الفصل السادس عشر
Chapter Sixteen

الفيزياء الحديثة
Modern Physics

المسألة (16.1) ***Problem***

يصدر المصدر الضوئي للصوديوم *Sodium Vapor Lamp* موجات ضوئية فعالة بطول $(\lambda = 589\ nm)$، أوجد طاقة الفوتونات الموافقة للموجة الضوئية للصوديوم مقاسة بالإلكترون فولت.

الحل ***Solution***

$$E = hf = h\left(\frac{c}{\lambda}\right)$$

$$= (4.14 \times 10^{-5}\ eV.s)\frac{(3 \times 10^{8}\ m/s)}{(589 \times 10^{-9}\ m)}$$

$$= 2.11\ eV$$

المسألة (16.2) ***Problem***

خلال عملية التحلل الإشعاعي *Radioactive Decay* لنواة عنصر مشع، تنبعث منها أشعة غاما *Gamma Ray* تحمل فوتوناتها طاقة مقدارها *1.35 MeV*.

أوجد : 1- الطول الموجي الموافق لهذه الفوتونات.

2- العزم *Momentum* الذي تمتلكه هذه الفوتونات.

الحل ***Solution***

-1

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{hc}{hf} = \frac{hc}{E}$$

$$= \frac{(4.14 \times 10^{-15}\ eV.s)(3.0 \times 10^{8}\ m/s)}{(1.35 \times 10^{6}\ eV)}$$

$$= 9.20 \times 10^{-13}\ m = 920\ fm$$

-2

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

$$E = (1.35\,MeV) = 1.35 \times 10^6\,eV$$

$$= \frac{(1.35 \times 10^6\,eV)}{1.0\,eV} \times (1.6 \times 10^{-19}\,J)$$

$$= 2.16 \times 10^{-13}\,J$$

$$p = \frac{(2.16 \times 10^{-13}\,J)}{(3 \times 10^8\,m/s)}$$

$$= 7.2 \times 10^{-22}\left(\frac{kg.m}{s}\right)$$

المسألة (16.3) *Problem*

يبعد لوح معدني مصنوع من البوتاسيوم مسافة $(r = 3.5\,m)$ عن مصدر ضوئي تبلغ قوته $(p = 1.5\,W)$ كم من الوقت يحتاج اللوح المعدني لامتلاك مقدار من الطاقة $(1.8\,eV)$ وذلك كي تنبعث منه الإلكترونات الضوئية ؟ وذلك بافتراض أن الإلكترون يحصل على طاقته من خلال استقبال المساحة الدائرية من اللوح ذي نصف القطر $(5.3 \times 10^{-11}\,m)$.

***Solution* الحل**

المساحة الدائرية المستقبلة للإشعاع الضوئي هي :

$$\pi r^2 = 3.14(5.3 \times 10^{-11}\,m)^2 = 8.8 \times 10^{-21}\,m^2$$

أما شدة الإشعاع الضوئي فهي :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{1.5\,W}{(4\pi)(3.5\,m)^2}$$

$$= 9.7 \times 10^{-3}\,W/m^2$$

أما نسبة تقاطع الطاقة مع المساحة المحددة على سطح الصفيحة فهي :

$$R = IA = (9.7\times10^{-3} W/m^2)(8.8\times10^{-21} m^2)$$

$$= 8.5\times10^{-23} W$$

أما الوقت المطلوب فهو :

$$t = \left(\frac{1.8\, eV}{8.5\times10^{-23} J.s}\right)\left(\frac{1.6\times10^{-19} J}{1.0\, eV}\right)\left(\frac{1\min}{60\, s}\right)$$

$$= 56 \min$$

المسألة (16.4) *Problem*

في المسألة السابقة (16.3) افرض أن الطول الموجي الضوئي يساوي ($589\ nm$)، إذا كانت المساحة المتأثرة بالإشعاع الضوئي ($1.0\ cm^2$) أوجد نسبة عدد الفوتونات التي تصطدم مع الصفيحة المعدنية.

الحل *Solution*

من المسألة السابقة :

$$I = (9.7\times10^{-3} W/m^2)\left(\frac{1.0\, eV}{1.6\times10^{-19} J}\right)$$

$$= 6.1\times10^{16}\, eV/m^2.s$$

أما طاقة الفوتون الواحد في هذه الحالة فهي :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = 2.11\, eV$$

وعلى ذلك نجد أن نسبة الفوتونات التي تصطدم بالصفيحة المعدنية هي :

$$R = (6.1\times10^{16}\, eV/m^2.s)\left(\frac{1.0\ Photon}{2.11\, eV}\right)(10^{-4} m^2)$$

$$= 2.9\times10^{12}\ Photons/s$$

المسألة (16.5) Problem

تتشتت أشعة إكس *X-Rays* من الكاربون بطول $(\lambda = 22\ pm)$ حيث تبلغ طاقة الفوتون $(56\ keV)$، وذلك بزاوية قدرها $(\phi = 85^o)$، بالنسبة للشعاع الساقط.

أوجد : 1- انحراف كومبتون $\Delta\lambda$.

2- كم ستفقد الفوتونات المستخدمة من طاقتها لقصف الهدف في هذه العملية ؟

الحل Solution

-1
$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi)$$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ J.s)(1 - \cos 85^o)}{(9.11 \times 10^{-31}\ kg)(3.0 \times 10^8\ m/s)}$$

$$= 2.21 \times 10^{-12}\ m = 2.21\ pm$$

ويمكن استخدام الطول الموجي لكومبتون والبالغ $(2.43 \times 10^{-12}\ m)$ لإيجاد انحراف كومبتون :

$$\Delta\lambda = (2.43 \times 10^{-12}\ m)(1 - 0.037) = 2.21\ pm$$

وهي ذات النتيجة في الخطوة الأولى.

2- الجزء المفقود من الطاقة هو عبارة عن :

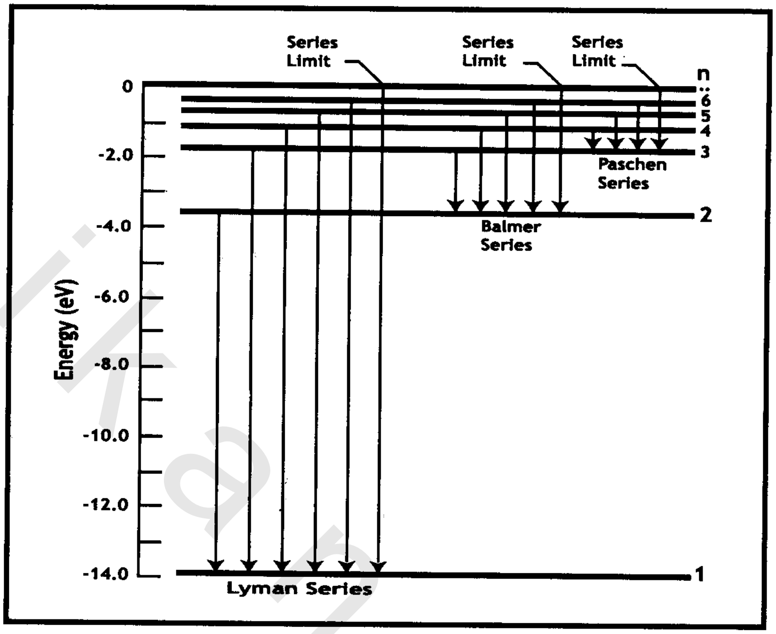
$$frac = \frac{E - E'}{E} = \frac{hf - hf'}{hf} = \frac{(c/\lambda) - (c/\lambda')}{(c/\lambda)}$$

$$= \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda'} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda'} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda + \Delta\lambda}$$

$$= \frac{2.21\ pm}{22\ pm + 2.21\ pm} = 0.091 = 9.1\%$$

Problem (16.6) المسألة

انظر الشكل (16.1)، ثم أوجد أقل مستوى لطاقة الفوتون في سلسلة بالمر *Balmer Series*.



شكل (16.1)، المسألة (16.6)

Solution الحل

إن أقل قفزة بين مستوى وآخر في سلسلة بالمر تحدث بين العددين الكميين $(l = 2)$ ، $(u = 3)$ إذن :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{u^2}\right)$$

$$= 0.01097\ nm^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= 1.524 \times 10^{-3}\ nm^{-1}$$

$$\lambda = 656.3\ nm$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(4.14 \times 10^{-15}\, eV.s)(3 \times 10^{8}\, ms)}{656.3 \times 10^{-9}\, m}$$

$$= 1.89\, eV$$

Problem (16.7) المسألة

أوجد الطول الموجي عند نهاية **سلسلة**،بالمر، انظر الشكل (16.1) في المسألة السابقة (16.6).

Solution الحل

$$l = 2$$

$$u \to \infty$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{u^2}\right)$$

$$= (0.01097\, nm^{-1})\left(\frac{1}{2^2}\right)$$

$$= 2.743 \times 10^{-3}\, nm^{-1}$$

$$\lambda = 364.6\, nm$$

Problem (16.8) المسألة

تعتبر المعادلة $(E = hf)$ هي معادلة طاقة الفوتون *Energy of Photon*، بيّن أن طاقة الفوتون مقاسة بالإلكترون فولت (eV) بالنسبة للطول الموجي (λ) مقاساً بالنانومتر (nm) يمكن التعبير عنها بالصيغة الآتية :

$$E = \frac{1240\, (eV.nm)}{\lambda\, (nm)}$$

Solution **الحل**

نحن نعلم بأن طاقة الفوتون يمكننا التعبير عنها بالمعادلة الرياضية :

$$E = hf$$

حيث إن ثابت بلانك : $h = 6.63 \times 10^{-34}\, J.s$

بينما تمثل (f) تردد الموجة الذي يرتبط بطولها الموجي (λ) بالمعادلة الرياضية :

$$\lambda\, f = c$$

حيث إن سرعة الضوء : $c = 3.0 \times 10^{8}\, m/s$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\, J.s)(3.0 \times 10^{8}\, m/s)}{\lambda}$$

$$= \frac{1.989 \times 10^{-25}\, J.m}{\lambda}$$

ولكننا نعلم بأن : $1.0\, J = 6.25 \times 10^{18}\, eV$

$$1.0\, m = 1 \times 10^{9}\, nm$$

$$E = \frac{(1.989 \times 10^{-25})(6.25 \times 10^{18}\, eV)(1.0 \times 10^{9}\, nm)}{\lambda}$$

$$= \frac{1240\, (eV.nm)}{\lambda\, (nm)}$$

Problem (16.9) المسألة

إذا كان الضوء ذو اللون البرتقالي *Orange-Color* الصادر من مصادر إنارة الطرقات السريعة، يصدر بطول موجي $(\lambda = 589\, nm)$، أوجد طاقة الفوتون الواحد الصادر من هذا المصدر.

الحل Solution

الطول الموجي للون البرتقالي: $\lambda = 589\ nm$

المطلوب إيجاد طاقة الفوتون الواحد.

بالرجوع إلى المسألة (16.8) نجد أننا قد توصلنا إلى إمكانية التعبير عن طاقة الفوتون بالصيغة الرياضية :

$$E = \frac{1240\ eV.nm}{\lambda\ (nm)}$$

حيث تقاس الطاقة بوحدة (eV)، بينما يقاس الطول الموجي بوحدة (nm).

$$E = \frac{1240\ (eV.nm)}{589\ (nm)}$$

$$= 2.11\ eV$$

المسألة (16.10) Problem

إذا كان الطول الموجي لأشعة إكس $(X\text{-}Ray)$ $(\lambda = 35.0\ pm)$.

أوجد : 1- طاقة الفوتونات (E).

2- تردد الأشعة (f).

3- عزم الأشعة (P).

الحل Solution

الطول الموجي لأشعة – X – هو :

$$\lambda = 35.0\ pm = 35.0 \times 10^{-3}\ nm$$

1- من نتيجة المسألة (16.8) نجد أيضاً أنّ طاقة الفوتون عبارة عن :

$$E = \frac{1240\ (eV.nm)}{\lambda(nm)}$$

$$= \frac{1240\ eV.nm}{35.0 \times 10^{-3}\ nm} = 3.54 \times 10^{4}\ eV = 35.4\ keV$$

2- تردد هذه الأشعة يمكننا إيجاده من المعادلة المعروفة :

$$\lambda f = c$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{(3.0 \times 10^{8} m/s)}{(35.0 \times 10^{-12} m)}$$

$$= 8.57 \times 10^{18}\ Hz$$

3- من المعادلة التي تربط بين العزم (p) وكلٍ من ثابت بلانك (h) والطول الموجي (λ) نجد أنّ :

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34} J.s)}{(3.5 \times 10^{-11} m)} = 1.89 \times 10^{-23} kg.m/s$$

المسألة (16.11) *Problem*

في الظروف النموذجية تستطيع عين الإنسان أن ترى الأحداث التي حولها بطول موجي $(\lambda = 550\ nm)$، إذا كانت الفوتونات الساقطة على العين بنسبة (100) فوتون لكل ثانية، أوجد القدرة الموافقة لذلك.

الحل *Solution*

الطول الموجي : $\lambda = 550\ nm$

عدد الفوتونات : $100/s$

القدرة الموافقة لذلك ؟

إنّ طاقة الفوتون هي :

$$E = \frac{1240\ (eV.nm)}{\lambda (nm)}$$

$$= \frac{1240\ (eV.nm)}{550 (nm)} = 2.25\ eV$$

ومعلوم لدينا من ناحية أخرى بأن العلاقة بين الطاقة والقدرة هي :

$$p=\frac{E}{t}=(2.25\,eV)(1.6\times10^{-19}\,J)\frac{100}{1.0\,s}$$

$$=3.6\times10^{-17}\,W$$

المسألة (16.12) Problem

تصدر الفوتونات الكهروضوئية من مادة معينة بدالة شغل *Work-Function* مقداره $(2.3\ eV)$، وبتردد قدره $(3\times10^{15}\,Hz)$.

أوجد أقصى قيمة للطاقة الحركية لهذه الفوتونات.

الحل Solution

دالة الشغل لهذه المادة : $(\Phi=2.3\,eV)$

تردد الفوتونات : $(f=3\times10^{15}\,Hz)$

أقصى قيمة للطاقة الحركية للفوتون : $K_m=?$

نحن نعلم بأنّ العلاقة الرياضية بين طاقة الفوتون ودالة الشغل والطاقة القصوى هي :

$$K_m=h\,f-\Phi$$

حيث (h) هو ثابت بلانك، ومقداره :

$$h=4.14\times10^{-15}\,eV.s$$

$$K_m=(4.14\times10^{-15}\,eV.s)(3.0\times10^{15}\,Hz)-2.3\,eV$$

$$=10\,eV$$

المسألة (16.13) Problem

أوجد السرعة القصوى للفوتونات الإلكترونية *Photoelectrons* التي تشع من مادة التنغستين *Tungsten* عندما يسقط عليه إشعاع ضوئي تبلغ طاقة فوتوناته $(5.80\,eV)$، إذا علمت أن دالة الشغل للتنغستين تساوي $(4.5\,eV)$.

الحل Solution

طاقة الفوتونات الساقطة : $(5.8\,eV)$

دالة الشغل للتنغستين : $(\Phi = 4.5\,eV)$

المطلوب إيجاد السرعة القصوى للفوتونات الإلكترونية : $v = ?$

نحدد أولاً الطاقة الحركية للفوتون :

$$K_m = h\,f - \Phi = (5.8\,eV) - (4.5\,eV)$$

$$= 1.3\,eV$$

$$K_m = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \left(\frac{2\,K_m}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

وعندما تسير الفوتونات الإلكترونية بسرعة الضوء عند انطلاقها نجد أنّ :

$$v = \left(\frac{2\,K_m (c^2)}{mc^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{2(1.3\,eV)(3\times 10^8\,m/s)^2}{0.511\times 10^6\,eV}\right]^{\frac{1}{2}} = 6.76\times 10^5\,m/s$$

المسألة (16.14) Problem

إذا كانت دالة الشغل لمعدن هي $(1.8\ eV)$، أوجد جهد الإيقاف *Stopping Potential* لضوء يبلغ طوله الموجي $(\lambda = 400\,nm)$، ثم أوجد أقصى سرعة للفوتونات الإلكترونية الصادرة في هذه الحالة.

الحل Solution

دالة الشغل تساوي : $(\Phi = 1.8\,eV)$

الطول الموجي للضوء : $(\lambda = 400\,nm)$

المطلوب إيجاد جهد الإيقاف (V_0) وكذلك سرعة الفوتونات الإلكترونية ؟

إن الطاقة الحركية التي يمتلكها الفوتون هي :

$$K_m = h\,f - \Phi$$

وهي تساوي من ناحية أخرى :

$$K_m = eV_0$$

$$eV_0 = h\,f - \Phi$$

$$V_0 = \frac{h\,f - \Phi}{e}$$

$$e = h\,f = \frac{1240\,(eV.nm)}{(\lambda\,nm)}$$

$$= \frac{1240\,(eV.nm)}{(400\,nm)}$$

$$= 3.1\,eV$$

$$V_0 = \frac{3.1\,eV - 1.8\,eV}{1.6\times 10^{-19}\,c} = 8.125\times 10^{18}\,\frac{eV}{c}$$

$$1.0\,eV = 1.6\times 10^{-19}\,J$$

$$V_0 = \frac{(8.125\times 10^{18})(1.6\times 10^{-19}\,J)}{c}$$

$$= 1.3\,Volt$$

أما أقصى سرعة للفوتونات الإلكترونية فهي وكما ورد في السؤال (16.12) نجد أنَّ :

$$eV_0 = \frac{1}{2}mv^2 = E - \Phi$$

$$v^2 = \frac{2\,eV_0}{m}$$

بضرب البسط والمقام بمربع سرعة الضوء (c^2) نجد أنّ :

$$v=\left(\frac{2\,eV_0\,c^2}{m\,c^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

والمقدار :

$$mc^2=0.511\times 10^6\ eV$$

$$v=\left[\frac{2(1.6\times 10^{-19}\,c)(1.3\,V)(3\times 10^8)^2}{0.511\times 10^6\,(1.6\times 10^{-19}\,J)}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$=6.8\times 10^5\,m/s$$

المسألة (16.15) *Problem*

تبلغ قيمة جهد الإيقاف للفوتونات الإلكترونية *Photoelectrons* الصادرة من سطح معدني مضاء بضوء طوله الموجي ($\lambda_1=491\,nm$) ، ($0.710\,V$) ، عندما تتغير الموجة الساقطة إلى طول موجي جديد (λ_2) يصبح جهد الإيقاف ($1.43\,V$).

1- أوجد مقدار الطول الموجي الجديد (λ_2).

2- أوجد دالة الشغل للسطح المعدني.

الحل *Solution*

جهد الإيقاف : ($V_0=0.710\,V$)

الطول الموجي للضوء : ($\lambda_1=491\,nm$)

الطول الموجي الجديد : $\lambda_2=?$

1- الطول الموجي الجديد (λ_2) هو :

$$\frac{hc}{\lambda_1}=\Phi+K_{m1} \qquad \ldots(1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2}=\Phi+K_{m2} \qquad \ldots(2)$$

من المعادلة رقم (1) نجد أنَّ :

$$\Phi = \frac{hc}{\lambda_1} - K_{m1} \qquad . . . (3)$$

نعوض المعادلة (3) في المعادلة رقم (2) فنجد أنَّ :

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_1} - K_{m1} + K_{m2}$$

$$\lambda_2 = \frac{hc\,\lambda_1}{hc + \lambda_1(K_{m2} - K_{m1})}$$

$$= \frac{(1240\ eV.nm)(491\ nm)}{(1240\ eV.nm)(491\ nm)(1.43\ eV - 0.71\ eV)}$$

$$= 382\ nm$$

نلاحظ أننا عوضنا عن المقدار (hc) عددياً بما يساويه وهو :

$$hc = 1240\ eV.nm$$

2- أما دالة الشغل فيمكن إيجادها من المعادلة رقم (1) :

$$\Phi = \frac{hc}{\lambda_1} - K_{m1}$$

$$= \frac{(1240\ eV.nm)}{(491\ nm)} - 0.710\ eV$$

$$= 1.82\ eV$$

المسألة (16.16) *Problem*

يبلغ الطول الموجي لفوتونات أشعة إكس الساقطة على إلكترون بزاوية $(\phi = 180^o)$، $(\lambda = 0.01\ nm)$.

أوجد : 1- التغير الحاصل في الطول الموجي للفوتون $(\Delta\lambda)$.

2- التغير الحاصل في طاقة الفوتون.

3- الطاقة الحركية المضافة للإلكترون.

الحل Solution

الطول الموجي لأشعة (X) يساوي : $(\lambda = 0.01\,nm)$

زاوية سقوط الأشعة : $(\phi = 180^o)$

1- التغير الحاصل في الطول الموجي : $(\Delta\lambda) =$ ؟

$$\Delta\lambda = \left(\frac{h}{mc}\right)(1-\cos\phi)$$

$$= \frac{6.63\times10^{-34}\,J.s}{(9.1\times10^{-31}\,kg)(3\times10^{8}\,m/s)}(1-(-1))$$

$$= 4.85\times10^{-12}\,m$$

$$= 4.85\ pm = 4.85\times10^{-3}\,nm$$

-2

$$\Delta E = hc\left[\frac{1}{\lambda'}-\frac{1}{\lambda}\right]$$

$$= hc[\lambda'-\lambda]^{-1}$$

$$= (1240\,eV.s)\left[(0.01\,nm + 4.85\times10^{-3}\,nm)\right]^{-1} - [0.01\,nm]^{-1}$$

$$= -40\times10^{3}\,eV = -41\,keV$$

3- الطاقة الحركية المضافة للإلكترون :

$$\Delta K = -E = -(-40\times10^{3}\ keV)$$

$$= +40\times10^{3}\ keV$$

المسألة (16.17) Problem

أوجد أقصى قيمة لانحراف الطول الموجي الناتج عن تأثير كومبتون *Compton* *Collision* بين الفوتون والبروتون الحر.

Solution الحل

المطلوب تحديد ($\Delta\lambda_{\max}$) بين الفوتون والبروتون الحر.

من المعادلة الرياضية لتأثير كومبتون :

$$\Delta\lambda_{\max} = \left[\left(\frac{h}{m_p c}\right)(1-\cos\phi)\right]$$

نلاحظ هنا أننا استبدلنا كتلة الإلكترون بكتلة البروتون (m_p) وعليه فإن أقصى طول موجي يتحقق عندما تكون الزاوية ($\phi = 180^o$).

$$\Delta\lambda_{\max} = \frac{h}{m_p c}(2)$$

$$= \frac{2h}{m_p c}$$

$$= \frac{2(6.63\times10^{-34}\,J.s)}{(1.67\times10^{-27}\,kg)(3\times10^{8}\,m/s)}$$

$$= 2.647\times10^{-15}\,m$$

$$= 2.647\ fm$$

Problem (16.18) المسألة

تعتبر عين الإنسان أكثر إحساساً **للون الأصفر** المخضر *Yellowgreen* بطوله الموجي ($\lambda = 550\,nm$)، أوجد مقدار درجة حرارة الفجوة المشعة *Cavity Radiation* كي تصدر هذا الإشعاع الضوئي.

Solution الحل

الطول الموجي للون الأصفر : ($\lambda = 550\,nm$)

درجة حرارة الفجوة المشعة : $T = ?$

إنَّ العلاقة الرياضية بين درجة الحرارة والطول الموجي عندما يكون في حدوده القصوى، وهي :

$$\lambda_{\max} T = 2898\ \mu m.K$$

$$T = \frac{2898\ \mu m.K}{550 \times 10^{-3}\ \mu m}$$

$$= 5270\ K$$

وهكذا يمكننا معرفة درجات الحرارة لباقي الألوان، من خلال معرفتنا لأقصى طول موجي ($\lambda_{\max}$).

المسألة (16.19) *Problem*

إذا كانت الذرة تمتص فوتون بتردد ($6.2 \times 10^{14}\ Hz$)، أوجد مقدار الزيادة في طاقة الذرة.

الحل *Solution*

مقدار تردد الفوتون : ($\Delta f = 6.2 \times 10^{14}\ Hz$) وهو يمثل مقدار التغير في التردد.

المطلوب إيجاد مقدار الزيادة في طاقة الذرة.

نحن نعلم أنَّ العلاقة الرياضية التي تعبِّر لنا عن مقدار الزيادة في الطاقة، هي :

$$\Delta E = h\ \Delta f$$

$$\Delta E = h\ \Delta f$$

$$= (4.14 \times 10^{-15}\ eV)(6.2 \times 10^{14}\ Hz)$$

$$= 2.57\ eV$$

المسألة (16.20) *Problem*

إذا كانت الذرة التي تمتص فوتوناً بطول موجي ($\lambda_1 = 375\ nm$)، وفي ذات الوقت تشع فوتوناً آخر بطول موجي ($\lambda_2 = 580\ nm$)، أوجد حاصل الطاقة الصافي الذي امتصته الذرة.

الحل *Solution*

الطول الموجي للفوتون الذي يتم امتصاصه : ($\lambda_1 = 375\ nm$)

الطول الموجي للفوتون الذي تشعه الذرة : ($\lambda_2 = 580\ nm$)

مقدار الطاقة الصافي الذي امتصته الذرة ؟

$$\Delta E = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)$$

$$= 1240\ eV\left(\frac{1}{375\ nm} - \frac{1}{580\ nm}\right)$$

$$= 1.169\ eV$$

المسألة (16.21) *Problem*

تنتقل ذرة الهيدروجين من المستوى ($n = 3$) إلى المستوى ($n = 1$).

أوجد : 1- طاقة الفوتون المرافق لهذا الانتقال.

2- العزم، والطول الموجي لهذا الفوتون.

الحل *Solution*

تنتقل الذرة من : ($n = 3$) إلى ($n = 1$).

1- طاقة الفوتون المرافق للانتقال :

$$E = E_i - E_f = \frac{(-13.6\ eV)}{(3)^2} - \frac{(-13.6\ eV)}{(1)^2}$$

$$= 12.1\ eV$$

ذلك أننا نعلم بأن طاقة الإلكترون في ذرة الهيدروجين هي :

$$E = \frac{-13.6\ eV}{n^2}$$

2- عزم الإلكترون هو :

$$p = \frac{E}{c}$$

$$= \frac{(12.1\ eV)(1.6\times 10^{-19}\ eV/J)}{3.0\times 10^{8}\ m/s}$$

$$= 6.45\times 10^{-29}\ kg.m/s$$

أما الطول الموجي لهذا الفوتون فهو :

$$\lambda = \frac{1240\ (eV.nm)}{12.1\ (eV)}$$

$$= 102\ nm$$

المسألة (16.22) ***Problem***

يبلغ الطول الموجي لأحد خطوط الطيف لأشعة إكس الصادرة من الذهب $(\lambda = 18.5\ pm)$، وتبلغ طاقة الفوتونات المرافقة لعملية انتقال ذرة الذهب بين مستويين ثابتين للطاقة، العلوي يساوي $(-13.7\ eV)$.

أوجد طاقة المستوى السفلي في عملية الانتقال.

الحل ***Solution***

الطول الموجي : $(\lambda = 18.5\ pm)$

طاقة الفوتونات : $E_i = -13.7\ eV$

المطلوب : E_f

نحن نعلم بأن فرق الطاقة (ΔE) هو عبارة عن : $\Delta E = E_i - E_f = hf$

$$E_f = E_i - hf$$

$$= (-13.7\ eV) - \frac{hc}{\lambda}$$

$$= (-13.7\ eV) - \frac{1240\ (eV.nm)}{18.5 \times 10^{-3}\ (nm)}$$

$$= (-13.7\ eV) - (6.7 \times 10^{4}\ eV)$$

$$= -80.7 \times 10^{3}\ eV = -80.7 \times 10^{3}\ keV$$