Al$) إلى قُطر النواة (${}^{64}_{29}Cu$) تساوي :

أ) $\frac{3}{4}$ ب) $\frac{27}{64}$

ج) $\frac{8}{3}$ د) $\frac{64}{27}$

② س1 فرع 9 مراجعة الوحدة ص 177

إنّ نسبة حجم النواة (${}^{27}_{13}Al$) إلى حجم النواة (${}^{64}_{29}Cu$) تساوي :

أ) $\frac{3}{4}$ ب) $\frac{27}{64}$

ج) $\frac{8}{3}$ د) $\frac{64}{27}$

③

إنّ نسبة كثافة النواة (${}^{27}_{13}Al$) إلى كثافة النواة (${}^{64}_{29}Cu$) تساوي :

أ) $\frac{3}{8}$ ب) $\frac{8}{3}$

ج) $\frac{1}{1}$ د) $\frac{64}{27}$

④ س1 فرع 6 مراجعة الوحدة ص 177

يتناسب حجم النواة :

أ) طردياً مع عددها الكتلي

ب) عكسياً مع عددها الكتلي

ج) طرديا مع مكعب عددها الكتلي

د) طردياً مع الجذر التكعيبي لعددها الكتلي

⑤ س7 فرع 2 مراجعة الدرس ص 151

نواتان ($^{218}_{84}X$ ، $^{220}_{86}Y$) **العبارة** التي تصف العلاقة بين النواتين وصفاً صحيحاً هي :

أ) عدد النيوكليونات للنواتين متساوٍ

ب) عدد النيوترونات للنواتين متساوي

ج) العدد الذري للنواة (X) أكبر

د) عدد النيوترونات للنواة (Y) أكبر

⑥ س3 مراجعة الدرس ص 150 مُعدّل

نواة عنصر عدده الذري يساوي (31)، ونصف قطرها (4.8×10^{-15} m)، إنّ عدد النيوترونات في النواة يساوي :

أ) 95 ب) 33

ج) 35 د) 29

⑦ س1 فرع 5 كتاب الأنشطة ص 46

نواتان (X,Y) النسبة بين العدد الكتلي للنواتين على الترتيب (8 : 27)، إنّ النسبة بين نصفي قطري النواتين على الترتيب ($r_X : r_Y$) تساوي :

أ) $\frac{1}{1}$ ب) $\frac{9}{4}$

ج) $\frac{3}{2}$ د) $\frac{27}{8}$

القوة النووية ونطاق الاستقرار

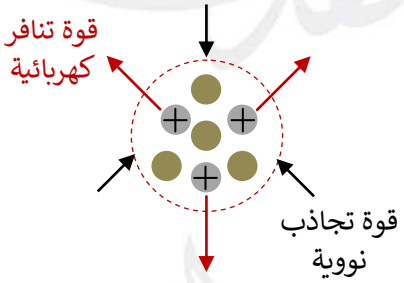
سؤال 5

1) **على** الرغم من وجود قوة تنافر كهربائية بين البروتونات الموجبة داخل النواة، إلا أنّ مكونات النواة متماسكة ولا تنفصل عن بعضها. ما الذي يمنع النواة من التفكُّك؟

2) **سمِّ** نوعا القوة داخل النواة.

الإجابة:

1) إنّ سبب تماسك مكونات النواة وعدم تباعدها وتفككها هي قوة التجاذب النووية داخل النواة والتي تُسمى **القوة النووية**



قوة تجاذب نووية **أكبر من** قوة تنافر كهربائية : **نواة مستقرة**

قوة تجاذب نووية **أصغر من** قوة تنافر كهربائية : **نواة غير مستقرة**

2)

① قوة **التنافر الكهربائية** بين البروتونات الموجبة

② قوة **التجاذب النووية** بين النيوكليونات المتجاورة

سؤال 6

أفكر ص143

تتأثر النيوكليونات الموجودة داخل النواة بقوة نووية أكبر من النيوكليونات الموجودة على سطح النواة. فسّر السبب.

الإجابة:

لأنّ النيوكليون الموجود داخل النوى محاط بنيوكليونات من جميع الجوانب، لذلك يتأثر بقوة نووية أكبر من النيوكليون الموجود على سطح النوى

سؤال 7

فيما يخص القوة النووية :

1) عرّف القوة النووية. وأذكر فائدتها.

2) عدّد خصائص القوة النووية.

الإجابة:

1) القوة النووية : قوة تجاذب ذات مدى قصير جداً تربط النيوكليونات المتجاورة في النواة. تعمل على تماسك مكونات النواة وتمنع تباعدها وتفككها

2) خصائص (ميّزات) القوة النووية :

① قوة تجاذب كبيرة بين النيوكليونات المتجاورة

② قصيرة المدى : لا يظهر تأثير قوة التجاذب النووية بين النوكليونات إلا إذا كانت قريبة جداً من بعضها ($3\ fermi = 3\times10^{-15}\ m$ أو أقل)

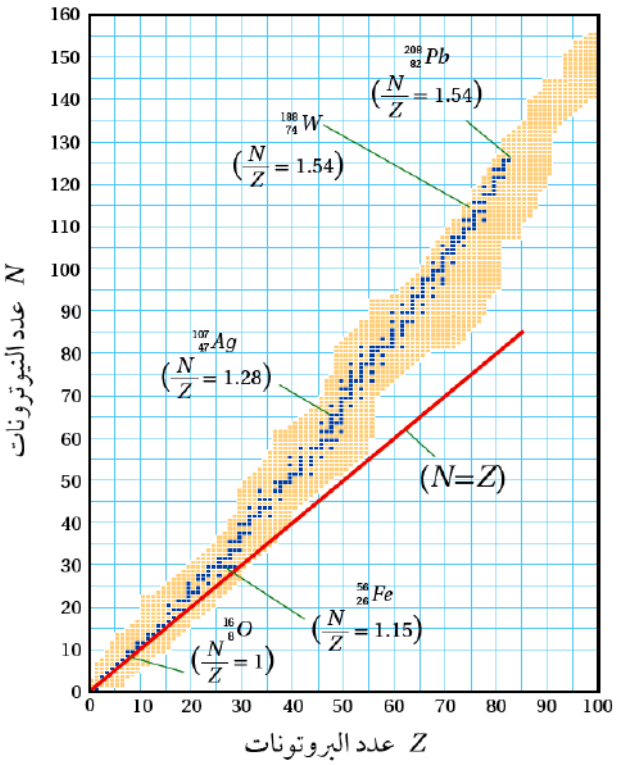
③ لا تعتمد على شحنة النيوكليونات

سؤال 8 أتحقق ص143

حتى تكون النواة مستقرة يجب أن تحتوي على عدد مناسب من النيوترونات. فسّر هذه العبارة.

الإجابة:

تعمل البروتونات الموجبة في النواة على توليد قوة تنافر كهربائية تزيد من عدم استقرار النواة، لذلك لا بُدّ من احتواء النواة على عدد مناسب من النيوترونات المتعادلة لأنها ستُسهم في إضافة قوة تجاذب نووية، بشرط أن لا تتباعد النيوكليونات كثيراً عن بعضها



① يُمثل الرسم البياني السابق العلاقة بين عدد البروتونات (Z) وعدد النيوترونات (N) للأنوية، ويسمى منحنى الاستقرار النووي

② تُشير النقاط الزرقاء على المنحنى إلى النوى المستقرة، أما النقاط الصفراء فتشير إلى النوى غير المستقرة.

③ تقع النوى المستقرة ضمن نطاق (تجمّع) ضيّق يسمى نطاق الاستقرار

④ تعريف نطاق الاستقرار : النطاق الذي تقع ضمنه النوى المستقرة في منحنى $(N-Z)$

⑤ من الرسم البياني السابق يمكن الوصول إلى أنّ :

1) النوى المستقرة ($Z \leq 20$) تكون نسبة الاستقرار $(\frac{N}{Z})$ لها قريبة من (1)

2) النوى المستقرة ($20 < Z \leq 82$) تكون نسبة الاستقرار $(\frac{N}{Z})$ لها أكبر من (1) وتزداد هذه النسبة بزيادة العدد الذري (Z)

3) النوى ($Z > 82$) جميعها نوى غير مستقرة ، لأنّ عدد البروتونات فيها كبير، مما يجعل قوة التنافر الكهربائية أكبر من قوة التجاذب النووية

تكافؤ (الكتلة – الطاقة) لآينشتين

بَيّن العالم آينشتين إلى أنّ كتلة الجسم هي مقياس لمحتوى الجسم من الطاقة، وأنّ الكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة وكذلك الطاقة يمكن أن تتحول إلى كتلة، وصاغ ذلك حسب العلاقة التالية :

$$E = \Delta m\, c^2$$

J kg m/s

Δm : مقدار الكتلة المتحولة إلى طاقة أو النقص في الكتلة أو الفرق في الكتلة (Kg)

E : مقدار الطاقة الناتجة من التحوّل (J)

c : سرعة الضوء = 3×10^8 m/s

Notes

① لأنّ سرعة الضوء كبيرة جداً، فإنّ تغيراً صغيراً في الكتلة سوف يُنتج مقداراً كبيراً من الطاقة

② إنّ مقدار الطاقة المكافئة لوحدة الكتل الذرية (amu) بوحدة (مليون إلكترون فولت MeV) تساوي (931.5)، لذلك تصبح معادلة تكافؤ الكتلة - الطاقة لآينشتين على النحو الآتي :

$$E = \Delta m \times 931.5$$

MeV amu

③ للتحويل بين وحدات الطاقة نستخدم المخطّط التالي :

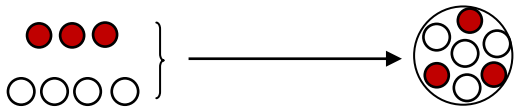
MeV $\underset{\div10^6}{\overset{\times10^6}{\rightleftarrows}}$ eV $\underset{\div1.6\times10^{-19}}{\overset{\times1.6\times10^{-19}}{\rightleftarrows}}$ J

فكّر ...

نواة ليثيوم $({}^{7}_{3}\mathrm{Li})$، إذا كانت

$m_p = 1.00728\ amu$, $m_n = 1.00867\ amu$

$m_{Li} = 7.01436\ amu$



المكونات المنفردة — نواة الليثيوم المتكونة

احسب :

1) كتلة المكونات المنفردة لنواة الليثيوم
2) النقص في كتلة نواة الليثيوم
3) الطاقة الناتجة عن نقص الكتلة بوحدة (MeV)
4) أين ذهبت الطاقة المحسوبة عن نقص الكتلة؟

الإجابة

1) $m = Z\,m_p + N\,m_n$
$= 3\times1.00728 + 4\times1.00867$
$= 7.05652\ amu$

2) $\Delta m = 7.05652 - 7.01436$
$= 0.04216\ amu$

3) $BE = \Delta m\times931.5 = 0.04216\times931.5$
$= 39.27204$ MeV

4) الطاقة الناتجة عن نقص الكتلة هي الطاقة التي تعمل على ربط مكونات النواة ببعضها البعض، ويطلق عليها أسم **طاقة الربط النووية**

طاقة الربط النووية (BE)
Nuclear Binding Energy

ترتبط النيوكليونات داخل النواة ببعضها البعض بقوة التجاذب النووية القوية، ولفصل تلك النيوكليونات عن بعضها يجب تزويدها بطاقة كافية تمكنها من التغلُّب على تلك القوة، وتُسمى هذه الطاقة بإسم (طاقة الربط النووية)

تعريف طاقة الربط النووية

مقدار الطاقة التي يجب تزويدها للنواة **لفصل** مكوناتها (النيوكليونات) عن بعضها البعض نهائياً.

منشأ طاقة الربط النووية

تبيَّنَ حسب مبدأ تكافؤ (الكتلة – الطاقة) لآينشتين أنّ كتلة مكونات النواة المنفردة (النيوكليونات) أكبر من كتلة النواة الحقيقية المتكونة، وأنّ الفرق أو النقص في الكتلة تحوّل إلى طاقة عَمِلَتْ على ربط مكونات تلك النواة

حساب طاقة الربط النووية

لحساب طاقة الربط النووية، يتم استخدام القانون المناسب وذلك حسب وحدة الكتلة المستخدمة (kg , amu)

$$BE\ (\text{J}) = \Delta m\ (\text{kg}) \times c^2$$

$$BE\ (\text{MeV}) = \Delta m\ (amu) \times 931.5$$

Notes

① لحساب فرق الكتلة أو النقص في الكتلة (Δm) بين كتلة مكونات النواة المنفردة وكتلة النواة المتكونة، نستخدم العلاقة التالية :

$$\Delta m = Z\,m_p + N\,m_n - M_{\text{النواة المتكونة}}$$

② إذا طلب في السؤال حساب الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة، فإنّ المطلوب هو طاقة الربط النووية

③ كلما زاد العدد الكتلي (A) للنواة كلما زاد مقدار طاقة الربط النووية لها (BE)

سؤال 9 — المثال 5 ص148

فيما يخص نواة الديتيريوم (${}^{2}_{1}H = D$)

وبالاعتماد على البيانات المثبتة في الجدول المرفق.
احسب مقدار الطاقة اللازمة لفصل مكونات تلك النواة

الجسيم أو النواة	الكتلة (amu)
m_p	1.00728
m_n	1.00867
m_D	2.01355

الإجابة

الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة هي نفسها طاقة الربط النووية (BE)

$$BE = \Delta m \times 931.5 = 0.0024 \times 931.5$$
$$= 2.2356\ \text{MeV}$$

$$\Delta m = Z\,m_p + N\,m_n - M_D$$
$$= 1\times1.00728 + 1\times1.00867 - 2.01355$$
$$= 0.0024\ amu$$

سؤال 10 — المثال 6 ص148

إذا كان مقدار فرق الكتلة بين كتلة نواة ($^{208}_{82}Pb$) وكتلة مكوناتها المنفردة يساوي $(2.9\times10^{-27}\ kg)$، احسب مقدار طاقة الربط النووية لتلك النواة بوحدة (جول ، إلكترون فولت ، مليون إلكترون فولت)

الإجابة:

$$BE = \Delta m\, c^2$$

$$= 2.9\times10^{-27} \times (3\times10^{8})^2 = 2.61\times10^{-10}\ J$$

$$= \frac{2.61\times10^{-10}}{1.6\times10^{-19}} = 1631.25\times10^{6}\ eV$$

$$= \frac{1631.25\times10^{6}}{10^{6}} = 1631.25\ MeV$$

فكّـر ...

يُبيّن الجدول المجاور بيانات تخص نواتان (X,Y) معتمداً عليه، أي النواتين أكثر استقراراً؟ فسر إجابتك.

رمز النواة	العدد الكتلي	طاقة الربط BE (MeV)
X	4	28
Y	6	33

سؤال 11

يهتم علماء فيزياء النواة بحساب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون. فيما يخص ذلك أجب عما يلي :

1) ما المقصود بطاقة الربط النووية لكل نيوكليون؟
2) ما العلاقة الرياضية التي تستخدم لحساب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون؟
3) أذكر أهمية واحدة لمقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

الإجابة:

1) طاقة الربط النووية لكل نيوكليون : هي حاصل قسمة طاقة الربط النووية على عدد النيوكليونات. ويرمز لها بالرمز (BE/A)

2)

$$BE/A = \frac{BE}{A} = \frac{\Delta m \times 931.5}{A}$$

3) تفيدنا في الحكم على استقرار الأنوية والمقارنة بينها، فكلما زاد مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون، كلما أصبح من الصعب فصل النيوكليون من النواة وبالتالي زاد استقرار تلك النواة.

سؤال 12 — المثال 7 ص149 مُعدّل

فيما يخص النواتان ($^{206}_{82}Pb$ ، $^{62}_{28}Ni$)، احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لكل من النواتين، ثم حدّد أيهما أكثر استقراراً.

الجسيم أو النواة	m_p	m_n	m_{Ni}	m_{Pb}
الكتلة (amu)	1.0073	1.0087	61.913	205.9295

الإجابة:

$$\frac{BE}{A}=\frac{\Delta m\times 931.5}{206}=\frac{1.7479\times 931.5}{206}$$
$$=7.9037\ \text{MeV}$$

$$\Delta m = Z\,m_p + N\,m_n - M_{Pb}$$
$$= 82\times 1.0073 + 124\times 1.0087 - 205.9295$$
$$= 1.7479\ amu$$

$$\frac{BE}{A}=\frac{\Delta m\times 931.5}{62}=\frac{0.5872\times 931.5}{62}$$
$$=8.822\ \text{MeV}$$

$$\Delta m = Z\,m_p + N\,m_n - M_{Ni}$$
$$= 28\times 1.0073 + 34\times 1.0087 - 61.913$$
$$= 0.5872\ amu$$

نواة النيكل أكثر استقراراً من نواة الرصاص، لأنّ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة النيكل أكبر من طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الرصاص.

سؤال 13

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س7 فرع 1 مراجعة الدرس ص 151

نواة كتلتها (106.9 amu)، ومجموع كتل مكوناتها (107.87 amu)، إنّ الطاقة اللازمة لفصل مكونات هذه النواة بوحدة (MeV) تساوي :

أ) 903.56 ب) 214.77
ج) 103.79 د) 0.97

② س5 مراجعة الدرس ص 150 مُعدّل

معتمداً على القيم المثبّتة في الجدول المرفق، إنّ الترتيب التصاعدي للأنوية من حيث استقرارها :

النواة	طاقة الربط النووية MeV	العدد الكتلي
X	1600	200
Y	492	56
Z	28	4

أ) Z<Y<X ب) X<Y<Z
ج) Z<X<Y د) Y<X<Z

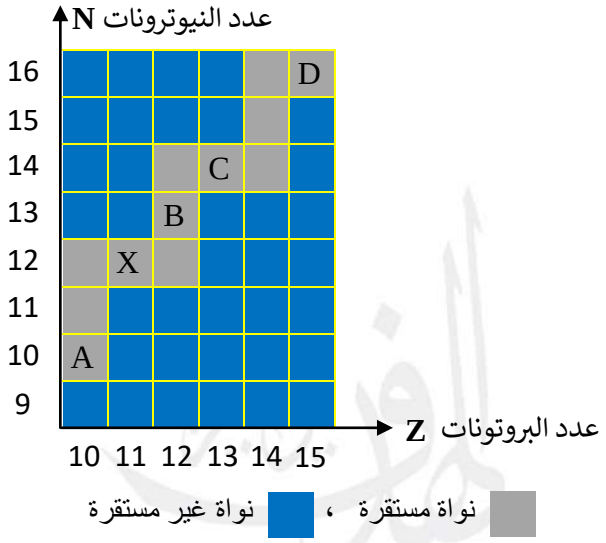
③ س1 فرع 2 كتاب الأنشطة ص46

أي العبارات الآتية صحيحية لنواة ($^{15}_{7}N$) مقارنة بنواة ($^{15}_{8}O$) ؟

أ) لها طاقة ربط نووية أكبر، وطاقة تنافر كهربائي أكبر
ب) لها طاقة ربط نووية أكبر، وطاقة تنافر كهربائي أقل
ج) لها طاقة ربط نووية أقل، وطاقة تنافر كهربائي أكبر
د) لها طاقة ربط نووية أقل، وطاقة تنافر كهربائي أقل

④ س7 فرع 3+4+5 مراجعة الدرس ص 151

معتمداً على الشكل المجاور الذي يُبيّن جزءاً من منحنى الاستقرار، وكل مربع يُعبّر عن نواة مستقرة أو غير مستقرة، أجب عن الفقرات الثلاث الآتية :



1 نسبة حجم النواة (B) إلى حجم النواة (A) يساوي :

أ) $\frac{4}{5}$ ب) $\frac{5}{4}$

ج) $\frac{1}{1}$ د) $\frac{6}{5}$

2 إذا كانت طاقة الربط النووية للنواة (X) تساوي (186.3 MeV)، فإنّ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لهذه النواة بوحدة (MeV) تساوي :

أ) 8.1 ب) 15.5

ج) 16.94 د) 0.12

3 النواة التي لها أكثر من نظير مستقر من بين النوى (A,X,C,D) هي النواة :

أ) A ب) X

ج) C د) D

⑤ **يُبيّن** الجدول التالي قيم طاقة الربط النووية وقيم طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لعدد من الأنوية، مُعتمداً عليه، أجب عن الأسئلة التي تليه :

النواة	العدد الكتلي (A)	*BE* (MeV)	*BE*/A (MeV)
ليثيوم (Li)	7	39.24	5.61
نيكل (Ni)	62	545.26	8.80
فضة (Ag)	107	915.26	8.55
رصاص(Pb)	206	1622.32	7.88

1 فيما يخص مقدار طاقة الربط النووية :

أ) لا تتغيّر بتغير العدد الكتلي

ب) تزداد بنقصان العدد الكتلي

ج) تقل بزيادة العدد الكتلي

د) تزداد بزيادة العدد الكتلي

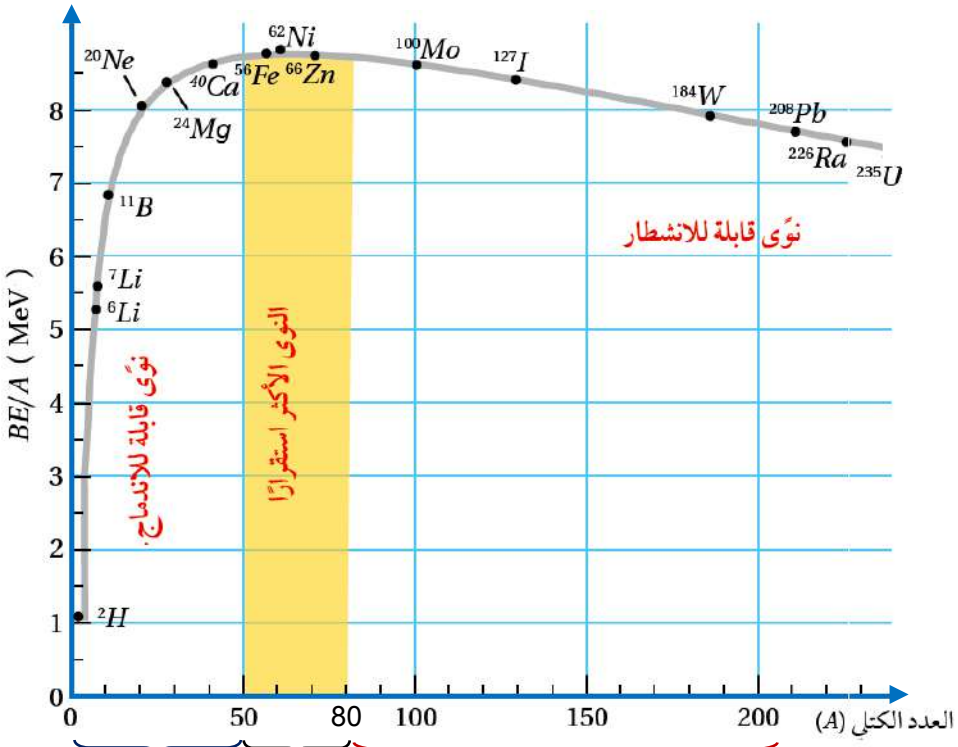
2 النواة الأكثر استقراراً هي نواة :

أ) Li ب) Ni

ج) Ag د) Pb

منحنى طاقة الربط النووي لكل نيوكليون

تسعى النوى غير المستقرة لأن تكون أكثر استقراراً عن طريق زيادة قيمة (BE/A) --- كيف يحدث ذلك ؟



النوى الثقيلة أنوية غير مستقرة، لذلك فإنها تميل إلى عملية **الانشطار النووي** إذا توفرت لها الظروف المناسبة، وينتج عن انشطارها أنوية جديدة تتميّز بأن لها:

1) مجموع كتل أقل من كتلة النواة المنشطرة الأصلية
2) طاقة ربط لكل نيوكليون لكل نواة ناتجة، أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة المنشطرة الأصلية، لذلك فإنّ الأنوية الناتجة أكثر استقراراً من النواة المنشطرة

النوى المتوسطة هي النوى الأكثر استقراراً، وذلك لأنّ مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها هي الأكبر. وتعتبر نواة النيكل هي النواة الأكثر استقراراً، تليها نواة الحديد. **أحقق** ص **(147)**

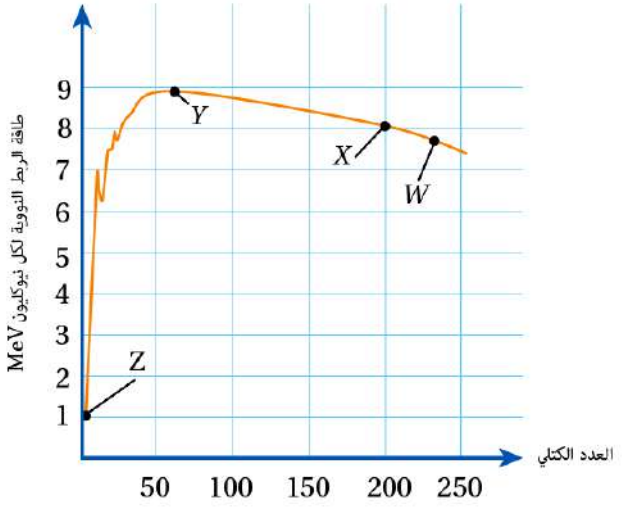
النوى الخفيفة أنوية غير مستقرة، لذلك فإنها تميل إلى عملية **الاندماج النووي** إذا توفرت لها الظروف المناسبة، وينتج عن اندماجها نواة جديدة، تتميّز بأنّ لها :

1) كتلة أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة الأصلية
2) طاقة ربط لكل نيوكليون أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون لكل نواة من الأنوية المندمجة، لذلك فإنّ النواة الناتجة أكثر استقراراً من الأنوية المندمجة.

سؤال 14 س6 مراجعة الدرس ص150 مُعدّل

اختر الإجابة الصحيحة ---

① **يُمثل** المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لأربع نوى عناصر مختلفة، اعتماداً عليه، أجب عما يليه :



1 نواة العنصر الأكثر استقراراً هي نواة :
أ) (W) لأنّ لها أكبر عدد ذري
ب) (W) لأنّ فيها أكبر عدد من النيوترونات
ج) (Y) لأنّ لها أكبر طاقة ربط نووية لكل نيوكليون
د) (Y) لأنّ لها أكبر طاقة ربط نووية

2 نواة العنصر الأكثر قابلية للإنشطار النووي إذا توفرت لها الظروف المناسبة هي نواة :
أ) Z ب) Y
ج) X د) W

3 نواة العنصر الأكثر قابلية للاندماج النووي إذا توفرت لها الظروف المناسبة هي نواة :
أ) Z ب) Y
ج) X د) W

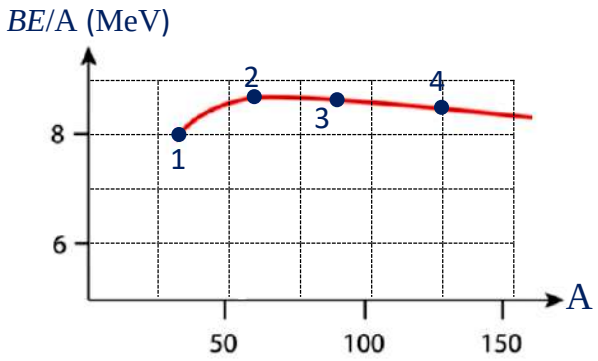
4 مقدار طاقة الربط النووية لنواة العنصر (X) بوحدة (eV) يساوي :
أ) 1600 ب) 16×10^{8}
ج) 8 د) 8×10^{6}

② س1 فرع 11 مراجعة الوحدة ص 177

إذا كانت كتلة نظير الليثيوم ($^{7}_{3}Li$) تقل بمقدار (0.042 *amu*) عن مجموع كتل مكوناتها، فإنّ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة (MeV) لها تساوي :
أ) 3.91 ب) 5.589
ج) 1.412 د) 7.12

③ س1 فرع 12 مراجعة الوحدة ص 178 مُعدّل

يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لأربع نوى، معتمداً عليه أجب عن الفقرتين الآتيتين :



1 النواة الأكثر استقراراً هي النواة ذات الرقم :

أ) 1 ب) 2
ج) 3 د) 4

2 النواة التي لها أكبر طاقة ربط نووية هي النواة ذات الرقم :

أ) 1 ب) 2
ج) 3 د) 4

④ س7 مراجعة الوحدة ص 179 مُعدّل

إذا كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة ($^{30}_{15}X$) تساوي (8.35 MeV)، إنّ كتلة تلك النواة بوحدة (*amu*) تساوي :

أ) 30.1179 ب) 30.1150
ج) 29.9711 د) 29.7911

اعتبر

(m_n = 1.0087 *amu* ، m_p = 1.0073 *amu*)

الاضمحلال الإشعاعي

الاضمحلال الإشعاعي : عملية تحوُّل تلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقراراً عن طريق انبعاث إشعاعات نووية (جسيم ألفا أو جسيم بيتا وأشعة غاما غالباً)

سؤال 15

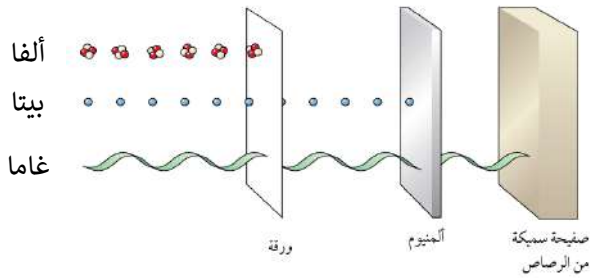
قارن بين الإشعاعات النووية (ألفا ، بيتا ، غاما)

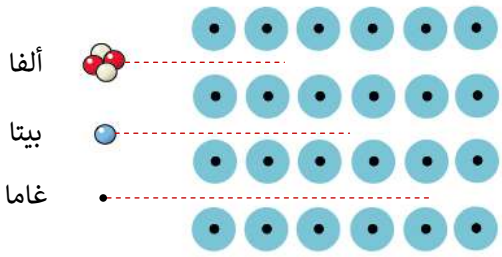
الإجابة

	الإشعاع النووي	جسيم ألفا α	جسيم بيتا السالب β^-	جسيم بيتا الموجب β^+	أشعة غاما γ
1	الرمز (حفظ)	^4_2He	$^0_{-1}e$	$^0_{+1}e$	$^0_0\gamma$
2	الطبيعة	نواة هيليوم	إلكترون سالب	إلكترون موجب (بوزيترون)	فوتونات أشعة كهرومغناطيسية
3	الشحنة	$+2e$	$-1e$	$+1e$	لا شحنة لها
4	الكتلة	$4m_p$	m_e		لا كتلة لها
5	السرعة	بطيئة	سريعة		تسير بسرعة الضوء
6	القدرة على تأيين الذرات	كبيرة	متوسطة		قليلة
7	القدرة على الاختراق (النفاذ)	قليلة	متوسطة		كبيرة
8	بعض الاستخدامات	جهاز إنذار الحريق	التحكُّم في سُمك المواد المُصنّعة		الكشف عن الشقوق في لحام المعادن

جسيمات الفا : بسبب كتلتها الكبيرة (أربعة أضعاف كتلة البروتون) وشحنتها الكبيرة (ضعفا شحنة الإلكترون)، فإنّ تفاعلها مع ذرات الوسط كبيراً، فتفقد طاقتها بسرعة، لذلك فإنّ قدرتها على الإختراق (النفاذ) قليلة، أما قدرتها على تأيين ذرات الوسط فتكون كبيرة.

أشعة غاما : لا كتلة لها ولا شحنة، مما يجعل تفاعلها مع ذرات الوسط قليلاً، لذلك فإنّ قدرتها على الإختراق (النفاذ) كبيرة أما قدرتها على تأيين ذرات الوسط قليلة.





اضمحلال (إشعاع) ألفا (α)

سؤال 16

تنبعث جسيمات ألفا (α) في الغالب من الأنوية الثقيلة ($Z > 82$) لينتج نواة جديدة. أجب عما يلي :

1) ما طبيعة جسيم ألفا؟
2) لماذا تبعث بعض الأنوية جسيم ألفا؟
3) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن أضمحلال جسيم ألفا
4) ما التغيّر الذي يطرأ على العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الأم عندما تبعث جسيم ألفا؟
5) ماذا يحدث لعدد النيوترونات ولعدد البروتونات في النواة الأم بعد أن تبعث جسيم ألفا؟

الإجابة:

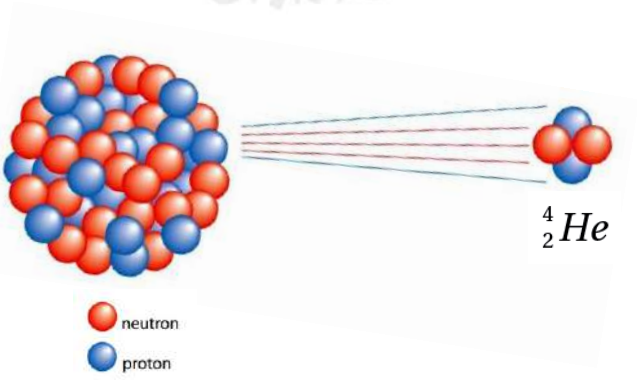
1) جسيم ألفا عبارة عن نواة هيليوم

2) كي تتحوّل النواة الأم غير المستقرة إلى نواة جديدة أكثر استقراراً

3) $${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

4) العدد الكتلي يقل بمقدار (4) والعدد الذري يقل بمقدار (2) (تنتج نواة جديدة)

5) عدد النيوترونات يقل بمقدار (2) وعدد البروتونات يقل بمقدار (2)



Notes

① **أمثلة على اضمحلال ألفا** (ليس للحفظ)

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

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

② يجب أن يكون العدد الكتلي (A) والعدد الذري (Z) محفوظاً في جميع تفاعلات الاضمحلال والتفاعلات النووية

$$\sum A_{before} = \sum A_{after}$$

$$\sum Z_{before} = \sum Z_{after}$$

③ تُستخدم جسيمات ألفا في أجهزة إنذار الحريق، إذ يحتوي جهاز الإنذار على مصدر إشعاع صغير وهو (عنصر الأمريسيوم) الذي يُطلق جسيمات ألفا، والتي تعمل على تأيين جزيئات الهواء داخل الجهاز، فيمر فيه تيار كهربائي صغير.
عند حدوث حريق، يصل الدخان الصادر عنه إلى جهاز الإنذار، فيمتص الدخان بعضاً من جسيمات ألفا، مما يُقلّل عدد جزيئات الهواء المتأينه فيُقلّ مقدار التيار الكهربائي في الجهاز، ونتيجة لذلك يصدر الصوت كتنبيهٍ على وجود حريق.

اضمحلال (إشعاع) بيتا السالبة ($\bar{\beta}$)

سؤال 17

تنبعث جسيمات بيتا السالبة (β^-) في الغالب من الأنوية غير المستقرة التي تقع فوق نطاق الاستقرار. أجب عما يلي :

1) ما طبيعة جسيم بيتا السالبة؟
2) لماذا تبعث بعض الأنوية جسيم بيتا السالبة؟
3) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن اضمحلال جسيم بيتا السالبة
4) سمِّ الجسيم الذي يرافق انبعاث بيتا السالبة؟
5) ما التغيّر الذي يطرأ على العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الأم التي تبعث جسيم بيتا السالبة؟
6) ماذا يحدث لعدد النيوترونات ولعدد البروتونات في النواة الأم بعد أن تبعث جسيم بيتا السالبة؟
7) كيف تبعث النواة جسيم بيتا السالبة بالرغم من عدم إحتوائها على إلكترونات سالبة؟

الإجابة

1) إلكترون سالب (${}^{0}_{-1}e$)

2) النوى غير المستقرة التي تقع فوق نطاق الاستقرار، لديها فائض من النيوترونات، ولتستقر يلزمها تقليل عدد النيوترونات وزيادة عدد البروتونات لتقترب النسبة ($\frac{N}{Z}$) فيها من نسبة الاستقرار، لذلك تبعث بجسيم بيتا السالبة (إلكترون سالب)

3) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

4) ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$) : جسيم متعادل الشحنة وكتلته متناهية الصغر ويسمى (أنتينيوترينو)

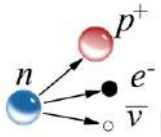
5) العدد الكتلي لا يتغير والعدد الذري يزداد بمقدار (1) (تنتج نواة جديدة)

6) عدد النيوترونات يقل بمقدار (1) وعدد البروتونات يزداد بمقدار (1)

7) تبعث النواة بجسيم بيتا السالب (إلكترون سالب) نتيجة تحلُّل أحد نيوتروناتها إلى بروتون موجب وإلكترون سالب وضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$)، ويغادر الإلكترون النواة مباشرة.

$$\underbrace{{}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{+1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}}$$

معادلة تحلل النيوترون داخل النواة الأم



Notes

① **أمثلة على اضمحلال بيتا السالبة** (ليس للحفظ)

$${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$${}^{12}_{5}B \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$${}^{106}_{45}Rh \longrightarrow {}^{106}_{46}Pd + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

اضمحلال (إشعاع) بيتا الموجبة (β^+)

سؤال 18

تنبعث جسيمات بيتا الموجبة (β^+) في الغالب من الأنوية غير المستقرة التي تقع تحت نطاق الاستقرار. أجب عما يلي :

1) ما طبيعة جسيم بيتا الموجبة؟
2) لماذا تبعث بعض الأنوية جسيم بيتا الموجبة؟
3) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن اضمحلال جسيم بيتا الموجبة
4) سمِّ الجسيم الذي يرافق انبعاث بيتا الموجبة؟
5) ما التغيّر الذي يطرأ على العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الأم التي تبعث جسيم بيتا الموجبة؟
6) ماذا يحدث لعدد النيوترونات ولعدد البروتونات في النواة الأم بعد أن تبعث جسيم بيتا الموجبة؟
7) كيف تبعث النواة جسيم بيتا الموجبة بالرغم من عدم إحتوائها على إلكترونات موجبة (بوزيترونات)؟

الإجابة:

1) إلكترون موجب (بوزيترون $ {}^{0}_{+1}e $)

2) النوى غير المستقرة التي تقع تحت نطاق الاستقرار، لديها فائض من البروتونات، ولتستقر يلزمها تقليل عدد البروتونات وزيادة عدد النيوترونات لتقترب النسبة ($\frac{N}{Z}$) فيها من نسبة الاستقرار، لذلك تبعث بجسيم بيتا الموجبة (إلكترون موجب : بوزيترون)

3) $$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + \nu $$

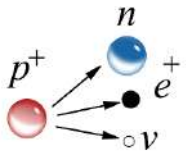
4) النيوترينو (ν) : جسيم متعادل الشحنة وكتلته متناهية الصغر .

5) العدد الكتلي لا يتغير والعدد الذري يقل بمقدار (1) (تنتج نواة جديدة)

6) عدد النيوترونات يزداد بمقدار (1) وعدد البروتونات يقل بمقدار (1)

7) تبعث النواة بجسيم بيتا الموجب (إلكترون موجب) نتيجة تحلُّل أحد بروتوناتها إلى نيوترون متعادل وإلكترون موجب (بوزيترون) ونيوترينو (ν) . ويغادر البوزيترون النواة مباشرة.

$$ \underbrace{{}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu}_{\text{معادلة تحلل البروتون داخل النواة الأم}} $$



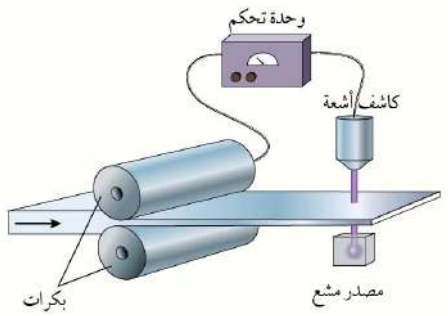
Notes

① **أمثلة على اضمحلال بيتا الموجبة** (ليس للحفظ)

$$ {}^{12}_{7}N \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{+1}e + \nu $$

$$ {}^{18}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{8}O + {}^{0}_{+1}e + \nu $$

② تُستخدم جسيمات بيتا (بسبب قدرتها المتوسطة على النفاذ) في ضبط سُمك المواد المُصنّعة كورق الكتابة أو ورق الألمنيوم، حيث يوضع أسفل الشريط مصدر إشعاع لجسيمات بيتا كي تنفذ من الشريط، ليتم استقبالها بواسطة كاشف يُرسل بدوره إشارة إلى جهاز التحكم عن مقدار أشعة بيتا النافذة والتي تُشير لِسُمك الشريط.



اضمحلال (إشعاع) غاما (γ)

تعلمنا أنّ الإلكترونات في الذرة تتوزع في مستويات طاقة محددة، وكذلك فإنّ النيوكليونات داخل النواة تتوزع في مستويات طاقة بدءاً من مستوى الاستقرار.

سؤال 19

فيما يخص اضمحلال أشعة غاما، أجب عما يلي :

1) ما طبيعة أشعة غاما؟
2) لماذا تبعث بعض الأنوية بأشعة غاما؟
3) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن اضمحلال أشعة غاما.
4) ما التغيّر الذي يطرأ على العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الأم التي تبعث أشعة غاما؟
5) هل تنتج نواة جديدة عندما تبعث النواة بأشعة غاما؟

الإجابة

1) أشعة غاما عبارة عن اشعاع كهرومغناطيسي (فوتونات أو طاقة)

2) عندما تبعث النواة غير المستقرة جسيم ألفا أو جسيم بيتا (كما تعلمنا سابقاً)، فإنّ النواة الناتجة قد تكون مثارة (غير مستقرة ولديها طاقة زائدة)، وللانتقال إلى حالة الاستقرار تتخلص النواة من الطاقة الزائدة (الفائضة) لديها عن طريق إصدار فوتون أشعة غاما (ذي الطاقة الكبيرة والتردد الكبير).

3) $${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

نواة مُثارة ← ${}^{A}_{Z}X^{*}$ ، نواة مستقرة ← ${}^{A}_{Z}X$ ، أشعة غاما ← γ

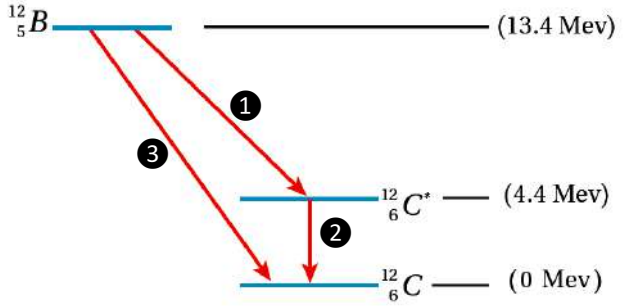
4) لا يتغير العدد الكتلي ولا يتغير العدد الذري للنواة الأم، لذلك فإنّ الهدف من أشعاع غاما هو التخلص من الطاقة الزائدة لدى النواة الأم كي تصل إلى وضع الاستقرار.

5) لا تنتج نواة جديدة، ولكن الجديد في النواة هو استقرارها فقط

سؤال 20

س4/7 مراجعة الدرس ص166 مُعدّل

تضمحل نواة البورون (12) غير المستقرة إلى نواة كربون (12) المستقرة كما في الشكل المرفق، معتمداً على طاقة المستويات ومراحل التحولات المثبّتة عليه ، أجب عن الأسئلة التي تليه.



1) لماذا تُعَدّ نواة البورون (12) نواة غير مستقرة؟
2) اكتب معادلات نووية موزونة تُعَبِّر بها عن الاضمحلالات النووية في المراحل الثلاث
3) حدد اسم ومقدار طاقة الاشعاع النووي الصادر في كل مرحلة

الإجابة

1) نواة البورون (12) غير مستقرة، لأنّ عددها الذري أقل من 20 ولم يتحقق فيها شرط الاستقرار، وبما أنّ عدد النيوترونات فيها أكبر من عدد البروتونات وتقع فوق نطاق الاستقرار فهي من باعثات بيتا السالبة.

2)

❶ $${}^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e + \overline{\nu}$$

❷ $${}^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C^{*} + {}^{0}_{-1}e + \overline{\nu}$$

❸ $${}^{12}_{6}C^{*} \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{0}\gamma$$

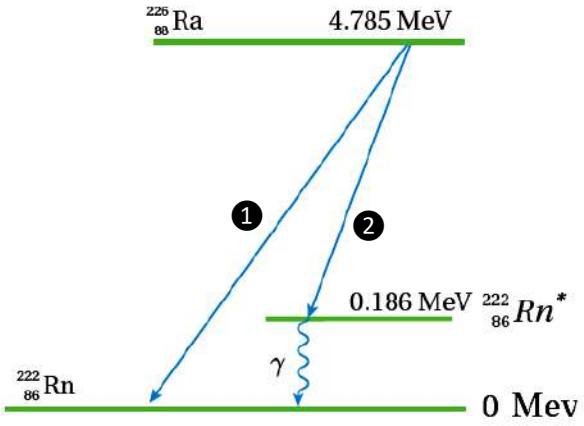
3)
في المرحلة ❶ : نتج جسيم بيتا السالب
* طاقته تساوي (13.4 MeV)
في الرحلة ❷ : نتج جسيم بيتا السالب
* طاقته (13.4 – 4.4 = 9 MeV)
في الرحلة ❸ : نتج إشعاع غاما وطاقته (4.4 MeV)

سؤال 21 — المثال8 ص157

تضمحل نواة الراديوم غير المستقرة ($^{226}_{88}Ra$) إلى نواة الرادون المستقرة ($^{222}_{86}Rn$) بطريقتين مختلفتين كما في الشكل المرفق، معتمداً على الشكل والمعلومات المثبّتة عليه، أجب عن الأسئلة التي تليه :

1) اكتب معادلات الاضمحلال خلال كل من الطريقتين.

2) احسب مقدار طاقة كل إشعاع من الإشعاعات المنبعثة في كل من الطريقتين.



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

$E_\alpha = 4.785 - 0$
$= 4.785$ MeV

❷
$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$
$^{222}_{86}Rn^{*} \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{0}_{0}\gamma$

$E_\gamma = 0.186 - 0$
$= 0.186$ MeV

$E_\alpha = 4.785 - 0.186$
$= 4.599$ MeV

سؤال 22

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س2 فرع 1 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

إشعاع النواة لجسيم ألفا قد يصاحبه انبعاث :

أ) جسيم بيتا السالبة وضديد النيوترينو
ب) جسيم بيتا الموجبة ونيوترينو
ج) أشعة غاما
د) بروتونين ونيوترونين

② س2فرع 2 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

ينبعث جسيم بيتا السالبة من النواة بسبب تحلل أحد :

أ) البروتونات داخلها
ب) النيوترونات داخلها
ج) البوزيترونات داخلها
د) الإلكترونات داخلها

③ س7 فرع 1 مراجعة الدرس ص 166

الاضمحلال النووي الذي يكون فيه العدد الكتلي للنواة الأم لا يساوي العدد الكتلي للنواة الناتجه هو اضمحلال :

أ) ألفا
ب) بيتا السالبة
ج) بيتا الموجبة
د) غاما

④ س7 فرع 2 مراجعة الدرس ص 166

واحدة من الجمل الآتية ليست صحيحة : الأشعة النووية التي لها قدرة عالية على النفاذ مقارنة بباقي الإشعاعات النووية :

أ) ليس لها شحنة
ب) تفاعلها مع ذرات الوسط ضعيف
ج) ذات تردد منخفض
د) تسير بسرعة الضوء

⑤ س1 فرع 1 مراجعة الوحدة ص 177

النيوترينو جسيم ينتج عن عملية :

أ) تحلل النيوترون إلى بروتون وإلكترون
ب) تحلل البروتون إلى نيوترون وبوزيترون
ج) اضمحلال غاما
د) خروج جسيم ألفا من النواة

⑥ **عندما** تضمحل نواة مشعة باعثة جسيم ألفا:

أ) يقل العدد الذري لها بمقدار (2) ويقل العدد الكتلي بقدار (2)
ب) يقل العدد الذري بمقدار(4) والعدد الكتلي بمقدار (2)
ج) يقل عدد البروتونات بمقدار (4) ويقل عدد النيوترونات بمقدار (2)
د) يقل عدد البروتونات بمقدار (2) ويقل عدد النيوترونات بمقدار (2)

⑦ **يهدف** الإشعاع النووي دائماً إلى :

أ) تحول النواة المستقرة إلى نواة مشعة
ب) تحول النواة المشعة إلى نواة مستقرة
ج) زيادة العدد الكتلي والعدد الذري
د) إنقاص العدد الكتلي والعدد الذري

⑧ **في** الاضمحلال النووي المُبيّن في المعادلة التالية :

$$^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

أ) ينتج الإلكترون من تحلل أحد بروتونات نواة (B)
ب) ينتج الإلكترون من تحلل أحد بروتونات نواة (C)
ج) ينتج الإلكترون من تحلل أحد نيوترونات نواة (B)
د) ينتج الإلكترون من تحلل أحد نيوترونات نواة (C)

⑨ س1 فرع 2 مراجعة الوحدة ص 177

النواة غير المستقرة تتحول تلقائياً إلى نواة :

أ) أقل وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون
ب) أكبر وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون
ج) أكبر وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون
د) أقل وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون

⑩ س1 فرع 11 كتاب الأنشطة ص 47

يحتوي جهاز إنذار الحريق مصدراً إشعاعياً صغيراً يُطلق جسيمات ألفا، والتي تعمل على تأيين جزيئات الهواء داخل الجهاز فينشأ تيار كهربائي. عند حدوث حريق فإن دقائق الدخان تعمل على :

أ) زيادة عدد الأيونات فيزداد التيار
ب) نقصان عدد الأيونات فيزداد التيار
ج) زيادة عدد الأيونات فيقل التيار
د) نقصان عدد الأيونات فيقل التيار

طريقة إكمال المعادلات النووية

لإكمال المعادلات النووية يجب تطبيق قانوني حفظ العدد الكتلي وحفظ العدد الذري بالإضافة **لحفظ** مجموعة من الأسماء و الرموز وهي :

نظائر الهيدروجين

${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{1}H = {}_{1}^{1}p$
تريتيوم	ديتيريوم	بروتيوم

الإشعاعات النووية الطبيعية

${}_{0}^{0}\gamma$	${}_{+1}^{0}e$	${}_{-1}^{0}e$	${}_{2}^{4}He$
غاما	بوزيترون بيتا الموجبة	إلكترون بيتا السالبة	ألفا

نظير هيليوم ${}_{2}^{3}He$

المجموعة الخاصّة

$\bar{\nu}$	ν	${}_{0}^{1}n$
ضديد نيوترينو	نيوترينو	نيوترون

سؤال 23

أكمل المعادلات النووية الآتية ---

1. ${}_{27}^{56}Co \longrightarrow {}_{26}^{56}Fe + \text{———} + \text{———}$
2. ${}_{84}^{215}Po \longrightarrow {}_{82}^{211}Pb + \text{———}$
3. $\text{———} \longrightarrow {}_{28}^{65}Ni + \gamma$
4. ${}_{2}^{3}He + {}_{2}^{3}He \longrightarrow {}_{2}^{4}He + \text{———}$
5. ${}_{1}^{1}H + {}_{1}^{2}H \longrightarrow \gamma + \text{———}$
6. ${}_{1}^{1}H + {}_{1}^{1}H \longrightarrow \text{———} + {}_{-1}^{0}e + \text{———}$
7. ${}_{33}^{76}As \longrightarrow {}_{34}^{76}Se + \text{———} + \text{———}$
8. $(4)\,{}_{1}^{1}H \longrightarrow \text{———} + \text{———} + 2\nu$
9. ${}_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{56}^{142}Ba + {}_{36}^{92}Kr + \text{———}$
10. $\text{———} \longrightarrow {}_{6}^{12}C + \text{———} + \bar{\nu}$

سلاسل الاضمحلال الإشعاع الطبيعي

سؤال 24 أتحقق ص163

وضّح المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي

الإجابة

تعريف سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي
مجموعة الاضمحلالات التلقائية الطبيعية المتتالية التي تبدأ بعنصر ثقيل مشع تنبعث خلالها جسيمات ألفا وجسيمات بيتا لتنتهي بعنصر مستقر لأحد نظائر الرصاص Pb

نواة مشعة ← A → B → C → Pb ← نواة مستقرة

سؤال 25

للإشعاع الطبيعي ثلاث سلاسل، اكتب أسماء تلك السلاسل، ذاكراً اسم ورمز العنصر الثقيل الذي تبدأ به كل سلسلة.

الإجابة

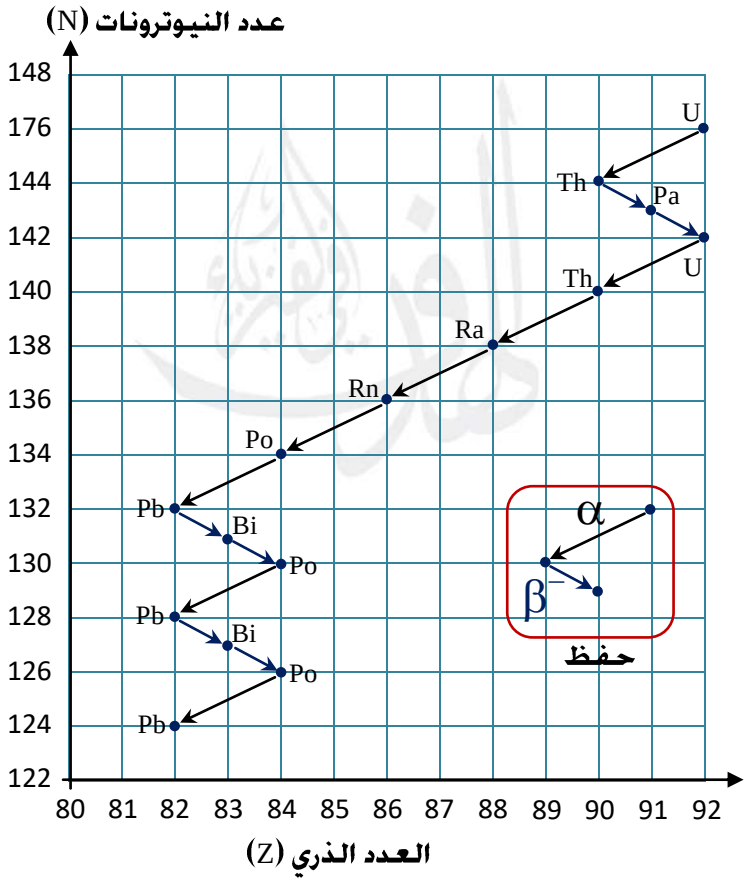
اسم السلسلة	بداية السلسلة	
سلسلة اليورانيوم	يورانيوم (238)	$^{238}_{92}U$
سلسلة الثوريوم	ثوريوم (232)	$^{232}_{90}Th$
سلسلة الآكتينيوم	يورانيوم (235)	$^{235}_{92}U$

تُسمى السلسلة باسم .....
النظير المشع الذي له **أكبر عمر نصف فيها**

سؤال 26

تأمل سلسلة اضمحلال اليورانيوم (238) المجاورة، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

1) ما عدد نظائر البولونيوم (Po) في السلسلة؟
2) مثّل عنصر الرادون (Rn) بالشكل $^{A}_{Z}X$
3) ما عدد جسيمات ألفا وجسيمات بيتا السالبة المنبعثة في كامل السلسلة؟
4) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن كامل السلسلة

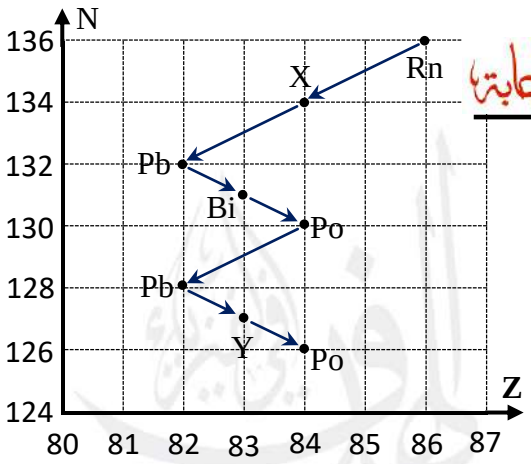


الإجابة

1) ثلاثة نظائر
2) $^{222}_{86}Rn$
3) (8) جسيمات ألفا و (6) جسيمات بيتا السالبة
4) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Po + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}^{0}_{-1}e + 6\,\bar{\nu}$

سؤال 27

يُبين الشكل المرفق جزءاً من سلسلة اضمحلال اليورانيوم (238)، معتمداً على الشكل، اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن اضمحلال نواة (X) إلى نواة (Y)



عدد جسيمات ألفا (2) وعدد جسيمات بيتا (3)

$$^{218}_{84}X \longrightarrow {}^{210}_{83}Y + 2\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + 3\,\bar{\nu}$$

سؤال 28

مثال11 ص164 مُعدّل

في سلسلة اضمحلال الثوريوم، تنحل نواة الثوريوم ($^{232}_{90}Th$) إلى نواة رصاص ($^{208}_{82}Pb$) ويرافق تلك الانحلالات انبعاث عدد من جسيمات الفا وجسيمات بيتا السالبة.

1) احسب عدد تلك الجسيمات.

2) اكتب معادلة نووية موزونة تُعبّر عن السلسلة.

الإجابة

1)

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + n\,{}^{4}_{2}He + m\,{}^{0}_{-1}e + m\,\bar{\nu}$$

نطبق قانون حفظ العدد الكتلي ونحسب عدد جسيمات الفا	نطبق قانون حفظ العدد الذري ونحسب عدد جسيمات بيتا
$\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$	$\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$
$208 + 4n = 232$	$90 + 2\times 6 - m = 90$
$4n = 24$	$102 - 4m = 90$
$n = 6$	$m = 4$
6 جسيمات الفا	4 جسيمات بيتا

2)

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + 6\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + 4\,\bar{\nu}$$

سؤال 29

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س1 فرع 14 مراجعة الوحدة ص 178

تمرّ النواة (X) في سلسلة من الاضمحلالات الإشعاعية متحولة إلى النواة (Y) على النحو الآتي

$$^{218}_{84}X \xrightarrow{\alpha} B \xrightarrow{\beta^-} C \xrightarrow[D]{\gamma} D \xrightarrow{\alpha} E \xrightarrow{\beta^+} F \xrightarrow{\gamma} {}^{A}_{Z}Y$$

إنّ العددان (A , Z) للنواة (Y) على الترتيب :

أ) (82 ، 211)　　ب) (80 ، 211)

ج) (82 ، 210)　　د) (80 ، 210)

② تمرين ص 164 مُعدّل

تُمثّل المعادلة الآتية جزءاً من سلسلة اليورانيوم:

$$^{234}_{91}Pa \xrightarrow{h} {}^{234}_{92}U \xrightarrow{g} {}^{230}_{90}Th \dashrightarrow {}^{A}_{Z}X$$

أجب عن الفقرتين الآتيتين :

❶ الجسيمان (g و h) على الترتيب هما :

أ) (ألفا ، إلكترون)
ب) (إلكترون ، ألفا)
ج) (ألفا ، بوزيترون)
د) (بوزيترون ، ألفا)

❷ إذا انبعث (5) جسيمات ألفا وجسيما بيتا السالبة للوصول إلى النواة (X)، فإنّ قيمتي (Z و A) على الترتيب :

أ) (82 ، 210)
ب) (84 ، 214)
ج) (82 ، 214)
د) (83 ، 214)

③ س1 فرع 4 مراجعة الوحدة ص 177

عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا السالبة المنبعثة من سلسلة تحولات تضمحل خلالها نواة ($^{238}_{92}U$) إلى نواة ($^{226}_{88}X$) على الترتيب :

أ) (2 ، 3)
ب) (3 ، 4)
ج) (2 ، 2)
د) (3 ، 2)

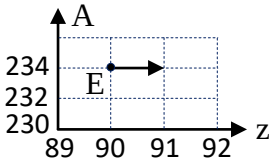
④ س1 فرع 3 مراجعة الوحدة ص 177

($^{A}_{Z}X$) نواة نظير عنصر غير مستقر موجودة ضمن إحدى سلاسل الاضمحلال. خلال عدد من التحولات انطلقت أربعة جسيمات بيتا السالبة وجسيم ألفا واحداً، إنّ النواة الناتجة تكون :

أ) $^{A-4}_{Z+2}Y$
ب) $^{A-2}_{Z-4}Y$
ج) $^{A+2}_{Z+4}Y$
د) $^{A+4}_{Z-2}Y$

⑤ س1 فرع 7 كتاب الأنشطة ص46

نواة مشعة (E)، اضمحلت فتغيّر العدد الذري لها كما في الشكل المجاور، إنّ نوع الإشعاع الذي انبعث من هذه النواة :



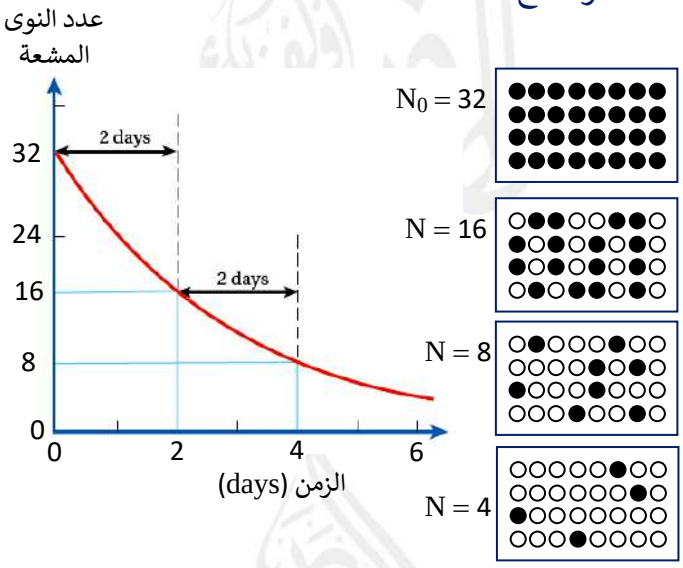
أ) ألفا
ب) بيتا السالبة
ج) بيتا الموجبة
د) غاما

مفاهيم وقوانين الانحلال الإشعاعي

① عُمر النصف $(t_{1/2})$

أظهرت التجارب العلمية انّ بعض النظائر المشعة يضمل خلال مُدد زمنية قصيرة، وبعضها الآخر يضمحل خلال مُدد زمنية طويلة. ومن المفاهيم المهمة المتعلقة بزمن الاضمحلال للنظائر المشعة مفهوم **عُمر النصف**

تعريف عُمر النصف : الزمن اللازم لاضمحلال نصف عدد النوى المشعة في العينة، وبقاء النصف الآخر مُشع



$$N_0 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{16} \cdots\cdots$$

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

② ثابت الاضمحلال (λ)

معامل (ثابت) يُشير إلى المعدل الزمني لاضمحلال وانحلال مادة النظير المشع

فكلما كان زمن الانحلال سريعاً كان ثابت الاضمحلال كبيراً، أما إن كان زمن الانحلال بطيئاً كان ثابت الاضمحلال صغيراً

$$(t_{1/2}) = \frac{\text{Ln}2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

③ النشاطية الإشعاعية (A)

بمرور الزمن على العينة المشعة، يتناقص عدد النوى المشعة باستمرار، وبالتالي يتناقص عدد النوى التي تضمحل في الثانية الواحدة، وهذا ما يُعرف بمفهوم **النشاطية الإشعاعية** للمادة المشعة

تعريف النشاطية الإشعاعية : عدد النوى التي تضمحل في الثانية الواحدة

❶ **تتناسب** النشاطية الإشعاعية طردياً مع عدد الأنوية المشعة عند لحظة زمنية مُعينة

$$A_0 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{A_0}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{A_0}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{A_0}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{A_0}{16} \cdots\cdots$$

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \qquad \begin{cases} A_0 = \lambda N_0 \\ A = \lambda N \end{cases}$$

❷ **للنشاطية الإشعاعية وحدتان** :

1) البيكرل Becquerel (Bq)

انحلال أو اضمحلال واحد في الثانية $(1\ \text{Bq} = 1\ \text{decay/s})$

ويمكن قياسه بوحدة انحلال لكل دقيقة، أو انحلال لكل ساعة، أو انحلال لكل يوم، أو انحلال لكل سنه ---

2) الكوري (Ci)

انحلالاً في الثانية : (3.7×10^{10}) $(1\ \text{Ci} = 3.7\times10^{10}\ \text{Bq})$

N	:	عدد النوى المشعة المتبقية عند الزمن (t)
N_0	:	عدد النوى المشعة (الأصلي) عند الزمن $(t = 0)$
λ	:	ثابت الاضمحلال Decay Constant (s^{-1})
$(t_{1/2})$	:	عمر النصف للعنصر المشع
A_t	:	النشاطية الإشعاعية للنوى عند الزمن (t)
A_0	:	النشاطية الإشعاعية الابتدائية عند الزمن $(t = 0)$
t	:	زمن الإشعاع
$t_{½}$	:	عمر النصف للعنصر المشع

Notes

① يختلف عُمر النصف باختلاف العناصر المشعة، وهو زمن ثابت يميز النظير المشع، فبعض العناصر عمر النصف لها قصير جداً وبعضها عمر النصف له ملايين السنين، وكذلك يختلف ثابت الاضمحلال (λ) باختلاف العناصر المشعة

② يتناسب عمر النصف عكسياً مع ثابت الاضمحلال

③ في قوانين الإشعاع يجب الاهتمام بعدد النوى المشعة وليس بعدد النوى المضمحلة.

④ يجب الالتزام بتجانس وحدات الزمن عند حل الأسئلة المتعلقة بقوانين الاضمحلال

سؤال 30 — تمرين ص162

يُستخدم اليود المشع في علاج سرطان الغدة الدرقيّة، إذا كان عُمر النصف له (8 days). احسب

1) الزمن اللازم (باليوم) حتى يضمحل (75%) من اليود المشع

2) ثابت الاضمحلال لليود

الإجابة:

عندما يضمحل (75%) من العينه فإنّ الكمية المشعة المتبقية تساوي (25%)

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

$\frac{25}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8}} \longrightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8}}$

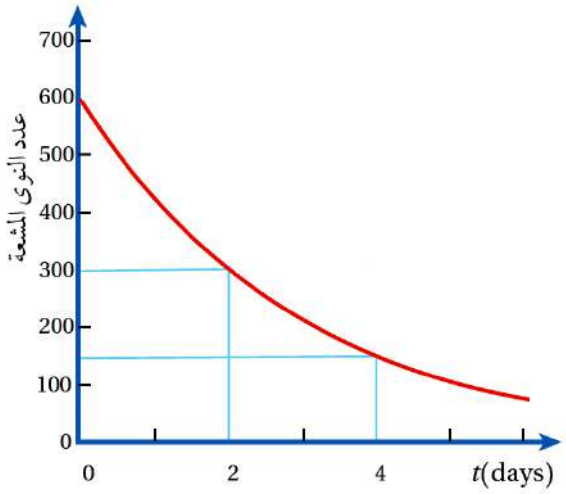
$\left(\frac{1}{2}\right)^{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8}} \longrightarrow t = 16 \text{ days}$

2) $t_{1/2} = \frac{Ln2}{\lambda} \Longrightarrow \lambda = \frac{Ln2}{t_{1/2}}$

$\lambda = \frac{0.693}{8\times24\times3600} \approx 1\times10^{-6}\ s^{-1}$

سؤال 31

عينة لنظير مشع تحتوي (600) نواة، رُسمت علاقة بيانية بين زمن اضمحلال الأنوية وما تبقى منها كما في الشكل المجاور، معتمداً عليه، احسب :



1) الزمن اللازم (باليوم) كي يضمحل (525) نواة

2) النشاطية الإشعاعية للعينة الابتدائية بوحدة البيكرل (Bq)

الإجابة:

1) عند اضمحلال (525) نواة فإنّ الكمية المشعة المتبقية تساوي (75) نواة

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

$\frac{75}{600} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{2}} \longrightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{2}}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{2}} \longrightarrow t = 6 \text{ days}$

(2

$A_o = \lambda N_o = 4\times10^{-6} \times 600$

$= 24\times10^{-4}\ Bq$

$\lambda = \frac{Ln2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{2\times24\times3600} \approx 4\times10^{-6}\ s^{-1}$

سؤال 32 — المثال 9 ص161

يُستخدم عنصر الغاليوم (67) في التشخيص الطبي، إذا علمت أنّ ثابت الاضمحلال له ($2.4\times10^{-6}\ s^{-1}$). تمّ قياس مقدار النشاطية الإشعاعية لعينة منه فكانت (4680 Bq)، احسب الزمن اللازم (بالثانية) حتى تصبح النشاطية الإشعاعية للعينه (1170 Bq)

الإجابة:

$$\frac{A}{A_o}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$\frac{1170}{4680}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}\longrightarrow\frac{1}{4}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{2}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$2=\frac{t}{t_{1/2}}\longrightarrow t=2\,t_{1/2}$$

$$t=2\times2.9\times10^{5}=5.8\times10^{5}\ s$$

$$t_{1/2}=\frac{Ln2}{\lambda}=\frac{0.693}{2.4\times10^{-6}}\approx2.9\times10^{5}\ s$$

سؤال 33 — المثال 10 ص161

يُستخدم نظير الكوبالت ($^{60}_{27}Co$) في تعقيم الأجهزة الطبية وفي علاج مرضى السرطان، إذا علمت أنّ عمر النصف لهذا النظير (5.27 y)، قيست النشاطية الإشعاعية لعينة منه عند لحظة معينة فكانت (0.2 μCi)، احسب :

1) عدد النوى المشعة في العينة المقاسة

2) النشاطية الإشعاعية للعينة بوحدة (μCi) بعد زمن يساوي ثلاثة أضعاف عمر النصف

(1

$$A_o=\lambda N_0$$

$$7.4\times10^{3}=4.18\times10^{-9}\,N_0$$

$$N_0=1.8\times10^{12}\ nuclei$$

$$\lambda=\frac{Ln2}{t_{1/2}}$$

$$\lambda=\frac{0.693}{1661\times10^{6}}\approx4.18\times10^{-9}\ s^{-1}$$

$$A_0=0.2\ \mu Ci$$

$$A_0=0.2\times10^{-6}\times3.7\times10^{10}$$

$$A_0=7.4\times10^{3}\ Bq$$

$$t_{1/2}=5.27\ y$$

$$=5.27\times360\times24\times60\times60$$

$$=166\times10^{6}\ s$$

(2

$$\frac{A}{A_o}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}\Longrightarrow A=A_o\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$=0.2\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3t_{1/2}}{t_{1/2}}}$$

$$=0.2\left(\frac{1}{2}\right)^{3}$$

$$=0.025\ \mu Ci$$

سؤال 34

اختر الإجابة الصحيحة ---

① س3 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

يقوم طالب بدراسة نظير مشع في مختبر الإشعاع في جامعته. قاس النشاطية الإشعاعية للنظير فوجدها (400) اضمحلال لكل دقيقة، وبعد (3) ساعات أصبحت (100) اضمحلال لكل دقيقة. إنّ عمر النصف للنظير المشع (بالدقيقة) يساوي :

أ) 20 ب) 60
ج) 75 د) 90

② س4 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

نظير مشع نشاطيته الإشعاعية (800 Bq)، وثابت الاضمحلال له ($4\text{Ln}2\ \text{days}^{-1}$). إنّ المدة الزمنية بوحدة (day) اللازمة لتصبح النشاطية الإشعاعية للنظير (100 Bq) :

أ) 3 ب) $\frac{1}{4}$
ج) $\frac{3}{4}$ د) $\frac{1}{2}$

③ س7 فرع 5 مراجعة الدرس ص 166

إذا كان عُمر النصف للنظير (X) مثلي عُمر النصف للنظير (Y)، فإنّ ثابت الاضمحلال للنظير (X) يساوي :

أ) مثلي ثابت الاضمحلال للنظير (Y)
ب) ثابت الاضمحلال للنظير (Y)
ج) رُبع ثابت الاضمحلال للنظير (Y)
د) نصف ثابت الاضمحلال للنظير (Y)

④ س1 فرع 8 كتاب الأنشطة ص 46

عينة من مادة مشعة، بعد مرور (136 s) وُجد أنّ (93.75%) من النوى المشعة قد اضمحلت. إنّ عُمر النصف للمادة بوحدة (s) يساوي :

أ) 544 ب) 68
ج) 34 د) 6.25

⑤ س1 فرع 1 كتاب الأنشطة ص 46

إذا مرّ زمن مقداره ضعفا عُمر النصف لعينة مُشعة، فإنّ نشاطيتها الإشعاعية :

أ) تتضاعف أربع مرات ب) تتضاعف مرتين
ج) تقل للنصف د) تقل للربع

واجبات 1

واجب 1 YouTube

اختر الإجابة الصحيحة ---

① **طاقة** الربط النووية هي الطاقة اللازمة لِـ :
أ) فصل مكونات النواة لتكون بعيدة عن بعضها
ب) فصل الإلكترونات عن النواة
ج) فصل نيوكليون واحد عن النواة
د) جذب الإلكترونات السالبة للنواة الموجبة

② **طاقة** ربط نيوكليون موجود على سطح نواة ثقيلة:
أ) أكبر من طاقة ربط نيوكليون في وسط النواة
ب) أقل من طاقة ربط نيوكليون في وسط النواة
ج) مساوية لطاقة ربط نيوكليون في وسط النواة
د) لا علاقة لها بطاقة ربط نيوكليون في وسط النواة

③ أفكر ص 155 مُعدّل

لِضَبْط سُمك الورق أثناء تصنيعه يمكن استخدام إشعاعات نووية مناسبة لهذه الغاية، أي الإشعاعات النووية هي الأنسب :
أ) جسيمات ألفا ب) جسيمات بيتا
ج) أشعة غاما د) كل الإشعاعات

④ س1 فرع 5 مراجعة الوحدة ص 177

تحتوي أجهزة انذار الدخان مصدراً إشعاعياً عادة ما يكون نظير الأمريسيوم (241)، الأشعة النووية التي يُطلقها هذا النظير هي :
أ) غاما ب) بيتا السالبة
ج) بيتا الموجبة د) ألفا

⑤ **إذا** كانت كتلة نواة نظير الليثيوم ($^{7}_{3}Li$) تقل بمقدار (0.0042 *amu*) عن مجموع كتلة مكوناتها، فإنّ متوسط طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنواة بوحدة (MeV) يساوي :
أ) 3.91 ب) 0.559
ج) 0.014 د) 7.12

⑥ س7 فرع 3 مراجعة الدرس ص 166

نواة مشعة تحتوي (84 بروتون و 126 نيوترون). النواة بعثت بجسيم ألفا فنتج عنها نواة رصاص، إنّ النواة الناتجة هي :
أ) $^{214}_{86}Pb$ ب) $^{210}_{84}Pb$
ج) $^{208}_{82}Pb$ د) $^{206}_{82}Pb$

⑦ س7 مراجعة الوحدة ص 177 مُعدّل

إذا كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الفسفور ($^{30}_{15}P$) تساوي (8.35 MeV). مُعتبراً

$m_p = 1.00728\ amu\ ,\ m_n = 1.00867\ amu$

أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1 إنّ مقدار طاقة الربط النووية لنواة الفسفور بوحدة (MeV) يساوي :

أ) 250.5 ب) 0.09
ج) 0.28 د) 125.25

2 إنّ كتلة نواة الفسفور بوحدة (amu) تساوي :

أ) 29.4325 ب) 30.2824
ج) 30.508 د) 29.9703

⑧ س5 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

عيّنة نظير ثوريوم مشع تحتوي (2.53×10^{21}) نواة، ثابت الاضمحلال له ($1.15\times10^{-8}\ s^{-1}$)، أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1 إنّ عُمر النصف لنظير الثوريوم بوحدة (s) :

أ) 6×10^{6} ب) 6×10^{7}
ج) 5.9×10^{-6} د) 5.9×10^{-7}

2 **إنّ** مقدار النشاطية الإشعاعية لعينة الثوريوم بوحدة (Bq) تساوي :

أ) 1.5×10^{28} ب) 1.5×10^{16}
ج) 1.5×10^{29} د) 1.5×10^{15}

⑨ س1 فرع 13 مراجعة الوحدة ص 178

نظير مشع نشاطيته الإشعاعية (800 Bq)، وثابت الاضمحلال له ($2Ln2\ min^{-1}$). إنّ المدة الزمنية بوحدة (s) اللازمة لتصبح النشاطية الإشعاعية للنظير (50 Bq) :

أ) 2 ب) 30
ج) 60 د) 120

⑩ س6 مراجعة الدرس ص 165 مُعدّل

الفلور ($^{18}_{9}F$) نظير مُشع مُعدّ صناعياً، عُمر النصف له (110) دقيقة، يُستخدم في التصوير الطبي حيث يضمحل ليعطي أحد نظائر الأكسجين وبوزيترون. تمّ تجهيز عينة منه تحتوي (21×10^{15}) نواة لتصوير أحد المرضى، أجب عن الفقرات الآتية :

1 إنّ المعادلة الموزونة التي تُعبّر عن اضمحلال الفلور هي :

أ) $^{18}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{8}O + {}^{0}_{+1}e + \nu$

ب) $^{18}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{10}O + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

ج) $^{18}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{8}O + {}^{0}_{+1}e$

د) $^{18}_{9}F \longrightarrow {}^{18}_{10}O + {}^{0}_{-1}e$

2 إنّ مقدار ثابت الاضمحلال للفلور يساوي :

أ) $8.75\times10^{-3}\ s^{-1}$ ب) $1.05\times10^{-4}\ s^{-1}$

ج) $1.5\times10^{-2}\ s^{-1}$ د) $1.5\times10^{-3}\ s^{-1}$

3 إنّ عدد النوى المُضمحلة من عينة الفلور بعد مضي (220) دقيقة يساوي :

أ) 14.9×10^{15} ب) 1.5×10^{15}

ج) 15.75×10^{15} د) 5.25×10^{15}

⑪ س4 مراجعة الوحدة ص 179 مُعدّل

عينة من الأمريسيوم ($^{241}_{95}Am$) تحتوي (1.25×10^{15}) ذرة، نشاطيتها الإشعاعية (1.7 μCi). إنّ ثابت الاضمحلال للأمريسيوم بوحدة (s^{-1}) يساوي :

أ) 5.03×10^{-11} ب) 1.36×10^{-21}

ج) 5.03×10^{-5} د) 1.36×10^{-17}

⑫ س5 مراجعة الوحدة ص 179 مُعدّل

يُمثل الشكل عينة من الكوبالت المشع، تستخدم في المختبرات لدراسة إشعاع غاما، مستعيناً بالمعلومات المثبتة على العينة، أجب عما يلي :

1 إنّ عمر النصف للعينة بوحدة (Yrs)، والنشاطية الإشعاعية بوحدة (µCi) (على الترتيب):

أ) 5.27 ، 60
ب) 60 ، 1
ج) 2009 ، 5.27
د) 5.27 ، 1

2 النشاطية الإشعاعية للعينة بوحدة (µCi) بعد مرور زمن يساوي ثلاثة أضعاف عُمر النصف تساوي :

أ) 3 µCi
ب) 0.125 µCi
ج) 0.25 µCi
د) 0.5 µCi

⑬ س2 مراجعة الوحدة ص 178 مُعدّل

اكمل المعادلات النووية الآتية :

① $^{239}_{92}U \longrightarrow {}^{239}_{93}O + \text{——} + \text{——}$

② $^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + \text{——}$

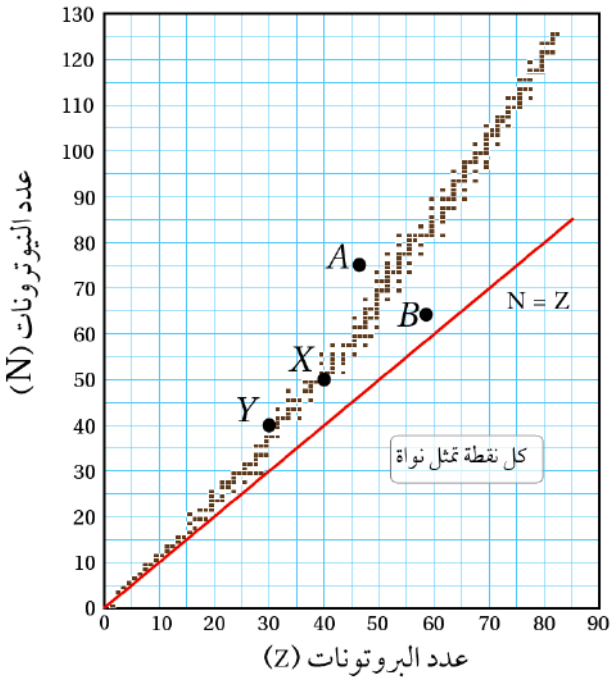
③ $^{242}_{96}Cm + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{245}_{98}Cf + \text{——}$

④ $^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}B + \text{——}$

⑤ $^{13}_{7}N \longrightarrow {}^{13}_{6}C + \text{——} + \text{——}$

⑭ س9 مراجعة الوحدة ص 180 مُعدّل

يُمثل الرسم البياني المجاور منحنى الاستقرار النووي ونطاق الاستقرار فيه، معتمداً عليه أجب عن الأسئلة التي تليه :



1 النواة التي لها أكبر طاقة ربط لكل نيوكليون هي النواة :

أ) A ب) B
ج) X د) Y

2 إذا علمت أنّ كتلة النواة (Y) تساوي (70.0012 *amu*)، فإنّ مقدار طاقة الربط النووية لها بوحدة (J) :

أ) 8.4×10^{-17} ب) 525.4
ج) 525.4×10^{-19} د) 8.4×10^{-11}

3 إنّ نوع الإشعاع المنبعث من النواتين (B,A) على الترتيب :

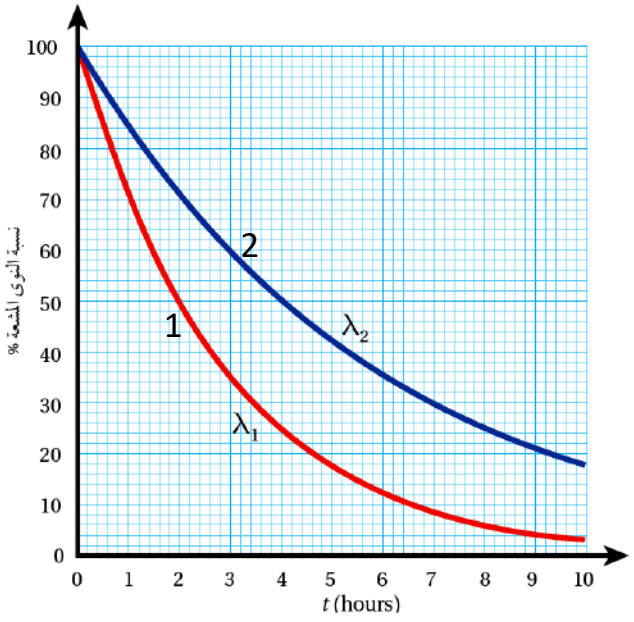
أ)(ألفا ، بيتا السالبة)
ب) (بيتا السالبة ، بيتا الموجبة)
ج) (بيتا الموجبة ، بيتا الاسالبة)
د) (بيتا السالبة ، ألفا)

4 إذا كان ($r_o = 1.2\times10^{-15}$ m)، إنّ مقدار نصف قطر النواة (X) بوحدة (m) يساوي :

أ) 4.4×10^{-15} ب) 11.4×10^{-15}
ج) 5.4×10^{-15} د) 8.9×10^{-15}

15 س10 مراجعة الوحدة ص 180 مُعدّل

يُمثل الشكل رسماً بيانياً يوضّح العلاقة بين النسبة المئوية ($\frac{N}{N_0}$) مع الزمن لنظيري عنصرين مشعين (1،2)، ثابت الاضمحلال لكل منهما (λ_1 , λ_2)، أجب عما يلي :



1 إنّ مقدار ثابت الاضمحلال للعنصرين (1،2) بوحدة (min^{-1}) على الترتيب :

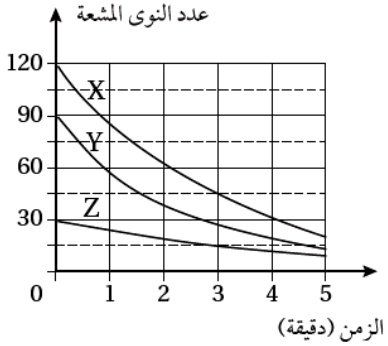
أ) (0.35 ، 0.17) ب) (0.17 ، 0.35)
ج) (0.48 ، 0.24) د) (0.24 ، 0.48)

2 إنّ النسبة المئوية لعدد النوى المشعة المتبقية بعد مرور (6) ساعات للنظير (1) يساوي :

أ) 12% ب) 12.5%
ج) 13 د) 15%

⑯ س1 فرع 10 كتاب الأنشطة ص47

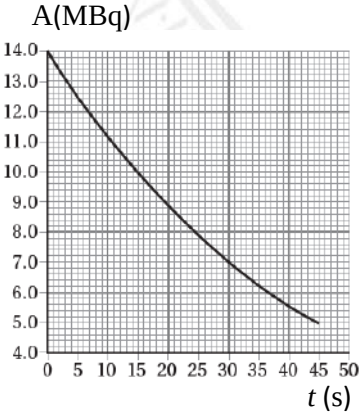
يُوضح التمثيل البياني الآتي أنماط اضمحلال لثلاث مواد مشعة مختلفه (X,Y,Z) مع الزمن. الترتيب التنازلي لعمر النصف لهذه العناصر :



أ) X>Y>Z　　ب) Z>Y>X
ج) Z>X>Y　　د) X>Z>Y

⑰ س1 فرع 13 كتاب الأنشطة ص47

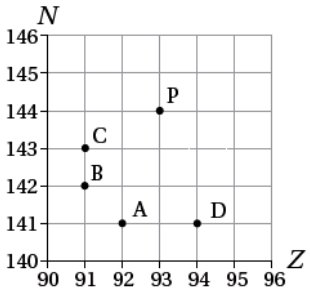
الرسم البياني المجاور يبيّن تغيّر النشاطية الإشعاعية مع الزمن لعنصر مشع. عدد النوى المشعة عند الزمن ($t = 0$) يساوي :



أ) 420×10^5　　ب) 505×10^6
ج) 3.2×10^5　　د) 606×10^6

⑱ س1 فرع 14 كتاب الأنشطة ص 47 مُعدّل

يُبيّن الرسم البياني المجاور نواة غير مستقرة رمزها (P)، بعثت بجسيم ألفا فتحولت إلى نواة (N)، بعثت النواة (N) بجسيم بيتا السالبة، إنّ الرمز الدّال على النواة الناتجة :



أ) A　　ب) B
ج) C　　د) D

⑲ س2 كتاب الأنشطة ص48

لدراسة النشاط الإشعاعي لنظير عنصر راديوم مشع يحتوي (1.5×10^{9}) نواة. تمّ استخدام كاشف للإشعاع يقيس (10%) فقط من الإشعاعات الواصلة إليه، أذا كانت قراءة الكاشف (45) إضمحلالاً في الدقيقة الواحدة، فإنّ ثابت الاضمحلال للراديوم بوحدة (s^{-1}) يساوي :

أ) 1.8×10^{-6} ب) 1.8×10^{-5}
ج) 5×10^{-10} د) 5×10^{-9}

⑳ س2 مراجعة الدرس ص 150 مُعدّل

نواة (X) لها ثمانية أضعاف العدد الكتلي للنواة (Y)، أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1. إن نسبة حجم النواة (X) إلى حجم النواة (Y):

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{4}$
ج) $\frac{1}{8}$ د) $\frac{1}{16}$

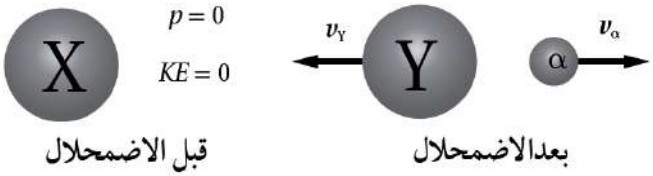
2. إن نسبة كثافة النواة (X) إلى كثافة النواة (Y):

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{1}$
ج) $\frac{2}{1}$ د) $\frac{1}{4}$

واجب 2 YouTube

س3 كتاب الأنشطة ص48

يوضح الشكل المرفق إضمحلال ألفا للنواة (X) الساكنة ذات العدد الكتلي (232)، مستعيناً بالشكل، أجب عما يليه :



1) إذا كان النظام معزولاً، فاحسب مقدار سرعة جسيم ألفا بالنسبة لمقدار لسرعة النواة (Y)
2) إذا توزعت الطاقة المتحررة من التفاعل على جسيم ألفا وعلى النواة (Y) كطاقة حركية، فاحسب مقدار الطاقة الحركية لجسيم ألفا مقارنة بالطاقة الحركية للنواة (Y)

$$\upsilon_{\alpha} = \frac{m_{Y}}{m_{\alpha}}\upsilon_{Y} \ , \ KE_{\alpha} = 57\ KE_{Y}$$

التفاعل النووي

سؤال 35 أتحقق ص168

وضّح المقصود بالتفاعل النووي

الإجابة:

التفاعل النووي : حدثٌ يتم بسبب اصطدام نواتي ذرتين معاً، أو بسبب اصطدام جسيم نووي بنواة ذرة أخرى ، لينتج عنه نواة جديدة أو أكثر.

$$A + B \longrightarrow C + d$$

$$a + X \longrightarrow Y + b$$

a	X	Y	b
القذيفة النووية	النواة الهدف	النواة الناتجة	الجسيم الناتج

أمثلة على التفاعلات النووية

$$^{4}_{2}He + ^{9}_{4}Be \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

سؤال 36

كيف يتم إحداث التفاعل النووي؟

الإجابة:

تسريع القذيفة النووية بسرعات مناسبة لتمتلك طاقة حركية كافية تُمكّنها من الاقتراب من النواة الهدف مسافة (أقل من 3 Fermi) كي تتغلب قوة التجاذب النووية على قوة التنافر الكهربائية، عندئذٍ تمتص النواة الهدف القذيفة، وينتج عن ذلك نواة **(مركبة)** غير مستقرة لا تلبث أن تضمحل لتعطي نوىً وجسيمات جديدة.

$$^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{18}_{9}F^{*} \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}p$$

Notes

① من الأمثلة على القذائف النووية
البروتونات – النيوترونات – الديتيريوم – جسيم ألفا

② تُعدّ النيوترونات من أهم القذائف في التفاعلات النووية، لأنها متعادلة كهربائياً فلا تتنافر مع النواة الهدف الموجبة.

سؤال 37 أفكر ص168

في التفاعلات النووية تُسرّع القذائف وتوجّه نحو النواة الهدف. ما المجالات المستخدمة لتلك الغاية

الإجابة:

المجال الكهربائي : هدفه تسريع الجسيمات وزيادة طاقتها الحركية

المجال المغناطيسي : هدفه توجيه الجسيمات نحو النواة الهدف

سؤال 38 أفكر ص169

لماذا يحتاج البروتون لطاقة حركية أكبر من النيوترون ليقترب من النواة ويُحدث تفاعلاً نووياً؟

الإجابة:

النيوترون متعادل الشحنة، أما البروتون موجب الشحنة، فعند اقترابه من النواة الهدف يتنافر معها، وكي يتمكن البروتون من الاقتراب من النواة بالقدر الكافي الذي يمكّنه من إحداث التفاعل النووي يجب زيادة طاقته الحركية.

طاقة التفاعل النووي (Q)

$$a + X \rightarrow b + Y$$

المواد الداخلة في التفاعل — المواد الناتجة من التفاعل

طريقة حساب الطاقة الناتجة أو المتصة من التفاعل النووي

1 نحسب فرق الكتلة (Δm) بين المواد الداخلة في التفاعل والمواد الناتجة منه

$$\Delta m = \sum M_{int} - \sum M_{out}$$

2 نُطبّق مبدأ تكافؤ (الكتلة – الطاقة) لآينشتين

$$Q = \Delta m \times 931.5 \quad \text{MeV}$$

يمكن دمج القانونين السابقين بالصورة التالية :

$$Q = \left[\sum M_{int} - \sum M_{out}\right] \times 931.5$$

طريقة حساب طاقة التفاعل النووي لكل نيوكليون

$$Q/A = \frac{Q}{A} = \frac{\Delta m \times 931.5}{A}$$

Notes

① (Δm) أو (Q)

⊕ تفاعل مُنتج للطاقة (Exoergic)

⊖ تفاعل ماصّ للطاقة (Endoergic)

② للتمييز بين طاقة التفاعل النووي (Q) وطاقة الربط النووية (BE)

طاقة التفاعل	طاقة الربط النووية
طاقة تنتج من تفاعل نووي	طاقة تربط النيوكليونات داخل النواة الواحدة
$\Delta m = \Sigma m_{int} - \Sigma m_{out}$	$\Delta m = Z m_p + N m_n - M$
$Q = \Delta m \times 931.5$	$BE = \Delta m \times 931.5$

③ من الأمثلة على التفاعلات النووية :
1) تفاعل الانشطار النووي
2) تفاعل الاندماج النووي

سؤال 39 س2 مراجعة الدرس ص174

في تفاعل الانشطار النووي : $_{0}^{1}n + {}_{92}^{235}U \longrightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{92}Kr + 3{}_{0}^{1}n$

مُستعيناً بالقيم المثبّتة في الجدول المجاور، احسب :

1) مقدار الطاقة الناتجة من التفاعل بوحدة (MeV)

2) مقدار طاقة التفاعل لكل نيوكليون

الجسيم أو النواة	Ba	n	Kr	U
الكتلة (amu)	140.8840	1.0087	91.9064	234.9934

الإجابة

1) $Q = [(m_n + m_U) - (m_{Ba} + m_{Kr} + 3m_n)] \times 931.5$

$= [(1.0087 + 234.9934) - (140.8840 + 91.9064 + 3\times 1.0087)] \times 931.5$

$= [0.1856] \times 931.5 = 172.9$ MeV

2) $Q/A = \frac{Q}{A} = \frac{172.9}{236} = 0.73$ MeV

سؤال 40 س2 مراجعة الدرس ص174

في تفاعل الاندماج النووي : $_{1}^{1}H + {}_{1}^{2}H \longrightarrow {}_{2}^{3}He + \gamma$

مُستعيناً بالقيم المثبّتة في الجدول المجاور، احسب :

1) مقدار الطاقة الناتجة من التفاعل بوحدة (MeV)

2) مقدار طاقة التفاعل لكل نيوكليون

الجسيم أو النواة	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{2}^{3}He$
الكتلة (amu)	1.0073	2.0136	3.0149

الإجابة

1) $Q = [(m_H + m_H) - (m_{He})] \times 931.5$

$= [(1.0073 + 2.0136) - (3.0149)] \times 931.5$

$= [0.0060] \times 931.5 = 5.6$ MeV

2) $Q/A = \frac{Q}{A} = \frac{5.6}{3} = 1.89$ MeV

تفاعل الانشطار النووي Nuclear Fission

تعريف الانشطار النووي

انقسام نواة ثقيلة لنواتين أو أكثر ، أصغر منها في الكتلة، ويرافق تفاعل الانشطار انبعاث طاقة (Q) بسبب فرق الكتلة بين المواد الداخلة والمواد الناتجة من الانشطار

النواة	$\frac{BE}{A}$ (MeV)
$^{235}_{92}U$	7.5909
$^{141}_{56}Ba$	8.3261
$^{92}_{36}Kr$	8.5127

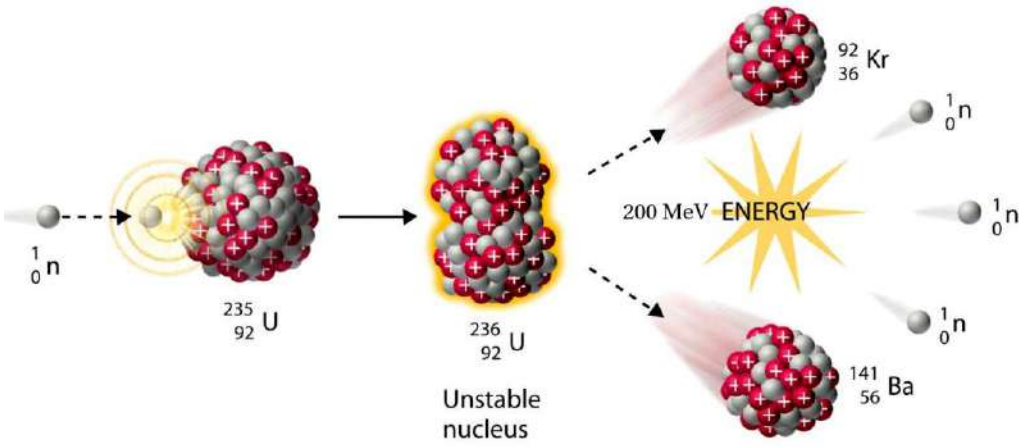
ميزات النوى الناتجة من الانشطار

1) كتلها أصغر من كتلة النواة الأصلية

2) استقرارها أكبر من استقرار النواة الأصلية، لأنّ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لكل منها أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة الأصلية.

مثال على الانشطار النووي (ليس للحفظ)

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$



Notes

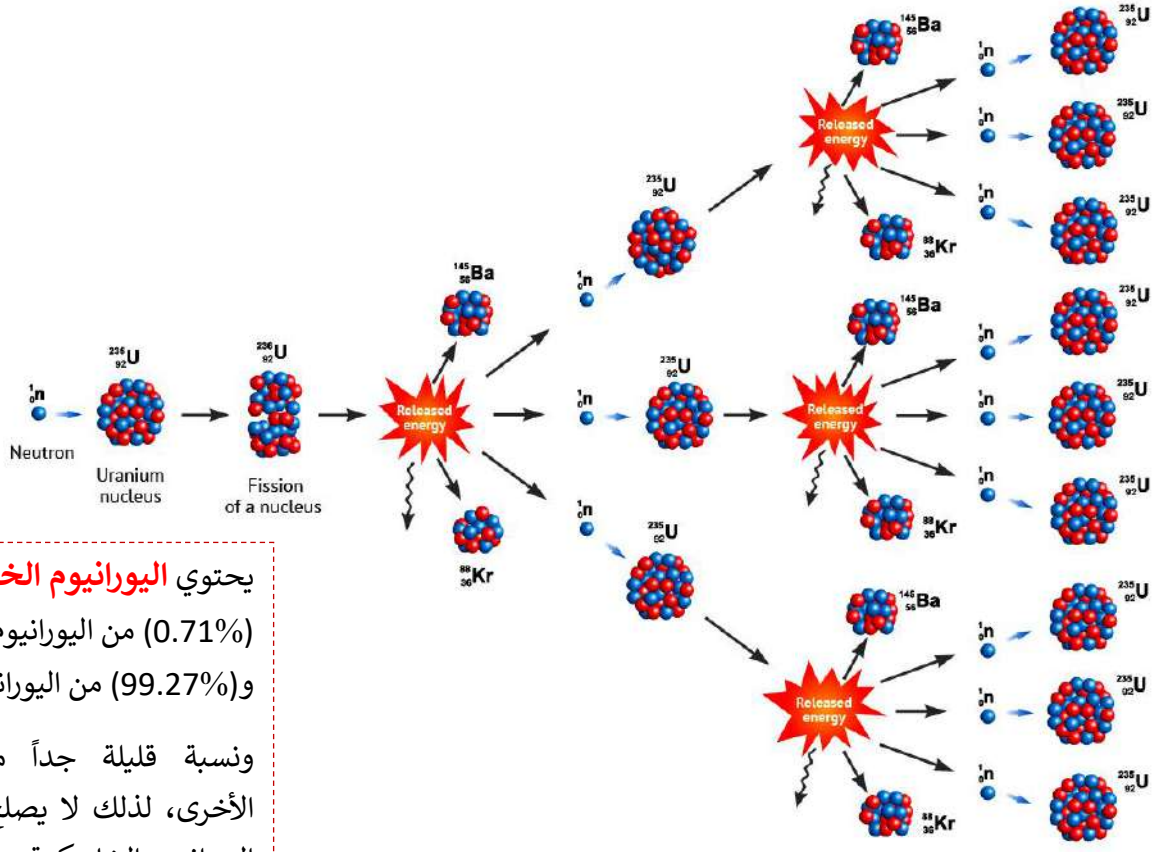
تكمن أهمية هذا التفاعل في مقدار الطاقة الكبير الناتج عنه، حيث أنّ انشطار النواة الواحدة من اليورانيوم يُنتج طاقة مقدارها (200 MeV) أي ما يعادل (32×10^{-12} J).

أما الطاقة الناتجة عن انشطار (1 kg) منه فتساوي (82×10^{12} J) والتي تكفي لتزويد (45000) منزل بطاقة كهربائية مقدارها (500 kWh) لكل منزل ولمدة شهر كامل تقريباً.

تفاعل الانشطار النووي المتسلسل

تعريف الانشطار النووي المتسلسل

تتابع انشطارات نوى يورانيوم جديدة، عن طريق قذفها بنيوترونات نتجت من انشطارات سابقة لنوى يورانيوم



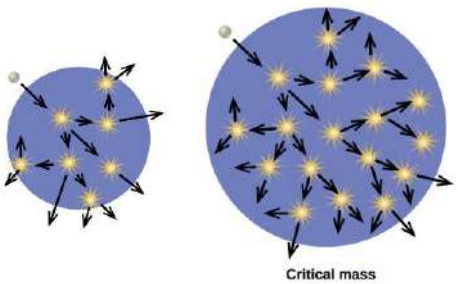
يحتوي **اليورانيوم الخام** على :
$^{235}_{92}U$ (0.71%) من اليورانيوم
و $^{238}_{92}U$ (99.27%) من اليورانيوم
ونسبة قليلة جداً من النظائر الأخرى، لذلك لا يصلح استخدام اليورانيوم الخام كوقود في المفاعل النووي.

الشروط الواجب توفرها حتى يكون التفاعل المتسلسل (السابق) ممكناً من الناحية العملية

1) توفير اليورانيوم المخصّب
2) توفير الكتلة الحرجة من اليورانيوم المخصّب

عملية تخصيب اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) : Enrichment Uranium

العملية التي يتم بها زيادة نسبة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) الذي يُستخدم كوقود نووي.



الكتلة الحرجة

أقل كتلة من الوقود النووي تضمن استمرار حدوث التفاعل النووي عن طريق عدم تسرب النيوترونات خارجه

أين يتم إحداث التفاعل النووي المتسلسل عملياً؟

يتم إحداث التفاعل النووي المتسلسل في **المفاعل النووي**

المفاعل النووي (مفاعل الماء المضغوط)

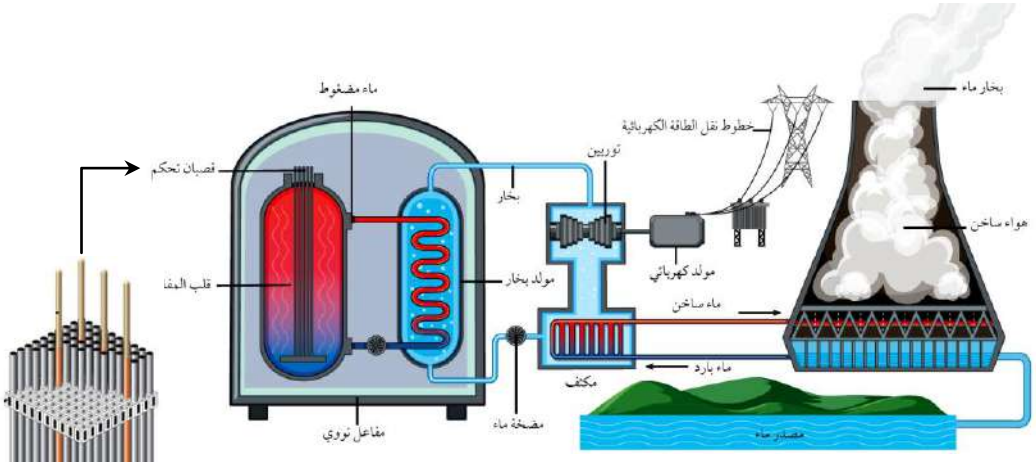
تعريف المفاعل النووي

هو النظام الذي يُهيّء الظروف المناسبة لاستمرار حدوث تفاعل الانشطار النووي المتسلسل والسيطرة عليه.

أجزاء المفاعل النووي

اسم الجزء	وظيفة الجزء	المادة المستخدمة
الوقود النووي Nuclear Fuel	يتم شطر أنويته بنيوترونات بطيئة للحصول على الطاقة	اليورانيوم المخصّب
قضبان التحكّم Control Roads	تعمل على امتصاص النيوترونات لإبطاء التفاعل النووي المتسلسل والتحكّم بمقدار الطاقة الناتجة من المفاعل	الكاديميوم البورون
المواد المهدّئة Moderators	مواد عددها الكتلي صغير، تُبطّيء (تُقلّل) سرعة النيوترونات الناتجة من الانشطار كي تتمكن من شطر نوى يورانيوم جديدة، إذ أنّ احتمالية انشطار نواة اليورانيوم تزداد كلما كانت الطاقة الحركية للنويترونات الممتصة أقل	الماء العادي الماء الثقيل الغرافيت
نظام التبريد Cooling System	أبراج تعمل على تزويد المفاعل والمكثف النووي بالماء البارد باستمرار من أجل تبريده	ماء بارد
مولّد بخار الماء Steam Generator	يعمل على تحويل الماء الساخن والمضغوط القادم من قلب المفاعل إلى بخار ماء يُدير توربينات تتصل بمولدات كهربائية تولّد الطاقة الكهربائية	×

قضبان الوقود النووي



مفاعل الماء المضغوط

تفاعل الاندماج النووي Nuclear Fusion

تعريف الاندماج النووي

اندماج نوى خفيفة (نواتان أو أكثر) لتكوين نواة جديدة ويرافق ذلك انتاج طاقة (Q) بسبب فرق الكتلة بين المواد الداخلة والمواد الناتجة من الاندماج

النواة	$\frac{BE}{A}$ (MeV)
$^{2}_{1}H$	1.11
$^{3}_{1}H$	2.83
$^{4}_{2}He$	7.07

ميزات النواة الناتجة من الاندماج

1) كتلتها أصغر من مجموع كتل النوى المندمجة

1) استقرارها أكبر من استقرار النوى الأصلية المندمجة، لأنّ طاقة الربط النووية لكل نيكليون لها أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنوى الأصلية.

أمثلة على الاندماج النووي (ليس للحفظ)

$$^{1}_{1}H + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{2}_{1}H + ^{0}_{1}e + \nu$$

$$^{1}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{0}_{0}\gamma$$

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

Notes

① تُنتج الشمس والنجوم طاقتها من تفاعلات الاندماج النووي التي تسمى دورة (بروتون–بروتون)، وتحتاج هذه التفاعلات إلى حرارة عالية وضغط عالي لزيادة كثافة مادة البروتونات لضمان حدوث الاندماج النووي

② تحتاج **تفاعلات الاندماج النووي** إلى **ضغط عالي** و **درجة حرارة عالية جداً**، لذلك يُطلق عليها اسم **(التفاعلات النووية الحرارية)**، إنّ الحرارة العالية تُزوّد النواتين المندمجتين **بطاقة حركية كافية** تمكّنهما من الاقتراب من بعضهما لمسافة كافية تتغلب عندها القوة النووية بين النواتين على قوة التنافر الكهربائية فيحدث الاندماج.

③ يتميز تفاعل الاندماج النووى عن تفاعل الانشطار النووي بعدة مزايا منها (س5 مراجعة الدرس ص174)

❶ تفاعلات الاندماج النووي أقل خطراً من تفاعلات الانشطار النووي، لأنّ النوى الناتجة من تفاعلات الاندماج النووي نوى غير مشعة، أما النوى الناتجة من تفاعلات الانشطار نوى مشعة.

❷ طاقة التفاعل لكل نيوكليون الناتجة من الاندماج النووي أكبر من طاقة التفاعل لكل نيوكليون الناتجة من الانشطار النووي

سؤال 40
س3 مراجعة الدرس ص174

عدّد أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين تفاعل الانشطار النووي وتفاعل الاندماج النووي

	الانشطار النووي	الاندماج النووي
التفاعل	انشطار نواة ثقيلة	اندماج أنوية خفيفة
الوقود المستخدم	يورانيوم 235	نوى الهيدروجين
توفّر الوقود	قليل ومُكلف	مُتوفّر ورخيص
الطاقة الناتجة لكل نيوكليون	صغيرة	كبيرة
شروط حدوثة	1) اليورانيوم المخصب 2) الكتلة الحرجة 3) نيوترونات بطيئة	حرارة وضغط عاليين

تطبيقات على الفيزياء النووية

1 – التعقُّب
حقن كميات متدنية ومحسوبة لنظائر مشعة محددة في جسم المريض للكشف عن خلل وظيفي في أحد أعضائه
اليود المشع (131) : للكشف عن خلل في الغدة الدرقية
الصوديوم المشع : للكشف عن انسدادات في الأوردة أو الشرايين

2 – العلاج بالإشعاع
1. حقن حبيبات صغيرة تحتوي مادة مشعة مناسبة في جسم المريض، فيعمل الإشعاع الصادر عنها على قتل الخلايا السرطانية، ومنع انتشارها وتكاثرها.
2. استخدام الإشعاع عن بُعد، بتوجيه حزمة من الإشعاع النووي نحو الخلايا السرطانية لقتلها، مع مراعاة حماية الأنسجة الطبيعية السليمة من خطر الإشعاع

3 – تحليل المواد
قذف كمية قليلة من المادة المجهولة بالنيوترونات، حيث تتحول العناصر التي امتصت النيوترونات إلى عناصر مشعة، وبمعرفة نوع وطاقة الإشعاع الصادر يتم معرفة تركيب المادة الاصلية.

4 – حفظ المواد الغذائية
تعمل بعض الإشعاعات النووية كأشعة غاما أو الإلكترونات ذات الطاقة العالية على تعطيل عمل البكتيريا وقتلها في المواد الغذائية المراد تخزينها لفترات طويلة، ثمّ تُحفظ تلك المواد في عبوّات خاصة مغلقة، لمنع وصول بكتيريا جديدة إليها.

5– التنبؤ بالزلازل
يَحسِب علماء الجيولوجيا نسبة الرادون المشع في المياة الجوفية والتربة، إذ أنّ زيادة تركيز الرادون تدلُّ على احتمال وقوع زلزال في وقت قريب

6– الكشف عن زمن وفاة الكائنات الحية
تحتوي أجسام الكائنات الحية على نظير الكربون المشع ($^{14}_{6}C$) ونظير الكربون المستقر ($^{12}_{6}C$).
خلال وجود الكائن الحي على قيد الحياة تكون نسبة نظيري الكربون ثابتة في جسمه، وعند موته تبدأ هذه النسبة بالنقصان، وبتحديد مقدار تلك النسبة يمكن حساب زمن الوفاة.

الإثراء والتوسع

المفاعل النووي الاندماجي

يسعى العلماء لإحداث تفاعل اندماج نووي بين الديتيريوم والتريتيوم لانتاج الطاقة، وكما تعلمنا فإنّ هذه التفاعلات تحتاج إلى حرارة عالية جداً (10^8 K) وكثافة عالية جداً للبروتونات، إذ تعمل الحرارة العالية على تأيين الذرات وتكوين نظام من الإلكترونات السالبة والبروتونات الموجبة (يسمى البلازما)، ويعمل الضغط الكبير على توفير كثافة عالية من الأيونات، ويتم حفظ البالازما داخل مجال مغناطيسي قوي.

$$ {}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n $$

يتوافر الديتيريوم بكميات كبيرة في البحيرات والمحيطات وهو غير مكلف، أما التريتيوم فلا يوجد بكميات كبيرة في الطبيعة، ويتم انتاجه صناعيا وبتكلفة عالية

استطاع علماء الفيزياء تحقيق تفاعل اندماج لأنوية الديتيريوم والتريتيوم مدة زمنية قصيرة جداً باستخدم مفاعل اندماجي يُعرف باسم **(توكاماك)**

المفاعل النووي الأردني

تمّ بناء المفاعل النووي في جامعة العلوم والتكنولوجيا في مدينة اربد، ويستخدم في الأغراض الآتية :

1. مجالات البحث العلمي
2. انتاج النظائر المشعة
3. عمليات التدريب والتأهيل على التكنولوجيا الإشعاعية والنووية

واجبات 2

واجب 3 YouTube

اختر الإجابة الصحيحة ---

① أفضل القذائف النووية المستخدمة في انتاج النظائر المشعة :

أ) البروتون بسبب شحنته الموجبة
ب) النيوترون بسبب شحنته المتعادلة
ج) جسيم ألفا بسبب كتلته الكبيرة
د) نواة الديتيريوم بسبب كتلتها المتوسطة

② لإحداث التفاعلات النووية يتم تسريع القذائف النووية المشحونة من أجل :

أ) نقصان الطاقة الحركية للقذيفة، للتقليل من قوة التجاذب النووية مع النواة الهدف
ب) نقصان الطاقة الحركية للقذيفة، للتقليل من قوة التنافر الكهربائية مع النواة الهدف
ج) زيادة الطاقة الحركية للقذيفة، للتغلب على قوة التجاذب النووية مع النواة الهدف
د) زيادة الطاقة الحركية للقذيفة، للتغلب على قوة التنافر الكهربائية مع النواة الهدف

③ س1 فرع 10 مراجعة الوحدة ص 177

تُبطّأ النيوترونات في المفاعل النووي بـِ :

أ) الماء الثقيل
ب) الكاديميوم
ج) اليورانيوم
د) غاز الهيدروجين

④ س1 فرع 15 مراجعة الوحدة ص 178

تُنتج النجوم طاقتها من تفاعلات تُسمى دورة (البروتون– البروتون)، وتحدث عند درجات حرارة :

أ) عالية، وكثافة بروتونات منخفضة
ب) منخفضة، وكثافة بروتونات عالية
ج) عالية، وكثافة بروتونات عالية
د) منخفضة، وكثافة بروتونات منخفضة

⑤ س6 فرع 2 مراجعة الدرس ص 175

في التفاعل النووي : $ {}^{1}_{0}n + {}^{10}_{5}B \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He $

إذا كانت الطاقة التفاعل (2.888 MeV)، فإنّ مجموع كتل النوى الناتجة من التفاعل :

أ) أكبر بمقدار (332.5 *amu*) من كتل النوى الداخلة
ب) أقل بمقدار (332.5 *amu*) من كتل النوى الداخلة
ج) أكبر بمقدار (0.0031 *amu*) من كتل النوى الداخلة
د) أقل بمقدار (0.0031 *amu*) من كتل النوى الداخلة

⑥ س6 فرع 4 مراجعة الدرس ص 175

إذا كان مجموع كتل النوى الداخلة في تفاعل نووي (20 *amu*) ومجموع كتل النوى الناتجة من التفاعل (19.85*amu*)، فإنّ طاقة التفاعل بوحدة (MeV) تساوي :

أ) 139.7
ب) −139.7
ج) 0.15
د) −0.15

⑦ س6 فرع 5 مراجعة الدرس ص 175

يتم تعريض بعض المواد الغذائية لإشعاعات نووية لتخزينها لفترات طويلة دون أن تفسد. أحدى هذه الإشعاعات :

أ) نيوترونات منخفضة الطاقة
ب) نيوترونات عالية الطاقة
ج) إلكترونات منخفضة الطاقة
د) إلكترونات عالية الطاقة

⑧ س1 فرع 12 كتاب الأنشطة ص 47

الهدف من إدخال قضبان الكاديميوم إلى قلب المفاعل النووي :

أ) إبطاء سرعة النيوترونات لزيادة معدّل الانشطارات

ب) زيادة سرعة النيوترونات لزيادة معدّل الانشطارات

ج) منع تسرُّب النيوترونات خارج المفاعل

د) امتصاص النيوترونات لإبطاء سرعة التفاعل المتسلسل

⑨ س8 مراجعة الوحدة ص 179 مُعدّل

قُذفت نواة بيريلوم بجسيم ألفا وفق التفاعل النووي:

$$^{9}_{5}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

الجسيم أو النواة	p	n	C	He
الكتلة (amu)	1.007	1.009	11.998	4.002

إذا علمت أنّ كتل النوى الداخلة في التفاعل تزيد بمقدار $(0.006\ amu)$ على كتل المواد الناتجة من التفاعل. أجب عن الفقرتين الآتيتين :

1 إنّ نوع التفاعل، وكتلة نواة (Be) بوحدة (amu) على الترتيب :

أ) ماص للطاقة ، 9.01

ب) منتج للطاقة ، 9.01

ج) ماص للطاقة ، 8.992

د) منتج للطاقة ، 8.992

2 إنّ مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة (C) بوحدة (Mev) :

أ) 7158.461 ب) 11175.206

ج) 7.685 د) 931.267