أمثله محلوله

أولاً: من تعريف الإلكترون فولت

(1 coulomb) (1 volt) = 1 Joule

والشحنة الأولية للبروتون تساوي

والشحنة الأولية للبروتون تساوي $1.6\times10^{-19}\,C$ عندئذ

(J ترمز للجول)

$$1eV=(1.6\times10^{-19}C)(1V)$$
$$=1.6\times10^{-19}J$$

مثال2: دالة الشغل للصوديوم تساوي en 1.82، احسب عتبة التـــردد $\nu_\circ$ للصوديوم؟

الحل: أولاً: يلزم تحويل ϕ من eV إلى جول:

$$\varphi=1.82\,eV$$
$$=(1.82eV)(1.6\times10^{-19}\,\frac{J}{eV})$$
$$=2.92\times10^{-19}\,J$$

ومن معادلة (1-6) $[h\nu_\circ=\varphi]$ يمكننا حساب $\nu_\circ$

$$\nu_\circ=\frac{\varphi}{h}=\frac{(2.92\times10^{-19}\,J)}{(6.63\times10^{-34}\,J.S)}$$
$$=4.40\times10^{14}\,\frac{1}{5}=4.40\times10^{14}\,H_z$$

حيث Hz ترمز للهرتز وهو $1/_{sec}$

مثال3:

أشعة فوق بنفسجية طولها الموجي Å 3500 تسقط على سطح بوتاسيوم.

أقصى طاقة للإلكترونات الضوئية تساوي 1.6 eV.

احسب دالة الشغل للبوتاسيوم؟

الحل:

من معادلة (1-5)

$$K.E = h\nu - \phi$$

$$\therefore \varphi = h\nu - k.E$$

نحسب أولاً قيمة $h\nu$

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63\times10^{-34}\ J.s)\ (3\times10^{8}\ m/s)}{(3500\times10^{-10}\ m)}$$

ولتحويل هذه القيمة من الجول للإلكترون فولت

$$\therefore \varphi = 3.eV - 1.6\,eV = 1.95\,eV$$

مثال: عند تعرض سطح مادة الليثيوم للإشعاع، فإن الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة $2.935\times10^{-19}\ J$ وذلك إذا كانت $\lambda = 300.0nm$.

إما إذا كانت = λ فإن الطاقة الحركية تساوي $1.28\times10^{-19}\ J$

احسب (a) ثابت بلانك؟

(b) عتبة التردد؟

(c) الشغل؟

الحل: من معادلة (1-5) في حالة الطول الموجي الأول والطول الموجي الثاني نتحصل على $(K.E)_1 - (K.E)_2 = h(\nu_1 - \nu_2) = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)$

بالتعويض: $2.935\times10^{-19}\ J - 1.280\times10^{-19}\ J = h\,(3\times10^{8}\ m/s)\left[\frac{1}{3\times10^{-9}\ m} - \frac{1}{400\times10^{-9}\ m}\right]$

$$\therefore h\frac{1.655\times10^{-19}\ J}{2.498\times10^{14}\ s^{-1}} = 6.625\times10^{-34}\ J.S$$

(b) لحساب عتبة التردد، نأخذ الطول الموجي (مثلاً) $\lambda = 300nm$

$$\therefore\ = h\nu - h\nu_{\circ}$$

$$\therefore\ 2.935\times10^{-19}\ J = \frac{hc}{300\times10^{-9}\ m} - h\nu_{\circ}$$

وبالتعويض عن قيم h، c نجد أن قيمة $\nu_{\circ}$

$$\nu_{\circ} = 5.564\times10^{14}\ Hz$$

(٢) دالة الشغل تحسب مباشرة من العلاقة $\phi = h\nu_{\circ}$

$$= 3.687\times10^{-19}\ J$$

$$= \frac{3.687\times10^{-19}\ J}{1.6\pm\times10^{-19}\ \frac{J}{eV}} = 2.30/eV$$

مثال 5:

احسب الطول الموجي لكرة كتلتها 0.14 kg وسرعتها 40 m/s وقارن هذا الطول الموجي مع طول موجة إلكترون سرعته 1.00% من سرعة الضوء؟

الحل:

نوجد أولاً كمية الحركة للكرة

$$p = m\upsilon = (0.14\,\mathrm{kg})(40\,\mathrm{m/s})$$
$$= 5.6\,\mathrm{kg.m.s^{-1}}$$

الطول الموجي λ حسب معادلة ديبرولي

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63\times10^{-34}\,\mathrm{J.s}}{5.6\,\mathrm{kg\,ms^{-1}}} = 1.2\times10^{-34}\,\mathrm{m} \qquad !!!$$

لاحظ أن هذا الطول الموجي متناهي في الصغر

نوجد الآن كمية حركة الإلكترون

$$p = m_e v = (9.1\times10^{-31}\,\mathrm{kg})(2.998\times10^{6}\,\mathrm{ms^{-1}})$$

(لاحظ أن السرعة v للإلكترون هي 1% من سرعة الضوء كما هو معطى في السؤال).

$$\therefore p = 2.73\times10^{-24}\,\mathrm{kg.m.s^{-1}}$$

طول موجة ديبرولي للإلكترون.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63\times10^{-34}\,\mathrm{J.s}}{2.73\times10^{-24}\,\mathrm{kg.m.s^{-1}}} = 2.43\times10^{-10}\,\mathrm{m}$$
$$= 243\,\mathrm{pm}$$

(حيث pm يساوي 10^{-12} m).. وهذه القيمة 243 مقارنة للأبعاد الذرية..

من خلال هذه القيم، يتضح لنا أن طول موجة ديبرولي للإلكترون مقاربة لطول موجة الأشعة السينية. وهذا يعني أن الإلكترون سيسلك كما لو كان أشعة سينية!!.

أما بالنسبة للكرة فإن طول موجة ديبرولي لها قصير جداً مقارنة بالأبعاد الذرية...

Q1) إذا علمت أن كثافة الإشعاع تعطى بالمعادلة $u(\nu,T)=\frac{8\pi h}{c^3}\frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT}-1}$

(a) احسب كثافة الطاقة في مدى طول موجي $\Delta\lambda$، أي $u(\lambda\ ,T)d\lambda$؟

(b) استخدم النتيجة في جزء (a) لإيجاد قيمة $\lambda=\lambda_{max}$ والتي عندها تكون كثافة الإشعاع أقصى ما يمكن؟

(c) وضح أن λ_{max} يمكننا كتابتها على الصيغة $\lambda_{max}=\frac{b}{T}$، واحسب قيمة b في حالة سطح الشمس علماً بأن درجة حرارة سطح الشمس تساوي 5620k؟

(تنبيه: حل المعادلة $s-x = se^{-x}$ بالرسم البياني).

(d) ينبعث من أشد النجوم حرارة (نجم الشِّعري Sirius) طيف إشعاع الجسم الأسود والذي له λ_{max} =260nm . احسب درجة حرارة سطح هذا النجم؟

(e) إذا علمت أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض 288 k. احسب الطول الموجي لأقصى كثافة إشعاع للجسم الأسود للأرض. حدد لأي جزئ من الطيف يقابل هذا الطول الموجي؟

Q2) أقصى طاقة حركية لإلكترونات منبعثة من سطح ألومنيوم تساوي 2.3 eV وذلك عند تعرض هذا السطح لأشعة ذات طول موجي 2000Å. أما عند تعرض السطح لأشعة طولها الموجي 2580 Å فإن الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة تساوي 0.9 eV. احسب قيمة ثابت بلانك ودالة الشغل للألمونيوم؟

Q3) احسب (a) الطول الموجي والطاقة الحركية لإلكترون مُعَجَّل تحت تأثير فرق جهد V 100 و (b) طاقة الحركة الإلكترون له طول موجي دبيرولي 200 pm (حيث $1\ pm = 10^{-12}\ m$)؟

Q4) أشعة X استطارت بإلكترون ساكن. احسب طاقة أشعة X الساقطة إذا علمت أن طول موجة الأشعة المستطارة عند زاوية 60° تساوي 0.035Å؟

Q5) المسافة بين مستويين متجاورين من المستويات البلورية يراد قياسها باستخدام أشعة X طولها الموجي 0.5 Å والتي تم قياسها عند زاوية 5°. احسب قيمة المسافة بين هذين المستويين؟ عند أي زاوية يمكننا قياس القيمة الثانية؟

إجابات الأسئلة: الإجابة الأخيرة من كل سؤال:

Q1) (a) $u(\lambda,T)=\frac{8\pi hc}{\lambda^5}(e^{hc/\lambda kT}-1)^{-1}$

(b) نظري $\lambda_{max}=b/T$ المطلوب إثبات القانون

(c) $\lambda_{max}=5160\,\mathring{A}$

(d) $T=1.12\times10^{4}\,k$

(e) $\lambda=1.01\times10^{-5}\,m$

(Q2) $W=3.92\ eV$

(Q3) $K.E=6.02\times10^{[illegible]}\ J$

(Q4) $E=5.4\times10^{[illegible]}\ eV$

(Q5) $\theta=10^{\circ}$