شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج العمانية

إجابات الوحدة الثامنة فيزياء الكم

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 25-02-2024 04:47:14

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر

روابط مواد الصف الثاني عشر على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الثاني

1	إجابات الوحدة السابعة تراكب الموجات
2	أسئلة اختبارات كامبريدج في الوحدة السادسة الموجات
3	ملخص شرح درس تأثير دوبلر للموجات الصوتية من الوحدة السادسة
4	ملخص شرح درس سرعة الموجة من الوحدة السادسة
5	ملخص شرح درس طاقة الموجة من الوحدة السادسة

إجابات كتاب الطالب

العلوم ضمن سياقها

- تخضع الموجات للعديد من الظواهر مثل الانعكاس والانكسار والحيود والتداخل، وهذه الظواهر جميعها تحدث للضوء، كما أنها تحدث حتى مع الموجات الأخرى مثل الماء.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. طاقة فوتون-γ:

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 1.0 \times 10^{26}$$

$$= 6.63 \times 10^{-8}\ \text{J} \approx 6.6 \times 10^{-8}\ \text{J}$$

٢. طاقة فوتون ما: $E = \frac{hc}{\lambda}$

للضوء الأحمر:

$$E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{700 \times 10^{-9}} \approx 2.8 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

للضوء البنفسجي:

$$E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{400 \times 10^{-9}} \approx 5.0 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

٣. بإعادة ترتيب المعادلة $E = \frac{hc}{\lambda}$ لتعطي طول الموجة: $\lambda = \frac{hc}{E}$

أ. $\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10^{-12}} \approx 2.0 \times 10^{-13}\ \text{m}$

أشعة-γ

ب. $\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10^{-15}} \approx 2.0 \times 10^{-10}\ \text{m}$

الأشعة السينية (أشعة-X)

ج. $\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10^{-18}} \approx 2.0 \times 10^{-7}\ \text{m}$

الأشعة فوق البنفسجية

د. $\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10^{-20}} \approx 2.0 \times 10^{-5}\ \text{m}$

الأشعة تحت الحمراء

هـ. $\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10^{-25}} \approx 2.0\ \text{m}$

موجات الراديو

٤. طاقة الفوتون: $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{6.48 \times 10^{-7}} = 3.07 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

عدد الفوتونات في الثانية = $\frac{\text{القدرة}}{\text{الطاقة لكل فوتون}}$

$$= \frac{0.0010}{3.07 \times 10^{-19}} = 3.26 \times 10^{15}\ \text{s}^{-1} \approx 3.3 \times 10^{15}\ \text{s}^{-1}$$

٥. الطاقة المنقولة إلى الإلكترون بوحدة الجول:

$$W = QV$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 1.2 = 1.92 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$\approx 1.9 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

الطاقة بوحدة eV:

$$W = \frac{1.92 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.2\ \text{eV}$$

٦. طاقة الفوتون بوحدة الجول: $E = hf$

$$1\ \text{eV} = 1.60 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

الطاقة بوحدة eV:

$$E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^{18}}{1.60 \times 10^{-19}} \approx 12000\ \text{eV}$$

$$= 12\ \text{keV}$$

٧. بإعادة ترتيب المعادلة $E = \frac{hc}{\lambda}$ لتعطي طول الموجة:

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

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{10 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.24 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

أشعة فوق بنفسجية

٨. **أ.** الطاقة المكتسبة = الشغل المبذول على البروتون بواسطة فرق الجهد الكهربائي.

طاقة الحركة المكتسبة:

$$KE = QV = 1.60 \times 10^{-19} \times 1500$$

$$= 2.4 \times 10^{-16}\ \text{J}$$

ب. طاقة الحركة: $\text{K.E} = \frac{1}{2}mv^2$، لذلك فالسرعة:

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.4 \times 10^{-16}}{1.67 \times 10^{-27}}} \approx 5.4 \times 10^{5}\ \text{m s}^{-1}$$

٩. بإعادة ترتيب المعادلة $eV = \frac{hc}{\lambda}$ لتعطي ثابت بلانك:

$$h = \frac{eV\lambda}{c}$$

ثابت بلانك للوصلة الثنائية الضوئية للأشعة تحت الحمراء:

$$h_{infrared} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.35 \times 910 \times 10^{-9}}{3.00 \times 10^{8}}$$
$$= 6.55 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

ثابت بلانك للوصلة الثنائية الضوئية للضوء الأحمر:

$$h_{red} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.70 \times 670 \times 10^{-9}}{3.00 \times 10^{8}}$$
$$= 6.07 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

ثابت بلانك للوصلة الثنائية الضوئية للضوء الكهرماني:

$$h_{amber} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.00 \times 610 \times 10^{-9}}{3.00 \times 10^{8}}$$
$$= 6.51 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

ثابت بلانك للوصلة الثنائية الضوئية للضوء الأخضر:

$$h_{green} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.30 \times 560 \times 10^{-9}}{3.00 \times 10^{8}}$$
$$= 6.87 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

متوسط قيمة ثابت بلانك h:

$$= \frac{1}{4}(6.55 \times 10^{-34} + 6.07 \times 10^{-34} + 6.51 \times 10^{-34} + 6.87 \times 10^{-34})$$
$$\approx 6.5 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

١٠. أ. الفوتونات التي لها طاقة تزيد عن دالة الشغل يمكن أن تتسبب بتحرير إلكترونات من الفلز وهي: 2.0 eV و 3.0 eV

ب. بإعادة ترتيب المعادلة $hf = \Phi + K.E_{max}$ لتعطي:

$$K.E_{max} = hf - \Phi$$

للفوتون الذي طاقته 2.0 eV:

$$K.E_{max} = 2.0 \text{ eV} - 1.8 \text{ eV} = 0.2 \text{ eV}$$

بوحدة الجول:

$$0.2 \text{ eV} = 0.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.2 \times 10^{-20} \text{ J}$$

للفوتون الذي طاقته 3.0 eV:

$$K.E_{max} = 3.0 \text{ eV} - 1.8 \text{ eV} = 1.2 \text{ eV}$$

بوحدة الجول:

$$1.2 \text{ eV} = 1.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

١١. أ. الذهب

ب. السيزيوم

ج. تردد العتبة للزنك:

$$f_0 = \frac{\Phi}{h} = \frac{6.9 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.04 \times 10^{15} \text{ Hz}$$
$$\approx 1.0 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

د. تردد العتبة للبوتاسيوم:

$$f_0 = \frac{\Phi}{h} = \frac{3.7 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \approx 5.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

وبذلك يكون طول موجة العتبة:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{5.6 \times 10^{14}} \approx 5.4 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 540 \text{ nm}$$

١٢. أ. طاقة الفوتون:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$
$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{2.4 \times 10^{-7}} \approx 8.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ب. طاقة الحركة القصوى:

$$K.E_{max} = E - \Phi = 8.3 \times 10^{-19} - 2.8 \times 10^{-19}$$
$$\approx 5.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ج. بإعادة ترتيب معادلة طاقة الحركة القصوى: $K.E_{max} = \frac{1}{2}mv^2_{max}$، ومنها نحصل على v_{max}:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2K.E_{max}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 5.5 \times 10^{-19}}{9.11 \times 10^{-31}}}$$
$$= 1.1 \times 10^{6} \text{ m s}^{-1}$$

١٣. بإعادة ترتيب المعادلة $\frac{hc}{\lambda} = \Phi + K.E_{max}$ لتعطي دالة الشغل:

$$\Phi = \frac{hc}{\lambda} - K.E_{max}$$
$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{2000 \times 10^{-9}} - 4.0 \times 10^{-20}$$
$$\approx 5.9 \times 10^{-20} \text{ J}$$

١٤. للانتقال A:

أ. طاقة الفوتون:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = (7.8 - 2.2) \times 10^{-18}$$
$$= 5.6 \times 10^{-18} \text{ J}$$

ب. التردد:

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{5.6 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}} = 8.44 \times 10^{15} \text{ Hz}$$
$$\approx 8.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

طول الموجة:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{8.44 \times 10^{15}} = 3.6 \times 10^{-8} \text{ m}$$

ج. طيف انبعاث خطي.

للانتقال B:

أ. طاقة الفوتون:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = (2.2 - 1.7) \times 10^{-18}$$
$$= 5.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ب. التردد:

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{5.0 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 7.54 \times 10^{14} \text{ Hz}$$
$$\approx 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

طول الموجة:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{7.54 \times 10^{14}} = 4.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ج. طيف انبعاث خطي.

للانتقال C:

أ. طاقة الفوتون:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = (3.9 - 1.7) \times 10^{-18}$$
$$= 2.2 \times 10^{-18} \text{ J}$$

ب. التردد:

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{2.2 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}} = 3.32 \times 10^{15} \text{ Hz}$$
$$\approx 3.3 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

طول الموجة:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{3.32 \times 10^{15}} = 9.0 \times 10^{-8} \text{ m}$$

ج. طيف امتصاص خطي.

١٥. الفوتونات ذات الطاقات:

45 eV ،34 eV ،25 eV ،20 eV ،11 eV ،9 eV

تتطابق مع الفروق في الطاقة بين المستويات، لذلك يمكن للإلكترونات أن تمتصها جميعًا، في حين أن الطاقة 6.0 eV لا تنطبق على أي من الفروق بين مستويات الطاقة، لذلك لا يمكن أن تمتصها الإلكترونات.

١٦. أ. طاقة الفوتون للطول الموجي 83 nm:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{83 \times 10^{-9}}$$
$$= 2.40 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{2.4 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 15 \text{ eV}$$

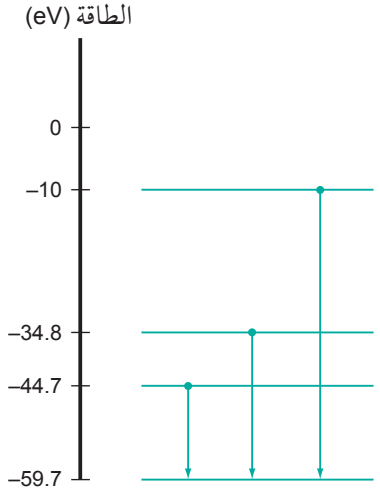
طاقة الفوتون للطول الموجي 50 nm:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{50 \times 10^{-9}}$$
$$= 3.98 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{3.98 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 25 \text{ eV}$$

طاقة الفوتون للطول الموجي 25 nm:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{25 \times 10^{-9}}$$
$$= 7.96 \times 10^{-18} \text{ J} = \frac{7.96 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 50 \text{ eV}$$

ب. انظر الشكل كأحد الحلول الممكنة.



١٧. أ. يمكن أن تتصرف الإلكترونات كموجات، لذلك فهي تحيد بواسطة المسافات الفاصلة بين الذرات.

ب. كل فلز لديه طبقات ذرية (بنية شبكية) مختلفة، لذلك سوف ينتج كل منها نمط حيود مختلفًا.

١٨. أ. الطاقة لكل إلكترون في الحزمة:

$= 1000 \text{ eV} = 1.0 \text{ keV}$

ب. بإعادة ترتيب معادلة طاقة الحركة $\text{K.E} = \frac{1}{2}mv^2$، لتعطي السرعة:

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$= 1.9 \times 10^{7} \text{ m s}^{-1}$$

كمية التحرك:

$$p = mv = 9.1 \times 10^{-31} \times 1.9 \times 10^{7}$$

$$= 1.7 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

ج. طول موجة دي بروي:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.7 \times 10^{-23}} = 3.9 \times 10^{-11} \text{ m}$$

د. الطول الموجي صغير جدًا مقارنة بالمسافات الفاصلة بين الذرات، لذلك سيكون هناك حيود بسيط غير ملاحظ.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ج

٢. أ

٣. $E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 4.0 \times 10^{18}$

$= 2.7 \times 10^{-15} \text{ J}$

٤. الطاقة لأقصر طول موجة ميكروية:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{0.005}$$

$\approx 4 \times 10^{-23} \text{ J}$

الطاقة لأطول طول موجة ميكروية:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{0.5}$$

$\approx 4 \times 10^{-25} \text{ J}$

لذلك مدى الطاقة لفوتونات الموجات الميكروية يتراوح من 4×10^{-25} J إلى 4×10^{-23} J

٥. أ. طاقة الفوتون بوحدة الجول:

$E = 1.02 \times 10^{-5} \times 1.60 \times 10^{-19} = 1.63 \times 10^{-24} \text{ J}$

ب. التردد:

$$f = \frac{E}{h} = \frac{1.63 \times 10^{-24}}{6.63 \times 10^{-34}} = 2.46 \times 10^{9} \text{ Hz}$$

ج. طول الموجة:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{2.46 \times 10^{9}} = 0.122 \text{ m}$$

٦. أ. الطاقة بوحدة الجول:

$E = 5.0 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.0 \times 10^{-13} \text{ J}$

ب. ١. طاقة الإلكترون بوحدة الـ eV:

$E = 10000 \text{ eV}$

٢. طاقة الإلكترون بوحدة الجول:

$E = 10000 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-15} \text{ J}$

ج. $E = \frac{6.0 \times 10^{-21}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 4.0 \times 10^{-2} \text{ eV}$

٣. إذا كانت E تتناسب عكسيًا مع n^2، فإن En^2 = ثابت.

$n = 1$: $En^2 = -21.8 \times 1 = -21.8$

$n = 2$: $En^2 = -5.4 \times 4 = -21.6$

$n = 3$: $En^2 = -2.4 \times 9 = -21.6$

جميع النواتج تقريبًا هي نفسها.

طريقة أخرى للحل هي مقارنة النسب لـ:

$E_1 : E_n$ و $\frac{1}{(n_1)^2} : \frac{1}{(n_n)^2}$

١٣. أ. ١. يُظهر الإشعاع الكهرومغناطيسي خصائص ترتبط بكل من الجسيمات والموجات.

٢. الإشعاع الذي تردده أدنى من مقدار معيّن لا ينتج تأثيرًا كهروضوئيًا، وطاقة الإلكترونات الضوئية القصوى تتناسب طرديًا مع التردد.

تعتمد طاقة الحزمة (جسيمات) على ترددها (موجات).

ب. ١. طاقة الفوتون أقل من دالة الشغل، وهي أدنى طاقة تلزم لتحرير إلكترونات من سطح الفلز، بالتالي عدم انبعاث إلكترونات ضوئية.

٢. $K.E_{max} = hf - \Phi$، لذلك التقاطع مع المحور السيني (x) = تردد العتبة = 5.6×10^{14} Hz

$\Phi = hf_0 = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.6 \times 10^{14}$

$= 3.7 \times 10^{-19}$ J

٣. $K.E_{max} = hf - \Phi$، لذلك الميل = h

$h = \frac{(1.8 - 0) \times 1.6 \times 10^{-19}}{(10 - 5.6) \times 10^{14}} = 6.55 \times 10^{-34}$ J s

$\approx 6.6 \times 10^{-34}$ J s

١٤. أ. تُظهر الإلكترونات ثنائية (ازدواجية) الموجة والجسيم، طول موجة دي بروي هو الطول الموجي للإلكترون (له طاقة محدّدة)، أو هو طول الموجة المصاحب لإلكترون متحرك، ويعطى بالعلاقة $\lambda = \frac{h}{p}$.

ب. ١. طاقة الحركة:

$= 5.0$ keV $= 5000 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.0 \times 10^{-16}$ J

٢. $K.E = \frac{1}{2} mv^2$

$K.Em = \frac{1}{2} m^2v^2$

$mv = p = \sqrt{2\, K.Em}$

$p = \sqrt{2 \times 8.0 \times 10^{-16} \times 9.11 \times 10^{-31}}$

$= 3.8 \times 10^{-23}$ N s

٣. $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{3.8 \times 10^{-23}} = 1.7 \times 10^{-11}$ m

ج. كتلة النيوترونات أكبر من كتلة الإلكترونات، لذلك يكون لها كمية تحرّك أكبر للطاقة نفسها، وبالتالي يكون لها طول موجة أقصر.

١٥. أ. ثابت بلانك h موجود في المعادلة التي تصف السلوك الجسيمي للموجات، حيث $E = hf$ (E طاقة الفوتون و f التردد).

ثابت بلانك h موجود في المعادلة التي تصف السلوك الموجي للجسيمات، حيث $\lambda p = h$ (p كمية التحرّك و λ طول موجة دي بروي).

ب. ١. لفوتون الضوء المرئي كمية تحرّك، فهناك تغيّر في كمية التحرّك عندما يصطدم الفوتون باللوح.

ووفقًا للقانون الثاني لنيوتن، فإن معدل التغيّر في كمية التحرّك لتلك الفوتونات يكون مساويًا للقوة المؤثرة على اللوح.

٢. كمية التحرك:

$p = \frac{E}{c} = \frac{hc}{\lambda c} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{550 \times 10^{-9}}$

$= 1.205 \times 10^{-27}$ N s $\approx 1.2 \times 10^{-27}$ N s

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ٨-١: الضوء: هل هو موجة أم جسيم؟

١. أ. الحيود والتداخل.

ب. عندما تخرج موجات الضوء من الشقَّين وتصل متعاكسةً في الطور فإنها تلغي بعضها بعضًا؛ أما إذا اعتبرنا أن الضوء عبارة عن جسيمات فإن الجسيمات تمر عبر الشق الأول أو الشق الآخر دون أن يلغي بعضها بعضًا.

٢. أ. يسقط الضوء على سطح فلزي فتنبعث منه إلكترونات.

ب. يُشحن كشاف كهربائي ذو رقاقتَين من الذهب وسطح نظيف مصنوع من الزنك أو المغنسيوم بشحنة سالبة، وعندما يسقط عليه ضوء فوق بنفسجي (تردده أعلى من تردد العتبة لفلز سطح الكشاف) يُلاحظ انطباق الرقاقتَين الأمر الذي يدل على تحرر إلكترونات من سطح الفلز.

٣. أ. أدنى تردد للإشعاع الكهرومغناطيسي يحرّر إلكترونات من سطح فلز.

ب. إذا كان التردد منخفضًا (أقل من تردد العتبة)، فيجب أن يتم زيادة الشدة أو الانتظار لفترة كافية لزيادة الطاقة الممتصة من قبل الفلز حتى يحدث الانبعاث، ولكن هذا الانبعاث لن يحدث لأن الانبعاث مرتبط بطاقة الفوتون.

ج. يحدث الانبعاث عندما تكون طاقة الفوتون أكبر من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون أي عندما يكون تردد الفوتون أكبر من تردد العتبة.

د. – يحدث الانبعاث فور سقوط ضوء ذي تردد مناسب على السطح.

– لا تعتمد طاقة الحركة القصوى ($K.E_{max}$) للإلكترونات الضوئية على شدة الضوء، بل على تردد الضوء فقط، وأن الضوء مكوّن من جسيمات تدعى فوتونات.

٤. أ. تزداد السعة، في حين يبقى كل من التردد والسرعة نفسَيهما.

ب. تبقى طاقة الفوتون نفسها؛ يزداد عدد الفوتونات المنبعثة في كل ثانية.

ج. ١. تبقى الطاقة القصوى نفسها.

٢. عدد أكبر من الإلكترونات المنبعثة في كل ثانية (أو يزداد).

٥. أ. لا يحدث انبعاث لأن طاقة الفوتون أقل من دالة الشغل، وزيادة السطوع لا تغيّر طاقة الفوتون.

ب. – زيادة تردد الضوء (أو تقليل الطول الموجي).

– استخدام فلز له دالة شغل أقل.

٦. أ. طاقة الفوتون:

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 6.0 \times 10^{14}$$

$$\approx 4.0 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

ب. كمية تحرك الفوتون:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{4.0 \times 10^{-19}}{3.00 \times 10^{8}} = 1.3 \times 10^{-27}\ \text{kg m s}^{-1}$$

ج. طاقة الفوتون:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{4.0 \times 10^{-7}}$$

$$\approx 5.0 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

د. كمية تحرك الفوتون:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{5.0 \times 10^{-19}}{3.00 \times 10^{8}} \approx 1.7 \times 10^{-27}\ \text{kg m s}^{-1}$$

٧. أ. طاقة الفوتون:

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.0 \times 10^{14}$$

$$= 3.3 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

٧. أ. الشحنة 2e

لذلك طاقة حركة نواة الهيليوم بوحدة eV:

$= 2 \times 7500 = 15000 \text{ eV}$

ب. طاقة حركة نواة الهيليوم بوحدة الجول:

$K.E = 15000 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.4 \times 10^{-15} \text{ J}$

ج. سرعة نواة الهيليوم:

$$v^2 = \frac{2K.E}{m} = \frac{4.8 \times 10^{-15}}{6.6 \times 10^{-27}} = 7.27 \times 10^{11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$v = 8.5 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$

٨. أ. طاقة الفوتون بوحدة eV:

$$E = \frac{2.5 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 15.625 \text{ eV}$$

طاقة الحركة القصوى:

$K.E_{max} = E - \Phi = 15.625 - 4.3 = 11.3 \text{ eV}$

ب. بتحويل هذه إلى وحدة الجول:

طاقة الحركة القصوى:

$K.E_{max} = 11.3 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.8 \times 10^{-18} \text{ J}$

٩. أدنى تردد $= \frac{\text{دالة الشغل}}{\text{ثابت بلانك}}$

$$f_0 = \frac{\Phi}{h} = \frac{5.1 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

١٠. أ. الطاقة المطلوبة لإزالة الإلكترون:

$E = 54.4 \text{ eV} = 54.4 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.7 \times 10^{-18} \text{ J}$

ب. التغيّر في الطاقة:

$\Delta E = 13.6 - 6.1 = 7.5 \text{ eV}$

تردد الإشعاع:

$$f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{7.5 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.8 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

وهذا الإشعاع ينتمي إلى منطقة الأشعة فوق البنفسجية.

ج. الفرق في الطاقة من $n = 2$ إلى $n = 1$ أكبر من الفرق في الطاقة من $n = 3$ إلى $n = 2$، لذلك يكون تردد الضوء المنبعث أكبر مقدارًا.

١١. أ. طاقة الفوتون للطول الموجي 590 nm:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}{590 \times 10^{-9}}$$

$= 3.4 \times 10^{-19} \text{ J}$

ب. ١. لأن طاقة وضع الإلكترونات تساوي صفرًا في اللانهاية، وتكون أقل من ذلك بالقرب من النواة.

٢. الفرق بين مستويَي الطاقة (-5.8×10^{-19} J و -2.4×10^{-19} J) لذرة الهيليوم تساوي طاقة فوتون الخط المعتم ذي الطاقة 3.4×10^{-19} J المحسوبة في الجزئية (أ) لذلك يستثار الإلكترون بامتصاص كل طاقة الفوتون الساقط الأمر الذي يفسر وجود الهيليوم في الغلاف الجوي للشمس.

٣. لأن الضوء الساقط له اتجاه معيّن، بينما جزء الضوء الممتص يعاد انبعاثه في اتجاهات مختلفة.

١٢. أ. يخرج الإلكترون نهائيًا من الذرّة (أو نقول تتأيّن الذرة).

ب. ١. تكون طاقة الوضع في المستوى الثاني أقل منها في المستوى الثالث، لذلك تتحرّر الطاقة (على شكل فوتونات).

٢. التغيّر في الطاقة:

$\Delta E = -2.4 \times 10^{-19} - (-5.4 \times 10^{-19})$

$= 3.0 \times 10^{-19} \text{ J}$

من المعادلة $E = \frac{hc}{\lambda}$ تقودنا إلى طول الموجة:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^8}{3.0 \times 10^{-19}}$$

$= 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$

ب. عدد الفوتونات المنبعثة في الثانية = $\frac{\text{القدرة}}{\text{طاقة الفوتون}}$

$= \frac{10}{3.3 \times 10^{-19}} = 3.0 \times 10^{19}$

٨. أ. تزداد.

ب. يقل.

ج. يقل.

د. تزداد.

نشاط ٨-٢: المعادلة الكهروضوئية

١. أ. كمة من الطاقة الكهرومغناطيسية.

ب. أدنى طاقة يحتاج إليها الإلكترون ليتحرر من سطح الفلز.

ج. الإلكترونات المنبعثة بطاقة حركة قصوى ($K.E_{max}$) تنبعث من السطح فقط، على افتراض عدم الحاجة إلى طاقة أخرى باستثناء دالة الشغل للتحرر. لكن قد يُفقد بعض الطاقة عندما يصطدم الإلكترون بالذرات والإلكترونات الأخرى في أثناء التحرر.

د. لأن معظم الإلكترونات التي تُعطى طاقة تكون أسفل سطح الفلز وتفقد جزءًا من طاقتها عند خروجها إلى السطح.

٢. $hf = \Phi + K.E_{max}$

$1.20 \times 10^{-18} = \Phi + 5.0 \times 10^{-19}$

$\Phi = 1.20 \times 10^{-18} - 5.0 \times 10^{-19} = 7.0 \times 10^{-19}$ J

٣. $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{3.0 \times 10^{-7}} = 6.6 \times 10^{-19}$ J

$hf = \Phi + K.E_{max}$

$K.E_{max} = hf - \Phi = 6.6 \times 10^{-19} - 3.6 \times 10^{-19}$

$= 3.0 \times 10^{-19}$ J

٤. $hf = \Phi + K.E_{max}$

$= 3.2 \times 10^{-19} + 1.5 \times 10^{-19} = 4.7 \times 10^{-19}$ J

$f = \frac{4.7 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 7.1 \times 10^{14}$ Hz

٥. أ. التردد المعطى هو نفسه تردد العتبة f_0 لأن طاقة حركة الإلكترونات تساوي صفرًا.

طول موجة العتبة:

$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3.00 \times 10^{8}}{5.3 \times 10^{14}} = 5.7 \times 10^{-7}$ m

ب. دالة الشغل:

$\Phi = hf_0 = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.3 \times 10^{14}$

$= 3.5 \times 10^{-19}$ J

ج. $hf = \Phi + K.E_{max}$

$K.E_{max} = hf - \Phi$

$= (6.63 \times 10^{-34} \times 6.0 \times 10^{14}) - 3.5 \times 10^{-19}$

$= 4.6 \times 10^{-20}$ J

٦. $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{400 \times 10^{-9}}$

$\approx 5.0 \times 10^{-19}$ J

$hf = \Phi + K.E_{max}$

$\Phi = hf - K.E_{max}$

$= 5.0 \times 10^{-19} - 1.2 \times 10^{-19} \approx 3.8 \times 10^{-19}$ J

٧. طاقة الفوتون (5.0×10^{-19} J) أكبر من دالة الشغل للصوديوم (3.7×10^{-19} J)، ولكنها ليست أكبر من دالة الشغل للزنك (6.9×10^{-19} J)، لذا فإن الانبعاث يحدث من الصوديوم فقط.

٨. أ. $hf = \Phi + K.E_{max}$

بإعادة ترتيب المعادلة لتتطابق مع معادلة الخط المستقيم $y = mx + c$:

$K.E_{max} = hf - \Phi$

المحور الصادي $= K.E_{max}$ (y)

المحور السيني $= f$ (x)

الميل: $m = h$

٣. طاقة الفوتون = $\frac{hc}{\lambda}$

عدد الفوتونات في كل ثانية = $\frac{\text{القدرة}}{\text{طاقة الفوتون}}$

$= \frac{AI\lambda}{hc}$

القوة = عدد الفوتونات في كل ثانية × كمية التحرّك لكل فوتون

$F = \frac{AI\lambda}{hc} \times \frac{h}{\lambda} = \frac{AI}{c}$

القوة:

$F = \frac{0.05^2 \times 800}{3.00 \times 10^8} = 6.7 \times 10^{-9}$ N

حل آخر:

طاقة الفوتون = $\frac{hc}{\lambda}$

طاقة الضوء الساقط في كل ثانية = المساحة × شدة الضوء

$= 0.050 \times 0.050 \times 800 = 2.0$ J

عدد الفوتونات في كل ثانية = $\frac{\text{طاقة الضوء الساقط في كل ثانية}}{\text{طاقة الفوتون}}$

$= \frac{2.0}{3.6 \times 10^{-19}} = 5.6 \times 10^{18}$

القوة = عدد الفوتونات في كل ثانية × كمية التحرّك لكل فوتون

$F = 5.6 \times 10^{18} \times 1.2 \times 10^{-27} = 6.7 \times 10^{-9}$ N

ب. الميل:

$$= \frac{12.0 \times 10^{-19} - (-2.5 \times 10^{-19})}{2.2 \times 10^{14} - 0.0}$$

$$= 6.6 \times 10^{-33} \text{ J s}$$

ج. نقطة التقاطع مع المحور السيني (x) تمثل تردد العتبة ومنه نحصل على دالة الشغل أو مباشرةً من خلال نقطة التقاطع مع المحور الصادي (y).

د. نقطة التقاطع مع المحور الصادي (y) = -2.5×10^{-19}

$$\Phi = 2.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

هـ. الميل نفسه، ونقطة التقاطع مع المحور الصادي تكون أقرب إلى نقطة الأصل.

نشاط ٨-٣: الأطياف الخطية

١. أ.

مستوى الطاقة الجديد	طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص	هل ينبعث فوتون أم يُمتص عندما ينتقل الإلكترون إلى المستوى الجديد؟
-0.54×10^{-18} J	0.3×10^{-18} J	ينبعث
-0.14×10^{-18} J	0.1×10^{-18} J	يمتص
-2.18×10^{-18} J	1.94×10^{-18} J	ينبعث
-0.09×10^{-18} J	0.15×10^{-18} J	يمتص

ب. – رفع درجة الحرارة.

– اصطدامه بإلكترون آخر (في أنبوب التفريغ).

٢. أ. طيف الانبعاث عبارة عن خطوط ملوّنة ساطعة متوازية ذات أطوال موجية محدّدة، أما طيف الامتصاص فعبارة عن خطوط معتمة في طيف مستمر من الألوان.

ب. كلاهما ناتج عن انتقال الإلكترونات بين مستويات الطاقة نفسها، وبالتالي إما أن يُمتص الفوتون أو ينبعث بالتردد نفسه.

ج. باستخدام محزوز الحيود لمشاهدة غاز ساخن (باستخدام أنبوب التفريغ الكهربائي حيث يخضع غاز لفرق جهد كهربائي عالٍ).

د. بتسليط ضوء أبيض عبر غاز بارد والنظر إلى الطيف باستخدام محزوز الحيود.

٣. أ. يتم الحصول على 6 خطوط نتيجة 6 انتقالات بين المستويات المختلفة والانتقالات هي: AB و AC و AD و BC و BD و CD.

ب. تردد أعلى يعني طاقة أعلى.

من -2.4×10^{-19} J إلى -7.6×10^{-19} J

ج. طاقة الفوتون المنبعث:

$$= -2.4 \times 10^{-19} - -7.6 \times 10^{-19} = 5.2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

د. طول موجي أعلى يعني طاقة أقل.

من -2.4×10^{-19} J إلى -3.0×10^{-19} J

نشاط ٨-٤: طول موجة دي بروي

١. طول الموجة المصاحب لجسيم متحرك.

٢. أ. طول موجة دي بروي للإلكترون:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^{6}}$$

$$= 4.5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

ب. $K.E = \frac{1}{2} mv^2$، لذلك سرعة الإلكترون:

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.0 \times 10^{-16}}{9.11 \times 10^{-31}}}$$

$$= 3.0 \times 10^{7} \text{ m s}^{-1}$$

كمية تحرك الإلكترون:

$$p = mv = 9.11 \times 10^{-31} \times 3.0 \times 10^{7}$$

$$= 2.7 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

ج. طول موجة دي بروي للإلكترون:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 3.0 \times 10^{7}}$$

$$= 2.4 \times 10^{-11}\ \text{m}$$

(أو 2.5×10^{-11} m حسب البيانات الأولية)

٣. أ. كمية تحرك النيوترون:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{5.0 \times 10^{-12}} = 1.3 \times 10^{-22}\ \text{kg m s}^{-1}$$

ب. سرعة النيوترون:

$$v = \frac{p}{m} = \frac{1.3 \times 10^{-22}}{1.7 \times 10^{-27}} = 7.8 \times 10^{4}\ \text{m s}^{-1}$$

٤. أ. طاقة الحركة النهائية للإلكترون:

$$\text{K.E} = 1000\ \text{eV} = 1000 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= 1.6 \times 10^{-16}\ \text{J}$$

ب. $\text{K.E} = \frac{1}{2} mv^2$، لذلك السرعة النهائية للإلكترون:

$$v = \sqrt{\frac{2K.E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-16}}{9.11 \times 10^{-31}}}$$

$$= 1.9 \times 10^{7}\ \text{m s}^{-1}$$

ج. كمية التحرك النهائية للإلكترون:

$$p = mv = 9.11 \times 10^{-31} \times 1.9 \times 10^{7}$$

$$= 1.7 \times 10^{-23}\ \text{kg m s}^{-1}$$

د. طول موجة دي بروي للإلكترون:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.7 \times 10^{-23}} = 3.9 \times 10^{-11}\ \text{m}$$

٥. أ. حيود الإلكترونات.

ب. p يشير إلى سلوك جُسيمي، λ يشير إلى سلوك موجي.

ج. $\frac{\text{J s}}{\text{N s}} = \frac{\text{N m s}}{\text{N s}} = \text{m}$

٦. أ. طول موجة دي بروي لسامي:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{50 \times 2.0} = 6.6 \times 10^{-36}\ \text{m}$$

ب. إذا كان طول الموجة أقل بكثير من عرض الفجوة، فلن يلاحظ أي حيود. توفّر المسافات الفاصلة بين الذرات فجوات لحيود الإلكترونات.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. تكون طاقة الفوتون أقل من دالة الشغل للفلز.

ب. – يحدث الانبعاث فور سقوط ضوء مناسب على السطح.

– لا تعتمد طاقة الحركة القصوى للإلكترونات الضوئية على شدة الضوء، بل على تردد الضوء فقط.

ج. الحد الأدنى للتردد:

$$f_0 = \frac{\Phi}{h} = \frac{3.8 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$= 9.2 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

د. طاقة الفوتون الساقط:

$$hf = \Phi + \text{K.E}_{max}$$

$$= (3.8 \times 1.6 \times 10^{-19}) + 4.5 \times 10^{-19}$$

$$= 1.1 \times 10^{-18}\ \text{J} = 6.6\ \text{eV}$$

٢. أ. طول موجة دي بروي يساوي ثابت بلانك مقسومًا على كمية التحرّك.

ب. $K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{(mv)^2}{2m}$

$$mv = \sqrt{2mK.E}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mK.E}}$$

ج. طول موجة دي بروي للإلكترون المتسارع:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK.E}}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{\sqrt{(2 \times 9.11 \times 10^{-31} \times (2000 \times 1.6 \times 10^{-19})}}$$

$$= 2.7 \times 10^{-11}\ \text{m}$$

د. لأن طول الموجة مساوٍ تقريبًا للمسافة بين الذرات في البلورة.

٣. أ. يتوافق كل خط مع طول موجي واحد أو تردد واحد، وبما أن $E = hf$ فهذا يعني أن هناك تغيّرًا محددًا (قيمًا منفصلة) في الطاقة $E_1 - E_2$ بين مستويات الطاقة.

ب. ١. طاقة فوتون الإشعاع الأول:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{557 \times 10^{-9}}$$

$$= 3.57 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

طاقة فوتون الإشعاع الثاني:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{358 \times 10^{-9}}$$

$$= 5.56 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

٢. من A إلى B (557 nm) ومن A إلى C (358 nm)؛ لأن الانتقال يجب أن يكون من طاقة عالية إلى طاقة منخفضة لانبعاث الفوتون مع الأخذ في الاعتبار أن الفوتون ذا الطاقة الأعلى يكون له طول موجة أقصر، أما الانتقال من B إلى C فينتج عنه فوتون ذو طاقة (1.24 eV) أي ما يساوي (2.0×10^{-19} J) تقريبًا، وهذه الطاقة هي أقل من طاقة أي من الفوتونين.

٣. طاقة الفوتون عند الانتقال من A إلى B:

$$= 3.57 \times 10^{-19}\ \text{J} = 2.23\ \text{eV}$$

مستوى الطاقة A:

$$= -3.74 + 2.23 = -1.51\ \text{eV}$$

٤. طاقة الفوتون بين B و C:

$$= 4.98 - 3.74 = 1.24\ \text{eV} = 2.0 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

طول الموجة المصاحب:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{2.0 \times 10^{-19}}$$

$$= 1.0 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

٤. أ. ١. التأثير الكهروضوئي.

٢. موجة دي بروي.

ب. ١. يكون لأقصر طول موجة أكبر تردد وأكبر تغيّر في الطاقة (من −0.50 eV إلى −3.6 eV).

طاقة الفوتون:

$$= 3.1\ \text{eV} = 5.0 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{5.0 \times 10^{-19}}$$

$$= 4.0 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

٢. $p = \frac{E}{c} = \frac{5.0 \times 10^{-19}}{3.00 \times 10^{8}} = 1.7 \times 10^{-27}\ \text{kg m s}^{-1}$

ج. ١. طول الموجة المصاحب لجُسيم متحرّك، تكون للجُسيم كمية تحرّك أو له سرعة أو له سرعة متجهة.

٢. $v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 4.0 \times 10^{-7}}$

$$= 1.8 \times 10^{3}\ \text{m s}^{-1}$$