

نظرية الكم
Quantum Theory

الفصل
4

مسائل تدريبية

ص: ١١٠

١. ما طاقة إلكترون بوحدة الجول إذا كانت طاقته ٢,٣ eV؟

الحل:

$$(2.3 \text{ eV}) \left(\frac{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right) = 3.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

٢. إذا كانت سرعة إلكترون ٦,٢ m/s x ١٠^٦ فما طاقته بوحدة eV؟

الحل:

$$\begin{aligned} KE &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \right) (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) (6.2 \times 10^6 \text{ m/s})^2 \\ &= (1.75 \times 10^{-17} \text{ J}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) \\ &= 1.1 \times 10^2 \text{ eV} \end{aligned}$$

٣. ما سرعة الإلكترون في المسألة ١؟

الحل:

$$\begin{aligned} m &= 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}, KE = \frac{1}{2} mv^2 \\ v &= \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(3.7 \times 10^{-19} \text{ J})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}} \\ &= 9.0 \times 10^5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

٤. إذا كان جهد الإيقاف لخلية كهروضوئية ٥,٧ V فاحسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بوحدة eV.

الحل:

$$\begin{aligned} KE &= -qV_0 \\ &= -(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(5.7 \text{ J/C}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) \\ &= 5.7 \text{ eV} \end{aligned}$$

٥. يلزم جهد إيقاف مقداره ٣,٢ V لمنع سيران التيار الكهربائي في خلية ضوئية. احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المتحررة بوحدة الجول.

الحل:

$$\begin{aligned} KE &= -qV_0 \\ &= -(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(3.2 \text{ J/C}) \\ &= 5.1 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

٦. احسب تردد العتبة للزنك بوحدة Hz ودالة الشغل بوحدة eV إذا كان طول موجة العتبة للزنك ٣١٠ nm.

الحل:

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{310 \times 10^{-9} \text{ m}} = 9.7 \times 10^{14}$$

$$W = hf_0$$

$$= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(9.7 \times 10^{14} \text{ Hz}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right)$$

$$= 4.0 \text{ eV}$$

٧. ما مقدار الطاقة الحركية بوحدة eV للإلكترونات المتحررة من السيزيوم عندما يسقط عليه ضوء بنفسجي طوله الموجي ٤٢٥ nm إذا كانت دالة الشغل له ١,٩٦ eV؟

الحل:

$$KE_{\max} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda} - hf_0$$

$$= \frac{1240 \text{ eV.nm}}{425 \text{ nm}} - 1.96 \text{ eV}$$

$$= 0.960 \text{ eV}$$

٨. تتحرر من فلز إلكترونات بطاقات ٣,٥ eV عندما يضاء بإشعاع فوق بنفسجي طوله الموجي ١٩٣ nm. ما مقدار دالة الشغل لهذا الفلز؟

الحل:

$$KE = hf - hf_0$$

$$hf_0 = hf - KE = \frac{hc}{\lambda} - KE$$

$$= \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda} - KE$$

$$= \frac{1240 \text{ eV.nm}}{193 \text{ nm}} - 3.5 \text{ eV}$$

$$= 2.9 \text{ eV}$$

٩. إذا كانت دالة الشغل لفلز ٤,٥٠ eV فما مقدار أكبر طول موجي للإشعاع الساقط عليه، بحيث يكون قادرا على تحرير إلكترونات منه؟

الحل:

$$hf_0 = 4.50 \text{ eV}$$

$$\frac{hc}{\lambda_0} = 4.50 \text{ eV} \quad \text{أي أن:}$$

$$\lambda_0 = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{4.50 \text{ eV}} = 276 \text{ nm}$$

ص

4-1مراجعة

١٠. التأثير الكهروضوئي لماذا يكون الضوء ذو الشدة العالية والتردد المنخفض غير قادر على تحرير إلكترونات إلكترونات من فلز، في حين يكون الضوء ذو الشدة المنخفضة والتردد العالي قادراً على ذلك؟ فسر إجابتك.

الحل:

الضوء شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي، وهو عديم الكتلة، ومع ذلك لديه طاقة حركية. وكل مرة يسقط فيها فوتون على سطح الفلز، فإنه يتفاعل فقط مع إلكترون واحد. والفوتون ذو التردد المنخفض لا يملك طاقة كافية لتحرير إلكترون من سطح الفلز، لأن الطاقة ترتبط مباشرة بالتردد وليس بالشدة، في حين الضوء ذو التردد العالي يستطيع تحقيق ذلك.

١١. تردد إشعاع الجسم الساخن وطاقته كيف يتغير تردد الإشعاع المقابل لأعلى شدة عندما ترتفع درجة حرارة الجسم؟ وكيف تتغير الكمية الكلية للطاقة المنبعثة؟

الحل:

إن كلا من تردد قمة الشدة والطاقة الكلية المنبعثة يزدادان. إذ تزداد قمة الشدة بدلالة T ، بينما تزداد الطاقة الكلية بدلالة T^4 .

١٢. التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون سلط غالم أشعة X على هدف، فانطلق إلكترون من الهدف دون أن ينبعث أي إشعاع آخر. وضح إذا كان هذا الحدث ناتجا عن التأثير الكهروضوئي أم عن تأثير كومبتون.

الحل:

الحدث ناتج عن التأثير الكهروضوئي، وهو عبارة عن التقاط فوتون بواسطة غلكترون في المادة وانتقال طاقة الفوتون إلى الإلكترون.

١٣. التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون ميز بين التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون.

الحل:

تأثير كومبتون عبارة عن تشتت الفوتون بواسطة المادة، منتجا فوتونا له طاقة وزخم أقل، في حين التأثير الكهروضوئي عبارة عن انبعاث إلكترونات من الفلز عندما يسقط عليه إشعاع ذو طاقة كافية.

١٤. التأثير الكهروضوئي اصطدام ضوء أخضر $\lambda = 532 \text{ nm}$ بفلز ما، فحرر إلكترونات منه. إذا تم إيقاف هذه الإلكترونات باستخدام فرق جهد 1.44 V ، فما مقدار دالة الشغل للفلز بوحدة eV ؟

الحل:

$$E_{\text{الضوء الأخضر}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{532 \text{ nm}} = 2.33 \text{ eV}$$

$$KE_{\text{الإلكترونات المتحررة}} = -qV =$$

$$= -(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.44 \text{ J/C}) \frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$= 1.44 \text{ eV}$$

$$W = E_{\text{الضوء الأخضر}} - KE_{\text{الإلكترونات المتحررة}}$$

$$= 2.33 \text{ eV} - 1.44 \text{ eV}$$

$$= 0.89 \text{ eV}$$

١٥. طاقة فوتون تنبعث فوتونات طولها الموجي 650 nm من مؤشر ليزر. ما مقدار طاقة هذه الفوتونات بوحدة eV ؟

الحل:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{650 \text{ nm}} = 1.9 \text{ eV}$$

١٦. التأثير الكهروضوئي امتصت أشعة X في عظم، وحررت إلكترونات. إذا كان الطول الموجي لأشعة X ٠.٢ nm تقريباً، فقدر طاقة الإلكترون بوحدة eV.

الحل:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{0.02 \text{ nm}} = 6 \times 10^4 \text{ eV}$$

١٧. تأثير كومبتون أسقطت أشعة X على علة عظم، فاصطدمت بالإلكترون فيه وتشتت. كيف تقارن بين الطول الموجي لأشعة X المشتتة والطول الموجي لأشعة X الساقطة؟

الحل:

أشعة X المشتتة لها طول موجي أكبر مقارنة بالأشعة الساقطة.

١٨. التفكير الناقد تخيل أن تصادم كرتي بلياردو يمثل التفاعل الذي يحدث بين فوتون وإلكترون خلال تأثير كومبتون. افترض أن بروتونا – كتلته أكبر كثيراً من كتلة الإلكترون – وضع بدلاً من الإلكترون، فهل تكون الطاقة التي يكتسبها البروتون نتيجة التصادم مساوية لتلك التي يكتسبها الإلكترون؟ وهل تكون الطاقة التي يفقدها الفوتون مساوية لتلك التي يفقدها عندما يتصادم بالإلكترون؟

الحل:

إن الإجابة على السؤالين هي لا، وكمثال على ذلك تستطيع كرة تنس نقل طاقة حركية أكثر لكرة لينة من الطاقة التي تنقلها لكرة بولينج.

١٩. تتدحرج كرة بولنج كتلتها ٧,٠ kg بسرعة ٨,٥ m/s، أجب عما يلي:

a. ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة للكرة؟

b. لماذا لا تظهر كرة البولنج سلوكا موجيا ملاحظا؟

الحل:

A.

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{(7.0 \text{ kg})(8.5 \text{ m/s})}$$

$$= 1.1 \times 10^{-35} \text{ m}$$

B.

لأن طول موجة دي برولي المصاحبة لكرة البولنج قصير جدا، ولا يكفي لإحداث تأثيرات يمكن مشاهدتها.

٢٠. إذا تسارع إلكترون خلال فرق جهد ٢٥٠ V، فاحسب مقدار سرعته وطول موجة دي برولي المصاحبة له.

الحل:

$$\frac{1}{2} mv^2 = qv$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(250 \text{ J/C})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= 9.4 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(9.4 \times 10^6 \text{ m/s})}$$

$$= 7.7 \times 10^{-11} \text{ m}$$

٢١. ما مقدار فرق الجهد اللازم لمسارعة إلكترون بحيث يكون طول موجة دي برولي المصاحبة له ٠,١٢٥ nm؟

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{أي أن،}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{p^2}{2m} = \frac{\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2}{2m}$$

$$= \frac{\left(\frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{0.125 \times 10^{-9} \text{ m}}\right)^2}{(2)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})}$$

$$= (1.544 \times 10^{-17} \text{ J}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}\right)$$

$$= 96.5 \text{ eV}$$

أي انه يتسارع خلال فرق جهد مقدارة 96.5 V.

٢٢. طول موجة دي برولي للإلكترون في المثال ٣ يساوي ٠,١٤ nm. ما مقدار الطاقة الحركية بوحدة eV لبروتون ($m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$) إذا كان له الطول الموجي نفسه؟

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{طول موجة دي برولي المصاحبة يساوي،}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda} \quad \text{أي أن السرعة تساوي،}$$

عندئذ تكون الطاقة الحركية :

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{h}{m\lambda}\right)^2 = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})^2}{(2)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(0.14 \times 10^{-9} \text{ m})^2}$$

$$\left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}\right)$$

$$= 4.2 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

2-4مراجعة

٢٣. الخصائص الموجية صف التجربة التي أثبتت أن للجسيمات خصائص موجية.

الحل:

عندما تسقط حزمة من الإلكترونات على قطعة من الكريستال فإن الكريستال يعمل كمحزوز حيود، بحيث يجعل الغلكترونات تشكل نمط حيود. إن حيود الإلكترونات (الجسيمات) يشبه حيود الضوء (الموجات) خلال المحزوز.

٢٤. الطبيعة الموجية فسر لماذا لا تظهر الطبيعة الموجية للمادة؟

الحل:

لأن الأطوال الموجية لمعظم الأجسام أصغر جدا من ان يتم الكشف عنها.

٢٥. طول موجة دي برولي ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون يتسارع خلال فرق جهد ١٢٥ V؟

الحل:

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{-2qV}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{-2(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(125 \text{ V})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}} \\ &= 6.63 \times 10^6 \text{ m/s} \\ p &= mv = (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(6.63 \times 10^6 \text{ m/s}) \\ &= 6.04 \times 10^{-24} \text{ kg.m/s} \\ \lambda &= \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{6.04 \times 10^{-24} \text{ kg.m/s}} \\ &= 1.10 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 0.110 \text{ nm} \end{aligned}$$

٢٦. الأطوال الموجية للمادة والإشعاع عندما يصطدم إلكترون بجسيم ثقيل فإن سرعة الإلكترون وطول موجته يتناقصان. بناء على ذلك، كيف يمكن زيادة الطول الموجي لفوتون؟

الحل:

إذا كان الفوتون يخضع لتشتت كومبتون مع هدف ثابت فإن الطول الموجي للفوتون سيزداد.

٢٧. مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج عندما يمر ضوء أو حزمة ذرات خلال شق مزدوج فإنه يتكون نمط تداخل. وتحدث كلتا النتيجةين حتى عندما تمر الذرات أو الفوتونات خلال الشقين في الوقت نفسه. كيف يفسر مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج ذلك؟

الحل:

ينص مبدأ هيزنبرج على أنه من غير الممكن قياس زخم جسيم وتحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه، فإذا استطعت تحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه، فإذا استطعت تحديد الموقع الدقيق لفوتون أو ذرة عندما تعبر خلال الشق فإنك لن تستطيع معرفة زخمه بدقة. لذلك فإنك لن تكون متأكدا من أي الشقوق قد عبرت الحزمة الناتجة عن توزيع الفوتونات أو الذرات التي يمكن مشاهدتها في نمط التداخل.

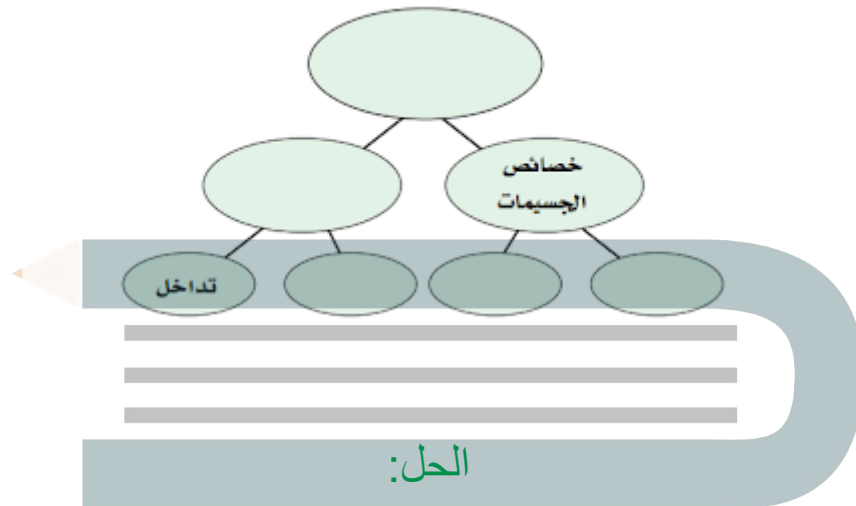
٢٨. التفكير الناقد ابتكر الفيزيائيون مؤخرا محزوز حيود للموجات الضوئية الموقوفة (المستقرة). وتكون الذرات التي تمر خلال المحزوز نمط تداخل. فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الشقوق $\lambda/2$ (٢٥٠ nm تقريباً) فما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة للذرات تقريباً؟

الحل:

لمحزوز الحيود يكون $\lambda = d \sin \theta$ ، حيث d البعد بين الشقوق و θ زاوية الفصل بين القمم المتتالية. لذلك فإن طول موجة دي برولي تعطى بالعلاقة ،
 $\lambda = (250 \text{ nm}) \sin \theta$ ، إذا اعتبرنا أن $\sin \theta = 0.1$
تقريباً فإن طول موجة دي برولي تساوي بضع عشرات من النانومتر.

خريطة المفاهيم

٢٩. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الطبيعة المزدوجة، الكتلة، الخصائص الموجية، الزخم، الحيود.



الحل:



إتقان المفاهيم

٣٠. الضوء المتوهج يضبط مصباح كهربائي متوهج باستخدام مفتاح تحكم. ماذا يحدث للون الضوء الصادر عن المصباح عند إدارة مفتاح التحكم إلى أقل قراءة؟

الحل:

يصبح الضوء أكثر إحمرارا.

٣١. وضح مفهوم تكمية الطاقة.

الحل:

تكميم الطاقة يعني أن الطاقة توجد على شكل مضاعفات صحيحة لكمية ما.

٣٢. ما الذي تم تكميته في تفسير ماكس بلانك لإشعاع الأجسام المتوهجة.

الحل:

إن الطاقة الاهتزازية للذرات المتوهجة كممة.

٣٣. ماذا تسمى كمات الضوء؟

الحل:

الفوتونات.

٣٤. سلط ضوء على مهبط خلية ضوئية، وكان تردد الضوء أكبر من تردد العتبة لفلز المهبط. كيف تفسر نظرية أينشتاين للتأثير الكهروضوئي حقيقة زيادة تيار الإلكترونات الضوئية كلما زادت شدة الضوء؟

الحل:

كما فوتون يحرر إلكترونًا ضوئيًا، والضوء ذو الشدة العالية يحتوي على عدد فوتونات أكثر لكل ثانية، لذا يسبب تحرير عدد إلكترونات ضوئية أكثر لكل ثانية.

٣٥. وضح كيف فسرت نظرية أينشتاين حقيقة أن الضوء الذي تردده أقل من تردد العتبة لفلز لا يحرر إلكترونات ضوئية منها، بغض النظر عن شدة الضوء؟

الحل:

الفوتونات ذات التردد الأقل من تردد العتبة ليس لها طاقة كافية لتحرير إلكترون. أما إذا ازدادت شدة الضوء فإن عدد الفوتونات يزداد ولكن طاقتها لا تزداد، وتبقى الفوتونات غير قادرة على تحرير إلكترون.

٣٦. الفيلم الفوتوجرافي لأن أنواع معينة من أفلام الأبيض والأسود ليست حساسة للضوء الأحمر، فإنه يمكن تحميمها في غرفة مظلمة مضاءة بضوء أحمر. فسر ذلك بناء على نظرية الفوتون للضوء.

الحل:

فوتونات الضوء الأحمر ليس لها طاقة كافية لإحداث تفاعل كيميائي مع الفيلم الذي يتعرض له.

٣٧. كيف أظهر تأثير كومبتون أن للفوتونات زخماً، كما ان لها طاقة؟

الحل:

تنقل التصادمات المرنة كلا من الزخم والطاقة للفوتونات فقط إذا كان لها زخم يمكنها من تحقيق المعادلات.

٣٨. الزخم p لجسيم مادي يعطى بالعلاقة $p=mv$. هل تستطيع حساب زخم فوتون مستخدماً المعادلة نفسها؟ وضح إجابتك.

الحل:

لا، لأن استخدام هذه المعادلة تجعل زخم الفوتون صفراً لأن الفوتونات مهملة الكتلة. وهذه النتيجة غير صحيحة لأن الفوتونات المهملة الكتلة زخمها ليس صفراً.

٣٩. وضح كيف يمكن قياس الخصائص التالية للإلكترون؟

a. الشحنة.

b. الكتلة.

c. الطول الموجي.

الحل:

a. قس الطاقة الحركية KE للإلكترونات المتحررة من الفلز بطولين موجيين مختلفين على الأقل. أو قس الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة من معدن معلوم عند طول موجي واحد فقط.

b. قس التغير في الطول الموجي لأشعة X المتشتتة بواسطة المادة.

c. قس زاوية الحيود عندما ينفذ الضوء خلال شقين أو محزوز حيود، وقس عرض نمط الحيود للشق المفرد، أو قس الزاوية التي ينحرف الضوء عندها عند نفاذه خلال المنشور.

تطبيق المفاهيم

٤١. استخدم طيف الانبعاث لجسم متوهج عند ثلاث درجات حرارة مختلفة، كما في الشكل ٤-١ للإجابة عن الأسئلة الآتية:

- عند أي تردد تكون شدة الانبعاث أكبر ما يكون لكل من درجات الحرارة الثلاث؟
- ماذا تستنتج عن العلاقة بين التردد الذي تكون عنده شدة الإشعاع المنبعث أكبر ما يمكن وبين درجة حرارة الجسم المتوهج؟
- بأي معامل تتغير شدة الضوء الأحمر المنبعث عندما تزداد درجة الحرارة من 4000 K إلى 8000 K ؟

الحل:

A.

4000 k: $\sim 2.5 \times 10^{14}\text{ Hz}$, 5800 k: $\sim 3.5 \times 10^{14}\text{ Hz}$,
8000 k: $\sim 4.6 \times 10^{14}\text{ Hz}$.

- يزداد التردد الذي تكون عنده شدة الإشعاع المنبعث أكبر ما يمكن بزيادة درجة الحرارة.
- تزداد شدة الجزء الأحمر من الطيف من 0.5 إلى 9.2 تقريباً، وتكون الزيادة بمعامل أكبر قليلاً من 18 .

٤٢. وضع قضيبان من الحديد في النار، فتوهج أحدهما باللون الأحمر الداكن، بينما توهج الآخر باللون البرتقالي الساطع. أي القضيبين:

a. أكثر سخونة؟

b. يشع طاقة أكبر؟

الحل:

a. البرتقالي الساطع.

b. البرتقالي الساطع.

٤٣. هل يحرر ضوء تردده كبير عددا أكبر من الإلكترونات من سطح حساس للضوء مقارنة بضوء تردده اقل، إذا افترضنا أن كلا الترددين أكبر من تردد العتبة؟

الحل:

ليس ضروريا، إذ يتناسب عدد الإلكترونات المنبعثة طرديا مع عدد الفوتونات الساقطة أو مع شدة الضوء وليس مع تردده.

٤٤. تنبعث إلكترونات ضوئية من البوتاسيوم عندما يسقط عليه ضوء أزرق، في حين تنبعث إلكترونات ضوئية من التنجستن عندما يسقط عليه أشعة فوق بنفسجية. أي الفلزين:

a. له تردد عتبة أكبر؟

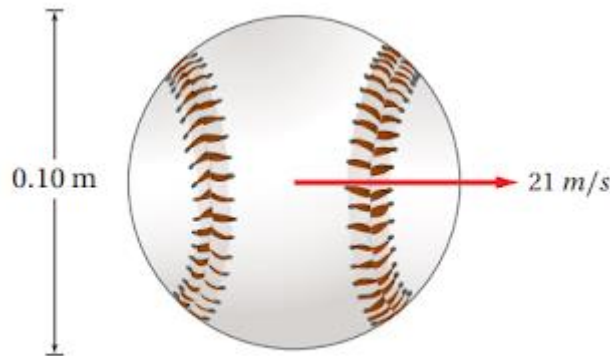
b. له دالة شغل أكبر؟

الحل:

a. الضوء الأزرق له تردد وطاقة أقل من الضوء فوق البنفسجي، لذلك فإن التنجستن له تردد عتبة أكبر.

b. التنجستن.

٤٥. قان طول موجة دي برولي المصاحبة لكرة البيسبول الموضحة في الشكل ٤-١٠ بقطر الكرة.



الشكل 4-10

الحل:

قطر كرة البيسبول $m \ 0,10$ تقريبا بينما طول موجة دي برولي 10^{-10} - 10^{-34} m، وبذلك يكون قطر كرة البيسبول أكبر 10^{23} مرة من الطوال الموجي لموجة دي برولي المصاحب لها.

إتقان حل المسائل

٤-١ النموذج الجسيمي للموجات

٤٦. اعتمادا على نظية بلانك، كيف يتغير تردد اهتزاز ذرة إذا بعثت طاقة مقدارها $5,44 \times 10^{-19} \text{ J}$ عندما تغيرت قيمة n بمقدار ١؟

الحل:

$$E = nhf$$

$$f = \frac{E}{nh} = \frac{5.44 \times 10^{-19} \text{ J}}{(1)(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})} = 8.21 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

٤٧. مامقدار فرق الجهد اللازم لإيقاف إلكترونات طاقتها الحركية العظمى $4,8 \times 10^{-19} \text{ J}$ ؟

الحل:

$$KE = -qV_0$$

$$V_0 = \frac{KE}{-q} = \frac{4.8 \times 10^{-19} \text{ C}}{-(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 3.0 \text{ V}$$

٤٨. ما زخم فوتون الضوء البنفسجي الذي طوله الموجي $4,0 \times 10^{-7} \text{ nm}$ ؟

الحل:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{4.0 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

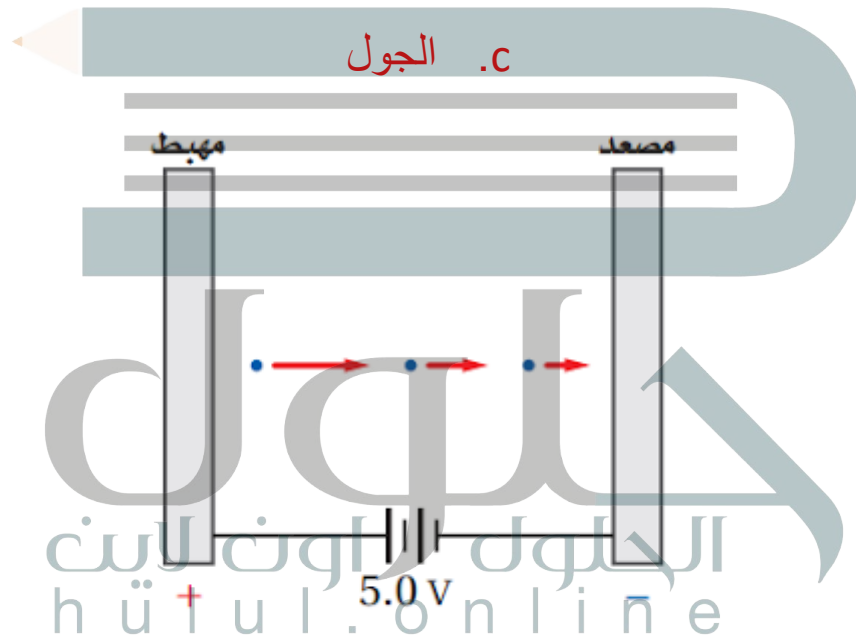
$$= 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg.m/s}$$

٤٩. جهد الإيقاف لإلكترونات فلز معين موضح في الشكل ٤-١١. ما مقدار الطاقة الحركية العظيمة للإلكترونات الضوئية بدلالة الوحدات التالية؟

a. الإلكترون فولت

b. الجول

c. الجول



الشكل 4-11

الحل:

A.

$$KE = -qV_0$$

$$= -(-1 \text{ e})(5.0 \text{ V})$$

$$= 5.0 \text{ eV}$$

B.

$$\left(\frac{5.0 \text{ eV}}{1}\right)\left(\frac{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}}\right)$$

$$= 8.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

٥٠. تردد العتبة لفلز معين $3.00 \times 10^{14} \text{ Hz}$. ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة إذا أضيء الفلز بضوء طول موجي $6.50 \times 10^{-7} \text{ m}$ ؟

الحل:

$$KE = hf - hf_0$$

$$= h\left(\frac{c}{\lambda} - f_0\right)$$

$$= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$

$$\left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.50 \times 10^{-7} \text{ m}} - 3.00 \times 10^{14} \text{ Hz}\right)$$

$$= 1.07 \times 10^{-19} \text{ J}$$

٥١. ما مقدار الشغل اللازم لتحرير إلكترون من سطح الصوديوم إذا كان تردد العتبة له $4.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ؟

الحل:

$$\text{الشغل} = hf_0$$

$$= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(4.4 \times 10^{14} \text{ Hz})$$

$$= 2.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

٥٢. إذا سقط ضوء تردده $1.0 \times 10^{15} \text{ Hz}$ على الصوديوم في المسألة السابقة، فما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية؟

الحل:

$$\begin{aligned} KE &= hf - hf_0 \\ &= h(f - f_0) \\ &= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}) \\ &\quad (1.00 \times 10^{15} \text{ Hz} - 4.4 \times 10^{14} \text{ Hz}) \\ &= 3.7 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

٥٣. مقياس الضوء يستعمل مقياس الضوء الفوتوجرافي خلية ضوئية لقياس الضوء الساقط على الجسم المراد تصويره. كم يجب أن تكون دالة الشغل لمادة المهبط حتى تكون الخلية الضوئية حساسة للضوء الأحمر (λ = ٦٨٠ nm)، كحساسيتها للألوان الأخرى للضوء؟

الحل:

$$\begin{aligned} W &= \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda_0} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{680 \text{ nm}} \\ &= 1.8 \text{ eV} \end{aligned}$$

٥٤. الطاقة الشمسية يستهلك ٤ J - ١١ x من الطاقة كل عام في الاستخدامات المنزلية في دولة ما. إذا كانت أشعة الشمس تسقط على بعض أجزاء هذه الدولة لمدة ٣٠٠٠ h كل عام، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار الطاقة الشمسية التي تسقط على المتر المربع الواحد كل عام؟

b. إذا كان من الممكن تحويل هذه الطاقة الشمسية إلى طاقة مفيدة بكفاءة ٢٠ %، فما مقدار المساحة التي يجب استخدامها لإنتاج طاقة مساوية لتلك التي تستهلك في المنازل؟

الحل:

a.

تستقبل الأرض 1000 J/m^2 في كل ثانية، أي:

$$E = (1000 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}) \left(\frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} \right) \left(\frac{3000 \text{ h}}{\text{y}} \right)$$

$$= 1 \times 10^{10} \text{ J/m}^2 \text{ كل عام}$$

b.

$$\text{المساحة} = \frac{4 \times 10^{11} \text{ J}}{(0.2)(1 \times 10^{10} \text{ J/m}^2)}$$

$$= 2 \times 10^2 \text{ m}^2$$

٤-٢ موجات المادة

٥٥. ما مقدار طول موجة برولي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة $3.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ ؟

الحل:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{mv} \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(3.0 \times 10^6 \text{ m/s})} \\ &= 2.4 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &= 0.24 \text{ nm} \end{aligned}$$

٥٦. ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها إلكترون لتكون طول موجة دي برولي المصاحبة له $1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ ؟

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

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

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(3.0 \times 10^{-10} \text{ m})}$$

$$= 2.4 \times 10^6 \text{ m/s}$$

٥٧. يتسارع إلكترون في أنبوب أشعة مهبطية من السكون خلال فرق جهد ١٠٣٧٥٠ V . ما مقدار:

a. سرعة الإلكترون؟

b. الطول الموجي المصاحب للإلكترون؟

الحل:

a.

$$\frac{1}{2} mv^2 = qV$$

$$v = \sqrt{\frac{qV}{\frac{1}{2}m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(5.0 \times 10^3 \text{ V})}{(\frac{1}{2})(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})}}$$

$$= 4.2 \times 10^7 \text{ m/s}$$

b.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(4.2 \times 10^7 \text{ m/s})}$$

$$= 1.7 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.017 \text{ nm}$$

٥٨. احتجز نيووترون طاقته الحركية ٠,٠٢ eV فقط.

a. ما سرعة النيوترون؟

b. أوجد طول موجة دي برولي المصاحبة للنيوترون.

الحل:

a.

$$KE = (0.02 \text{ eV})(1.60 \times 10^{-19} \text{ J/eV})$$

$$= 3.2 \times 10^{-21} \text{ J}$$

$$= \frac{1}{2} mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(3.2 \times 10^{-21} \text{ J})}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}}$$

$$= 1.96 \times 10^3 \text{ m/s}$$

b.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(1.96 \times 10^3 \text{ m/s})}$$

$$= 2.03 \times 10^{-10} \text{ m}$$

٥٩. إذا كانت الطاقة الحركية لإلكترون ذرة الهيدروجين ١٣,٦٥ eV

فاحسب:

a. مقدار سرعة الإلكترون.

b. مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة للإلكترون.

c. محيط ذرة الهيدروجين ثم قارنه بطول موجة دي برولي المصاحبة

لإلكترون الذرة. علما بأن نصف قطر ذرة الهيدروجين ٠,٥١٩ nm.

الحل:

a.

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{(2)(13.65 \text{ eV})(1.60 \times 10^{-19} \text{ J/eV})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= 2.19 \times 10^6 \text{ m/s}$$

b.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ kg.m/s}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(2.19 \times 10^6 \text{ m/s})}$$

$$= 0.332 \text{ nm}$$

c.

$$C = 2\pi r$$

$$= (2\pi)(0.519 \text{ nm}) = 3.26 \text{ nm}$$

أي أن المحيط يساوي 10 أطوال موجية مكتملة.

٦٠. إذا كان طول موجة دي برولي المصاحبة للإلكترون ٠,١٨ nm:

a. فما مقدار فرق الجهد الذي تحرك خلاله إذا بدأ الحركة من السكون؟

b. إذا كان طول موجة دي برولي المصاحبة لبروتون ٠,١٨ nm فما

مقدار فرق الجهد الذي تحرك خلاله إذا بدأ الحركة من السكون؟

الحل:

a.

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{طول موجة دي بولي،}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda} \quad \text{ومنها فإن السرعة تعطى بالعلاقة،}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{الطاقة الحركية عندها تساوي،}$$

$$= \frac{1}{2} m \left(\frac{h}{m\lambda} \right)^2$$

$$= \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

وباستخدام مصطلح فرق الجهد فإن الطاقة الحركية تساوي، $KE = qV$
وباستخدام العلاقتين السابقتين للطاقة الحركية فإن فرق الجهد V يساوي،

$$V = \frac{h^2}{2mq\lambda^2}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})^2}{(2)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(0.18 \times 10^{-9} \text{ m})^2}$$

$$= 47 \text{ V}$$

b.

$$KE_{\text{عظمى}} = \frac{hc}{\lambda} - hf_0$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{8.0 \times 10^{-19} \text{ J}} - 3.9 \times 10^{-19} \text{ J} = 167 \times 10^{-9} \text{ J}$$

$$KE_{\text{عظمى}} (\text{eV}) = (3.9 \times 10^{-19} \text{ J}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) = 2.4 \text{ eV}$$

يستخدم الاشتقاق السابق فإن فرق الجهد يساوي،

$$V = \frac{h^2}{2mq\lambda^2}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})^2}{(2)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(0.18 \times 10^{-9} \text{ m})^2}$$

$$= 0.025 \text{ V}$$

مراجعة عامة

٦١. ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من فلز إذا كان جهد إيقافها ٣,٨ ٧؟

الحل:

$$KE = -qV_0 = -(-1 \text{ e})(3.8 \text{ V}) = 3.8 \text{ eV}$$

٦٢. إذا كان تردد العتبة لفلز ما $8.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ، فما دالة الشغل له؟

الحل:

$$\begin{aligned} W &= hf_0 \\ &= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(8.0 \times 10^{14} \text{ Hz}) \\ &= 5.3 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

٦٣. إذا سقط ضوء تردده $1.6 \times 10^{15} \text{ Hz}$ على الفلز في المسألة السابقة، فما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية؟

الحل:

$$\begin{aligned} KE &= hf - hf_0 \\ &= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(1.6 \times 10^{15} \text{ Hz}) - 5.3 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 5.3 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

٦٤. احسب طول موجة دي برولي المصاحبة لـ ديوترون (نواة نظير الهيدروجين ${}^2\text{H}$) كتلته $3.3 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ويتحرك بسرعة $2.5 \times 10^4 \text{ m/s}$.

الحل:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{mv} \\ &= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})}{(3.3 \times 10^{-27} \text{ kg})(2.5 \times 10^4 \text{ m/s})} \\ &= 8.0 \times 10^{-12} \text{ m} \end{aligned}$$

٦٥. إذا كانت دالة الشغل للحديد 4.7 eV :

a. فما مقدار طول موجة العتبة له؟

b. وإذا أسقط إشعاع طوله الموجي ١٥٠ nm على الحديد، فما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بوحدة eV؟

الحل:

a.

$$W = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{W} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{4.7 \text{ eV}}$$

$$= 2.6 \times 10^2 \text{ nm}$$

b.

$$KE = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{150 \text{ nm}} - 4.7 \text{ eV}$$

$$= 3.6 \text{ eV}$$

٦٦. إذا كانت دالة الشغل للباريوم ٢,٤٨ eV، فما أكبر طول موجي للضوء يستطيع تحرير إلكترونات منه؟

الحل:

$$\text{اقتران الشغل} = 2.48 \text{ eV} = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = \frac{hc}{2.48 \text{ eV}} \text{ أي:}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(2.48 \text{ eV}) \left(\frac{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} \right)}$$

$$= 5.01 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 501 \text{ nm}$$

٦٧. طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون ٤٠٠,٠ nm، وهي تساوي أقصر طول موجي للضوء المرئي. احسب مقدار:

a. سرعة الإلكترون.

b. طاقة الإلكترون بوحدة eV

الحل:

a.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda} \quad \text{أي} \\ = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(400.0 \times 10^{-9} \text{ m})} \\ = 1.82 \times 10^3 \text{ m/s}$$

b.

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \\ = \left(\frac{1}{2}\right)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.82 \times 10^3 \text{ m/s})^2 \\ \left(\frac{\text{eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}\right) \\ = 9.43 \times 10^{-6} \text{ eV}$$

٦٨. المجهر الإلكتروني يعد المجهر الإلكتروني مفيداً لأنه يمكن جعل الأطوال الموجية لموجات دي برولي المصاحبة للإلكترونات أقصر من الطول الموجي للضوء المرئي. ما مقدار الطاقة (بوحدة eV) اللازم تزويدها لإلكترون حتى يكون طول موجة دي برولي المصاحبة له ٢٠,٠ nm؟

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{طول موجة دي بولي:}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda} \quad \text{ومنها فإن السرعة تعطى بالعلاقة:}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{الطاقة الحركية عندها تساوي:}$$

$$= \frac{1}{2} m \left(\frac{h}{m\lambda} \right)^2$$

$$= \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

$$= \left(\frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})^2}{(2)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(20.0 \times 10^{-9} \text{ m})^2} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right)$$

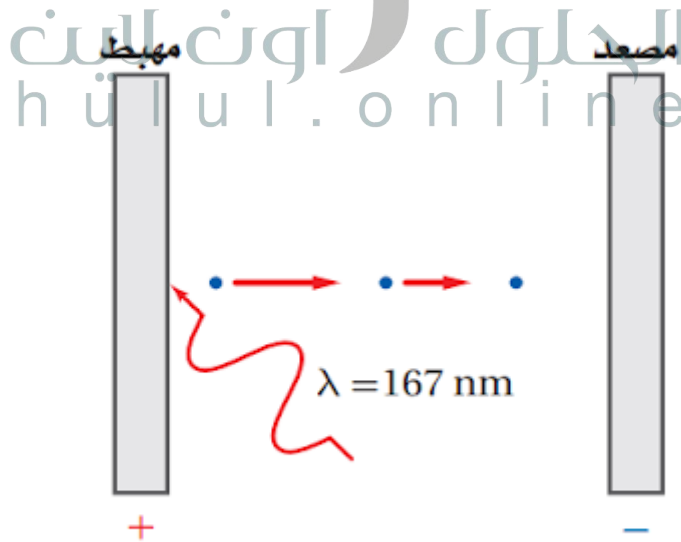
$$= 3.77 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

٦٩. سقط إشعاع على قصدير، كما في الشكل ٤-١٢. إذا كان تردد العتبة للقصدير ١,٢ $\times 10^{15} \text{ Hz}$ فما مقدار:

a. طول موجة العتبة للقصدير؟

b. دالة الشغل للقصدير؟

c. الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة بوحدة eV، إذا كان الطول الموجي للإشعاع الكهرومغناطيسي الساقط ١٦٧ nm؟



الشكل 4-12

الحل:

a.

$$c = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

b.

$$W = hf_0$$

$$= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(1.2 \times 10^{15} \text{ Hz})$$

$$= 8.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

c.

$$KE_{\text{electron}} = \frac{hc}{\lambda} - hf_0$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{167 \times 10^{-9} \text{ m}} - 8.0 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$KE_{\text{electron}} (\text{eV}) = (3.9 \times 10^{-19} \text{ J}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) = 2.4 \text{ eV}$$

التفكير الناقد

٧٠. تطبيق المفاهيم يبعث مصدر ليزر هيليوم - نيون فوتونات طولها الموجي ٦٣٢,٨ nm.

a. احسب مقدار الطاقة بوحدة الجول لكل فوتون يبعث من الليزر.

b. إذا كانت قدرة مصدر ليزر صغير تقليدي ٠,٥ mW (تكافئ ٥-١٠ x J/s)، فما عدد الفوتونات المنبعثة من مصدر الليزر في كل ثانية؟

الحل:

a.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{كل فوتون يمتلك طاقة تساوي:}$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{632.8 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 3.14 \times 10^{-19} \text{ J}$$

b.

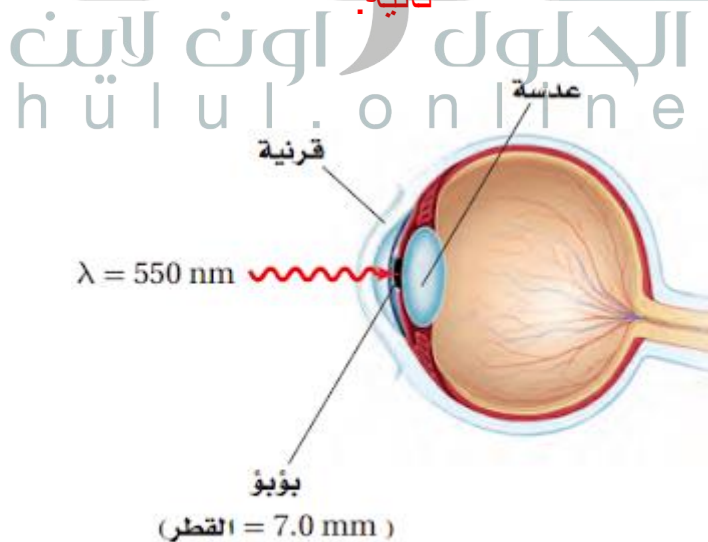
$$n = \frac{P}{E} = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ J/s}}{3.14 \times 10^{-19} \text{ J/فوتون}}$$

$$= 2 \times 10^{15} \text{ فوتون /s}$$

٧١. تطبيق المفاهيم يدخل الضوء المرئي الذي شدته ١,٥ ١١-١٠ W/m² بصورة إلى عين إنسان، كما في الشكل ٤-١٣.

a. إذا سلط هذا الضوء على عين الإنسان ومر خلال بؤبؤ عينه، فما مقدار القدرة التي تدخل عينه بوحدة الواط؟

b. استخدم الطول الموجي المعطى للضوء المرئي والمعلومات المعطاة في الشكل ٤-١٣ لكي تحسب عدد الفوتونات التي تدخل العين في كل ثانية.



الشكل 4-13

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{(المساحة) (شدة الضوء)} &= \text{القدرة} \\ &= (\pi r^2) (\text{شدة الضوء}) \\ &= (1.5 \times 10^{-11} \text{ W/m}^2) (\pi (3.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2) \\ &= 5.8 \times 10^{-16} \text{ W} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} E &= \frac{hc}{\lambda} \quad \text{طاقة كل فوتون:} \\ &= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}) (3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{550 \times 10^{-9} \text{ m}} \\ &= 3.62 \times 10^{-19} \text{ J} \\ n &= \frac{P}{E} = \frac{5.8 \times 10^{-16} \text{ J/s}}{3.62 \times 10^{-19} \text{ J/فوتون}} \\ &= 1600 \text{ فوتونات/s} \end{aligned}$$

٧٢. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها أكمل طالب تجربة التأثير الكهروضوئي، وسجل جهد الإيقاف كدالة رياضية في الطول الموجي، كما في الجدول ٤-١. وكان مهبط الخلية الضوئية مصنوعاً من الصوديوم. عين البيانات (جهد الإيقاف مقابل التردد) واستعمل الآلة الحاسبة لرسم أفضل خط مستقيم. استخدم الميل والمقطع وأوجد دالة الشغل، وطول موجة العتبة، ومقدار h/q في هذه التجربة. قارن قيمة h/q مع القيمة المقبولة.

الجدول 1-4	
جهد الإيقاف مقابل الطول الموجي	
V_0 (eV)	λ (nm)
4.20	200
2.06	300
1.05	400
0.41	500
0.03	600

الحل:

حوّل الطول الموجي إلى تردد ، ثم مثل البيانات بعد ذلك
بيانياً ، ثم حدد أفضل ميل للخط المستقيم من الرسم البياني .

$$\begin{aligned} \text{الميل} &= 4.18 \times 10^{-15} \text{ V/Hz} \\ &= 4.18 \times 10^{-15} \text{ J/Hz.C} \end{aligned}$$

القيمة المقبولة تساوي :

$$\begin{aligned} \frac{h}{e} &= \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})}{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} \\ &= 4.14 \times 10^{-15} \text{ J/Hz.C} \end{aligned}$$

من الرسم البياني يكون تردد العتبة :

$$f_0 = 4.99 \times 10^{14} \text{ Hz,}$$

والتي يعطي طول موجة العتبة من خلال ،

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{4.99 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 601 \text{ nm}$$

ويكون الشغل يساوي :

$$\begin{aligned} W &= hf_0 \\ &= (6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz})(4.99 \times 10^{14} \text{ Hz}) \\ &= 3.31 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

الكتابة في الفيزياء

٧٣. في ضوء ما درسته عن مبدأ عدم التحديد. أبحث عن الحتمية وعدم التحديد في الفيزياء لهيزنبرج وأكتب بحثاً عن ذلك.

الحل:

أن مبدأ هايزنبرج يتضمن أنه لا يمكن قياس خاصيتين فيزيائيتين (كالموقع والزخم) لجسيم (كالإلكترون) بلحظة واحدة معنية دون وجود قدر من عدم التأكد من دقة القياس لإحدى الخاصيتين، فإذا عرفنا موقع الإلكترون بلحظة ما أصبح مستحيلاً معرفة زخمه بالدقة نفسها. وينتج عدم التحديد عن عملية القياس نفسها. وينتج عدم التحديد عن عملية القياس نفسها، والتي تؤثر فيها أجهزة القياس على الكميات المقاسة، بما فيها الضوء المستخدم نفسه. فعلى هذا المستوى فإنه عند التعامل مع ذرات أو جزيئات أو جسيمات أولية نقوم بتصويب فوتونات لقياس موضع هذه الجسيمات. ونظراً لأن الفوتونات لها طاقة تقوم بدفع الجسيم عند الاصطدام به فيتغير موقعه، وبالتالي فإننا لا نستطيع تحديد موقعه بدقة ولا تحديد زخمه بدقة.

اقرأ الموضوع التالي الحتمية وعدم التحديد في الفيزياء لهايزنبرج: انقر هنا

مراجعة تراكمية

٧٤. يتحرك شعاع من الإلكترونات بسرعة $2.8 \times 10^8 \text{ m/s}$ في مجال كهربائي مقداره $1.4 \times 10^4 \text{ N/C}$ ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن تتحرك خلاله الإلكترونات حتى تحافظ على حركتها فيه دون انحراف؟

الحل:
h u l . o n l i n e

$$v = \frac{E}{B}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{1.4 \times 10^4 \text{ N/C}}{2.8 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

$$= 5.0 \times 10^{-5} \text{ T} = 5.0 \times 10^1 \text{ } \mu\text{T}$$

اختبار مقنن

١. يتغير مستوى الطاقة لذرة عندما تمتص وتبعث طاقة. أي الخيارات الآتية لا يمكن أن يمثل مستوى طاقة لذرة؟

a. $\frac{3}{4} hf$

b. hf

c. $3 hf$

d. $4 hf$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٢. كيف يرتبط تردد العتبة مع التأثير الطهروضوئي؟

a. أنه أقل تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير الذرات من مصعد الخلية الضوئية.

b. أنه أكبر تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير الذرات من مصعد الخلية الضوئية.

c. أنه تردد الإشعاع الساقط، والذي يحرر إلكترونات من الذرة عند ترددات أقل منه.

d. أنه أقل تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير إلكترونات من الذرة.

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٣. ما طاقة فوتون تردده $1,14 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ؟

a. $5,82 \times 10^{-49} \text{ J}$

b. $7,55 \times 10^{-19} \text{ J}$

c. $8,77 \times 10^{-16} \text{ J}$

d. $1.0 \times 10^{-12} \text{ J}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

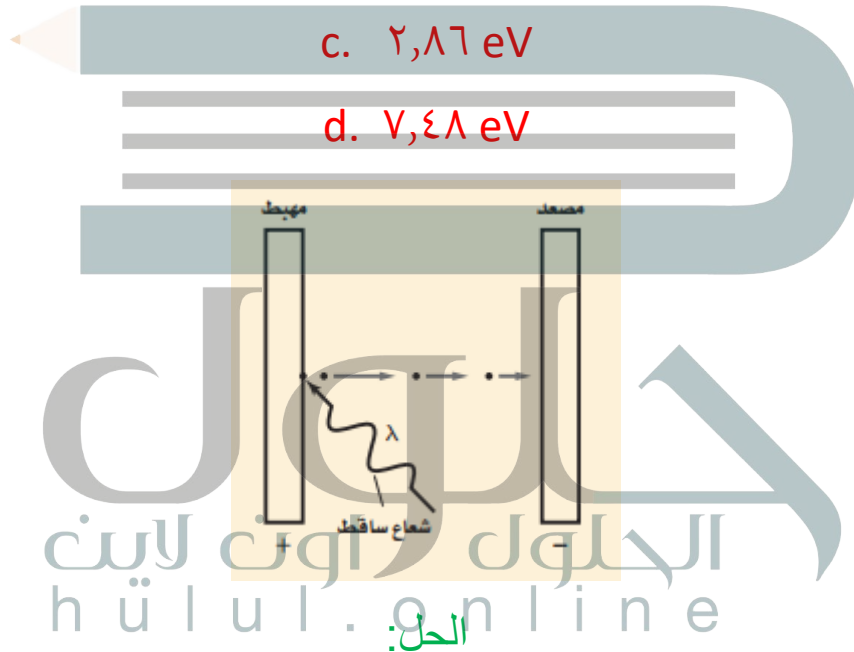
٤. يسقط إشعاع طاقته 5.17 eV على خلية ضوئية، كما هو موضح في الشكل أدناه. إذا كانت دالة الشغل لمادة المهبط 2.31 eV فما مقدار طاقة الإلكترون المتحرر؟

a. 0.00 eV

b. 2.23 eV

c. 2.86 eV

d. 7.48 eV



الحل:

الاختيار الصحيح هو: C

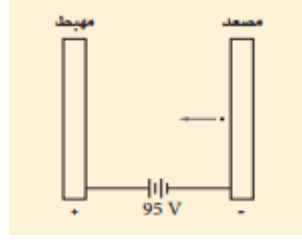
٥. يتسارع إلكترون خلال فرق جهد 90.0 V ، كما هو موضح في الشكل أدناه. ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة للإلكترون؟

a. $5.02 \times 10^{-22} \text{ m}$

b. $1.26 \times 10^{-10} \text{ m}$

c. $2.52 \times 10^{-10} \text{ m}$

d. $5.10 \times 10^{-6} \text{ m}$



الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

٦. ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة 3.91×10^6 Km (كتلة الإلكترون 9.11×10^{-31} Kg)؟

a. 3.5×10^{-25} m

b. 4.79×10^{-15} m

c. 4.8×10^{-15} m

d. 1.87×10^{-9} m

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٧. دالة الشغل لفلز هي:

a. هو مقياس مقدار الشغل الذي يستطيع أن يبذله إلكترون متحرر من الفلز.

b. يساوي تردد العتبة.

c. مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الداخلي لذرة الفلز.

d. مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الأضعف ارتباطاً في الذرة.

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

الأسئلة الممتدة

٨. تحرك جسم بسرعة ٤٥ m/s، فكان طول موجة دي برولي المصاحبة له $2.3 \times 10^{-34} \text{ m}$ ، ما كتلة الجسم بوحدة kg؟

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

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

$$m = \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})}{(2.3 \times 10^{-34} \text{ m})(45 \text{ m/s})}$$
$$m = 6.4 \times 10^{-2} \text{ kg}$$