

أ. علاء الشكيلي



الوحدة الثامنة كتاب الطالب

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَشْكُرَهُ لَوْلَا رَحْمَتُ اللَّهِ عَلَيْنَا لَكُنَّا مِنَ الْخَاسِرِينَ

١ في أيّ مما يأتي يمكنك استخدام مصطلح دالة الشغل؟

أ. حيود الإلكترونات بواسطة الجرافيت.

ب. تداخل الضوء من محزوز الحيود.

ج. التأثير الكهروضوئي.

د. انعكاس الضوء.

٢ يُجري باحث تجربة على التأثير الكهروضوئي، فيُسقط إشعاعاً كهرومغناطيسياً بترددات مختلفة على فلز، ويحدّد طاقة الحركة القصوى للإلكترونات المنبعثة، ثم يرسم تمثيلاً بيانياً بخط مستقيم لأقصى طاقة حركة للإلكترونات ($K.E_{max}$) مقابل تردد الإشعاع (f). أيّ صَف في الجدول ٧-٨ صحيح؟

ميل المنحنى (الخط المستقيم)	نقطة تقاطع منحنى التمثيل البياني مع المحور (y)
ثابت بلانك	سالِب دالة الشغل للفِلز
تردد العتبة	ثابت بلانك
طول موجة العتبة	تردد العتبة
دالة الشغل للفِلز	طول موجة العتبة

الجدول ٧-٨

٣ احسب طاقة فوتون تردده $(4.0 \times 10^{18} \text{ Hz})$.

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 4.0 \times 10^{18} = 2.7 \times 10^{-15} \text{ J}$$

٤ الأطوال الموجية لمنطقة الموجات الميكروية من الطيف الكهرومغناطيسي تتراوح من (5 mm) إلى (50 cm)؛ احسب مدى الطاقة لفوتونات الموجات الميكروية.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{5.0 \times 10^{-3}} = 4.0 \times 10^{-23} \text{ J}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{50 \times 10^{-2}} = 4.0 \times 10^{-25} \text{ J}$$

الطاقة تتراوح من $4.0 \times 10^{-23} \text{ J}$ إلى $4.0 \times 10^{-25} \text{ J}$

أ. علاء النكيلي

٥

- تُستخدم الفوتونات في فرن الميكروويف لتسخين الطعام، وتكون طاقة الفوتون ($1.02 \times 10^{-5} \text{ eV}$). احسب:
- طاقة الفوتون بالجول (J).
 - تردد الفوتونات.
 - طول الموجة للفوتونات.

$$\text{٥- أ)} \quad E = 1.2 \times 10^{-5} \text{ eV} = 1.2 \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-24} \text{ J}$$

$$\text{٥- ب)} \quad f = \frac{E}{h} = \frac{1.6 \times 10^{-24}}{6.63 \times 10^{-34}} = 2.5 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$\text{٥- ج)} \quad \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-24}} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{أو} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{2.5 \times 10^9} = 0.12 \text{ m}$$

٦

- أ. تتبع جسيمات ألفا في الانحلال الإشعاعي للراديويم بطاقة (5.0 MeV)؛ عبّر عن هذه الطاقة بوحدة الجول.
- ب. تتسارع الإلكترونات الموجودة في أنبوب أشعة المهبط بواسطة فرق جهد كهربائي مقداره (10 kV). احسب طاقة الإلكترون بوحدة:
- الإلكترون فولت.
 - الجول.
- ج. يتم إبطاء النيوترونات في مفاعل نووي لتصبح طاقتها ($6.0 \times 10^{-21} \text{ J}$). احسب هذه الطاقة بوحدة (eV).

$$\text{٦- أ)} \quad E = 5.0 \times 10^6 \text{ eV} = 5.0 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.0 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{٦- ب)} \quad \text{١- فرق الجهد يمثل الطاقة لإلكترون واحد} \quad E = 10000 \text{ eV}$$

$$\text{٢-} \quad E = 10000 \text{ eV} = 10000 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-15} \text{ J}$$

أ. مفاعل التكميلي

$$\text{٦- ج)} \quad E = 6.0 \times 10^{-21} \text{ J} = \frac{6.0 \times 10^{-21}}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.0375 \text{ eV}$$

٧ تم تسريع نواة هيليوم (شحنتها $+3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، كتلتها $6.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$) بواسطة فرق جهد كهربائي مقداره (7500 V)؛ احسب:

أ. طاقة حركتها بالإلكترون فولت.

ب. طاقة حركتها بالجول.

ج. سرعتها.

٧- أ) طاقة حركة الشحنة الواحدة تعادل 7500J ونواة الهليوم تتكون من شحنتين $2e$

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

٧- ب) $E = QV = 3.2 \times 10^{-19} \times 7500 = 4.2 \times 10^{-15} \text{ J}$

٧- ج) $v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.2 \times 10^{-15}}{6.6 \times 10^{-27}}} = 8.5 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$

٨ سُلِّط ضوء فوق بنفسجي طاقة فوتوناته ($2.5 \times 10^{-18} \text{ J}$) على لوح زنك، ودالة الشغل للزنك تساوي (4.3 eV). احسب طاقة الحركة القصوى التي يمكن أن ينبعث بها إلكترون من لوح الزنك بوحدة:

أ. eV

ب. J

٨- أ) $hf = \frac{2.5 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 15.6 \text{ eV}$ $KE_{max} = hf - \phi = 15.6 - 4.3 = 11 \text{ eV}$

٨- ب) $KE_{max} = 11 \text{ eV} = 11 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.8 \times 10^{-18} \text{ J}$

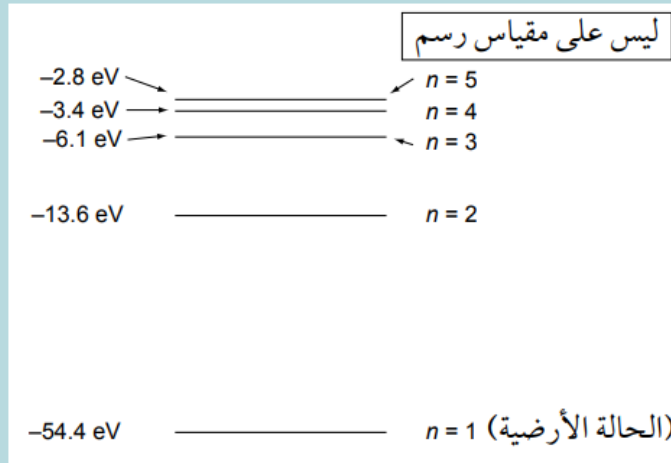
٩ احسب أدنى تردد للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتسبب بانبعاث إلكترونات ضوئية من سطح فلز الذهب (دالة الشغل للذهب = 5.1 eV).

٩- $\phi = 5.1 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.2 \times 10^{-19} \text{ J}$

$hf = \phi$ $f = \frac{\phi}{h} = \frac{8.2 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}$

أ. محمد الشكيلي

١٠. يبيّن الشكل ٨-١٥ خمسة مستويات للطاقة في أيون الهيليوم، ويُعرف أدنى مستوى للطاقة بالحالة الأرضية.



الشكل ٨-١٥

أ. حدّد الطاقة المطلوبة بالجول لإزالة الإلكترون المتبقي من أيون الهيليوم عندما يكون في حالته الأرضية.

ب. جد تردد الإشعاع المنبعث عندما يهبط الإلكترون من المستوى $n = 3$ إلى $n = 2$ ، واذكر منطقة الطيف الكهرومغناطيسي التي ينتمي إليها هذا الإشعاع.

ج. بدون إجراء مزيد من العمليات الحسابية، قارن بين تردد الإشعاع المنبعث عندما يهبط الإلكترون من المستوى $n = 2$ إلى $n = 1$ بتردد الإشعاع المنبعث عندما يهبط الإلكترون من المستوى $n = 3$ إلى $n = 2$.

$$E = 54.4 \text{ eV} = 54.4 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.7 \times 10^{-18} \text{ J} \quad (١٠-أ)$$

$$\Delta E = -6.1 - -13.6 = 7.5 \text{ eV} = 7.5 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.2 \times 10^{-18} \text{ J} \quad (١٠-ب)$$

$$f = \frac{E}{h} = \frac{1.2 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.8 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.8 \times 10^{15}} = 1.7 \times 10^{-7} \text{ m} = 170 \text{ nm}$$

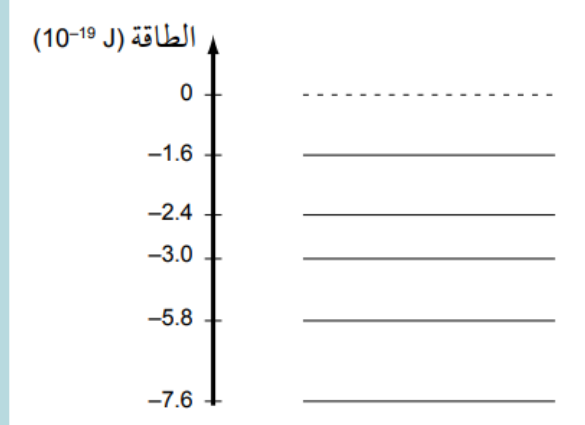
ينتمي للأشعة فوق البنفسجية

١٠-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 مقدارا.

أ. علل التنبؤ

لطيف ضوء الشمس خطوط معتمة (سوداء) ناتجة عن امتصاص أطوال موجية معيّنة من الضوء في الغازات الأكثر برودة للغلاف الجوي للشمس.

- أ. يبلغ طول الموجة لخط طيف معيّن معتم (590 nm)؛ احسب طاقة الفوتون لهذا الطول الموجي.
 ب. يبيّن الشكل ٨-١٦ بعض مستويات الطاقة لذرة الهيليوم.



الشكل ٨-١٦

١. ما السبب في أن مستويات الطاقة لها قيم سالبة؟
٢. اشرح بالرجوع إلى مخطط مستويات الطاقة، كيف يمكن أن يكون الخط المعتم في الطيف ناتجاً عن وجود الهيليوم في الغلاف الجوي للشمس.
٣. جميع الأضواء التي تمتصها الذرات في الغلاف الجوي للشمس يُعاد انبعاثها؛ اقترح السبب في أنه لا يزال بالإمكان ملاحظة الخط الطيفي المعتم ذو طول الموجة (590 nm) من الأرض.

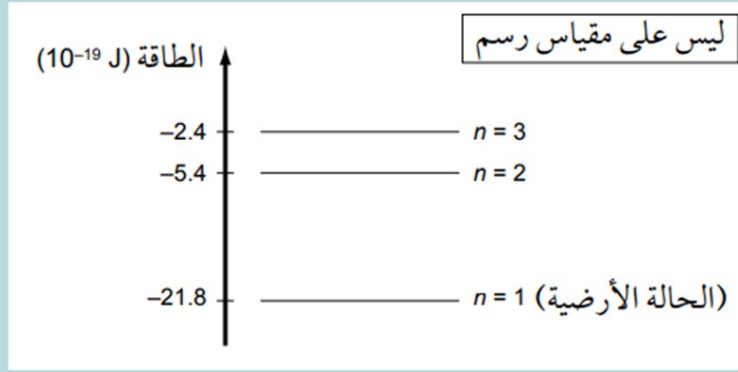
$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{590 \times 10^{-9}} = 3.4 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (١١-أ)$$

١١-ب) ١- لأن طاقة وضع الإلكترونات تساوي صفراً في اللانهاية، وتكون أقل من ذلك بالقرب من النواة.

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

١١-ب) ٣- لأن الضوء الساقط له اتجاه معين، بينما جزء الضوء الممتص يعاد انبعاثه في اتجاهات مختلفة.

أ. علل التنبؤ



الشكل ١٧-٨

أ. اشرح ما سيحدث للإلكترون في الحالة الأرضية عندما يمتص فوتون طاقته ($21.8 \times 10^{-19} \text{ J}$).

ب. ١. اشرح سبب انبعاث فوتون عندما ينتقل إلكترون بين مستويي الطاقة $n = 2$ و $n = 3$.

٢. احسب طول الموجة للإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث عندما يقفز إلكترون بين مستويي الطاقة $n = 2$ و $n = 3$.

٣. يُشار إلى كل مستوى من مستويات الطاقة في المخطط بقيمة (n)، استخدم مخطط مستويات الطاقة لتثبت أن الطاقة (E) لمستوى طاقة ما تتناسب عكسياً مع (n^2).

١٢-أ) يخرج الإلكترون نهائياً من الذرة (أو نقول تتأين الذرة).

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

١٢-ب) ٢- $\Delta E = -2.4 \times 10^{-19} - (-5.4 \times 10^{-19}) = 3.0 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{3.0 \times 10^{-19}} = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

١٢-ب) ٣- إذا كانت E تتناسب عكسياً مع n^2 فإن $En^2 = \text{ثابت}$

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

$$n = 2 : En^2 = -5.4 \times 4 = -21.8$$

$$n = 3 : En^2 = -2.4 \times 9 = -21.8$$

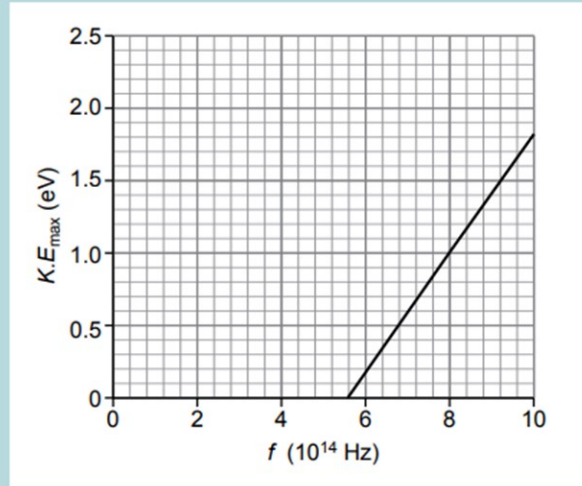
جميع النواتج متساوية

أ. محمد النكدي

أ. ١. اشرح المقصود بثنائية الموجة والجسيم للإشعاع الكهرومغناطيسي.

٢. اشرح كيف يعطي التأثير الكهروضوئي دليلاً على هذه الظاهرة.

ب. يبين التمثيل البياني في الشكل ٨-١٨ طاقة الحركة القصوى ($K.E_{\max}$) للإلكترونات الضوئية المنبعثة عندما يتغير التردد (f) للإشعاع الساقط على لوح من الصوديوم.



الشكل ٨-١٨

١. اشرح سبب عدم انبعاث إلكترونات ضوئية عندما يكون تردد الضوء الساقط أقل من $(5.6 \times 10^{14} \text{ Hz})$.

٢. حدّد دالة الشغل للصوديوم، وشرح إجابتك.

٣. استخدم التمثيل البياني لتحديد قيمة ثابت بلانك، وشرح إجابتك.

١٣- أ) ١- يظهر الإشعاع الكهرومغناطيسي خصائص ترتبط بكل من الجسيمات والموجات.

١٣- أ) ٢- الإشعاع الذي تردده أدنى من مقدار معين (تردد العتبة $f_0 = 5.8 \times 10^{14} \text{ Hz}$) لا ينتج تأثيراً كهروضوئياً، وطاقة الإلكترونات الضوئية القصوى تتناسب طردياً مع التردد. تعتمد طاقة الحزمة (جسيمات)

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

١٣- ب) ٢- عند التقاطع مع المحور السيني عند تردد العتبة طاقة الحركة تساوي صفر وبذلك يمكن حساب دالة الشغل حسب المعادلة

$$\phi = hf_0$$

$$\phi = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.8 \times 10^{14} = 3.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

١٣- ب) ٣- يمكن حساب ثابت بلانك من معادلة الخط كما يلي $y = mx + c$

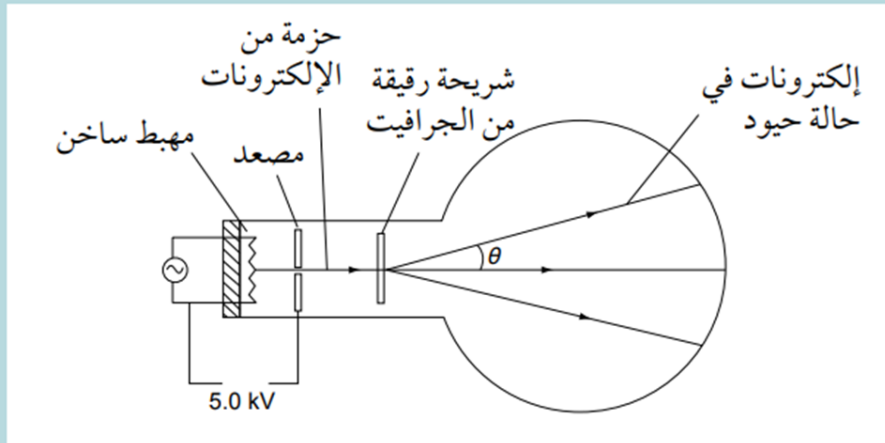
$$kE = hf - \phi \quad \text{الميل} = \text{ثابت بلانك}$$

$$h = \frac{(1.0 \times 1.6 \times 10^{-19}) - 0}{8 \times 10^{14} - 5.6 \times 10^{14}} = 6.67 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

أ. محمد الشكيلي

أ. ما المقصود بطول موجة دي بروي للإلكترون؟

ب. بيّن الشكل ٨-١٩ الأجزاء الأساسية لأنبوب الإلكترونات المستخدم لتوضيح حيود الإلكترون.



الشكل ٨-١٩

١. احسب طاقة الحركة (K.E) (بالجول) للإلكترونات الساقطة على شريحة رقيقة من الجرافيت.

٢. بيّن أن كمية تحرك الإلكترون تساوي $\sqrt{2K.E.m_e}$ ، حيث (m_e) هي كتلة الإلكترون، ثم احسب كمية

تحرك الإلكترون. ($m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

٣. احسب طول موجة دي بروي للإلكترونات.

ج. اشرح كيف يمكن مقارنة الأطوال الموجية للنيوترونات والإلكترونات التي تتحرك بالطاقة نفسها.

١٤-أ) . تُظهر الإلكترونات ثنائية (ازدواجية) الموجة والجسيم، طول موجة دي بروي هو الطول الموجي للإلكترون (له طاقة محددة) ، أو هو طول الموجة المصاحب للإلكترون متحرك، ويعطى بالعلاقة

$$kE = 5000eV \times 1.6 \times 10^{-19} = 8.0 \times 10^{-16} J \quad (١٤-ب)$$

$$kE = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2kE}{m_e}} \quad p = m_e v = m_e \sqrt{\frac{2kE}{m_e}} = \sqrt{\frac{2kEm_e^2}{m_e}} = 2kEm_e \quad (١٤-ب٢)$$

$$p = \sqrt{2kEm_e} = \sqrt{2 \times 8.0 \times 10^{-16} \times 9.11 \times 10^{-31}} = 3.8 \times 10^{-23} N s$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{3.8 \times 10^{-23}} = 1.7 \times 10^{-11} m \quad (١٤-ب٣)$$

١٤-ج) كتلة النيوترونات أكبر من كتلة الإلكترونات، لذلك يكون لها كمية تحرك أكبر للطاقة نفسها، وبالتالي يكون لها طول موجة أقصر.

أ. هلال التكميلي

أ. وضح أهمية ثابت بلانك (h) في وصف سلوك كل من الإشعاع الكهرومغناطيسي والإلكترونات.

ب. لوح فلزي أبعاده ($5.0 \text{ cm} \times 5.0 \text{ cm}$) يسقط عليه عمودياً ضوء طول موجته (550 nm) وشدته (800 W m^{-2})، ويُمتص كل الضوء الساقط بواسطة اللوح الفلزي.

١. اشرح كيف يؤثر الضوء بقوة على اللوح الذي يصطدم به.

٢. احسب كمية تحرك فوتون الضوء.

٣. احسب القوة المؤثرة على اللوح بسبب الضوء.

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 $h = \lambda p$ (p كمية التحرك و λ طول موجة دي بروي).

١٥- ب) ١- لفوتون الضوء المرئي كمية تحرك، فهناك تغير في كمية التحرك عندما يصطدم الفوتون باللوح. ووفقاً للقانون الثاني لنيوتن، فإن معدل التغير في كمية التحرك لتلك الفوتونات يكون مساوياً للقوة المؤثرة على اللوح.

أ. علل التكميلي

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{550 \times 10^{-9}} = 1.2 \times 10^{-27} \text{ N s} \quad \text{١٥- ب) ٢-}$$

١٥- ب) ٣- لمعرفة عدد الفوتونات المؤثرة على اللوح نحسب أولاً الطاقة الكلية المؤثرة على اللوح من القدرة المعطاه ثم نحسب طاقة الفوتون الواحد $800 \times 0.05 \times 0.05 = 2 \text{ J}$ الطاقة الكلية

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{550 \times 10^{-9}} = 3.6 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{للفوتون الواحد}$$

$$\text{عدد الفوتونات في الثانية} = \frac{\text{الطاقة الكلية في الثانية الواحدة}}{\text{طاقة الفوتون الواحد}} = \frac{2}{3.6 \times 10^{-19}} = 5.6 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

$$F = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{1.2 \times 10^{-27}}{1} = 1.2 \times 10^{-27} \text{ N} \quad \text{القوة المؤثرة على اللوح لفوتون واحد}$$

القوة المؤثرة على اللوح لجميع الفوتونات

أ. علل التكميلي

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