

الذرة والترتيب الإلكتروني Atom and Electronic Configuration

في هذا الجزء سوف نتطرق الى طيف الانبعاث في ذرة الهيدروجين ومستويات الطاقة بالإضافة الى نظرية بور ثم ملخص نظرية شرودينجر لنرسم الأوربتالات الذرية وتدرج في الترتيب الإلكتروني ومن ثم مواصفات العناصر في الجدول الدوري.

الإشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic Radiation

الفيزياء الكلاسيكية استندت على مبدء ان المادة تتكون من دقائق ، الطاقة تنتقل بشكل موجات . توصف الموجة عموماً بر سرعة الموجة velocity ، طولها الموجي wavelength ، سعتها amplitude وتردد هذه الموجة على نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة frequency.

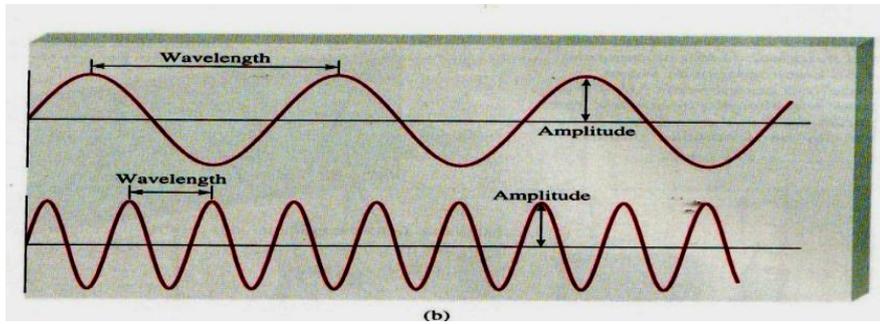
◆ يعرف الطول الموجي بأنه المسافة بين قمتين (موجتين متجاورتين) ويرمز له (λ)

Wavelength is the distance from the top (crest) of one wave to the top of the next wave.

ان وحدات قياس الطول الموجي هي المتر (m)، السنتمتر (cm)، الأنكستروم (Å) والنانومتر (nm)...

$$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m} = 1 \times 10^{-8} \text{ cm} ; 1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 1 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

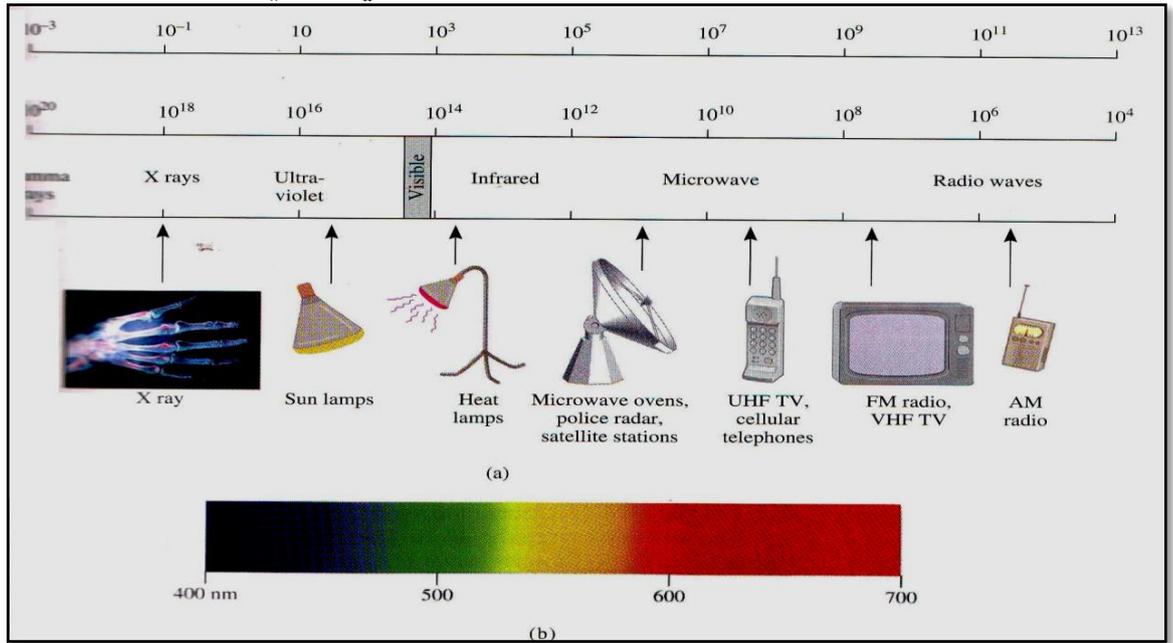
ويأخذ التردد الرمز (ν) ويرمز الى عدد القمم crests أو الأحواض troughs التي تمر خلال نقطة محددة في ثانية ويعبر عن التردد بوحدات الهيرتز ويعني (الدورة/الثانية) Hz (Hertz) [1/ Time]. أو مقلوب الزمن S^{-1} (Cycle / Second).



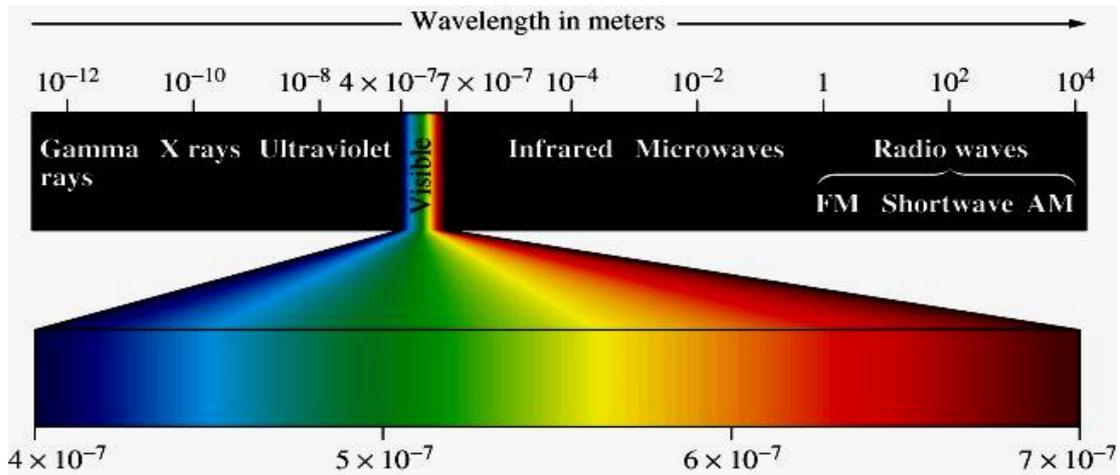
□ شكل رقم (٨) رسم يمثل شكل الموجة.

$$v \propto \frac{1}{\lambda} \rightarrow v = \frac{c}{\lambda}$$

وهكذا فالسرعة (c) للضوء تقدر بـ $(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})$ وهي تساوي $(c = \lambda v)$ لاحظ الشكل



شكل رقم (١٩ أ) مناطق الطيف.



شكل رقم (١٩ ب) موقع وحدود طيف المنطقة المرئية.

جدول رقم (١) الألوان المتصلة والمنبعثة

Observed color الضوء المنبعث	λ (nm)	Observed color الضوء المنبعث	λ (nm)
violet	400	Green-yellow	560
Blue	450	yellow	600
Blue-green	590	red	620
Yellow-green	570	violet	410
yellow	580	Dark blue	430
orange	600	blue	450
Red	650	green	520

وعموماً ظهور أي مادة بلون معين يعني أنها امتصت اللون المتمم للون الذي ظهرت به ، يبين الشكل التالي الألوان المتصلة والمنبعثة

في عام 1900 درس العالم ماكس بلانك Max Plank اشعاع الجسم الأسود وتوصل الى :

١- إن الطاقة ذات قيم محددة quantized.

٢- إن للضوء صفات دقائق (اسماها الفوتونات).

طاقة الفوتون تتناسب طردياً مع تردد الضوء وهذا ما يطلق عليه معادلة بلانك :

$$\text{or } E = \frac{hv}{\lambda} \quad (h = \text{Plank's constant} = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$

$$E = hv$$

مثال (١-٤) / احسب التردد للضوء الأخضر والذي طول له الموجي 5200 Å ؟

$$C = \lambda v ; v = \frac{C}{\lambda} \longrightarrow 5200 \text{ Å} = 5200 \text{ Å} \left(\frac{1 \times 10^{-10}}{1 \text{ Å}} \right) = 5.200 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ m/s}}{5.2 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$v = 5.77 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

مثال (١-٥) / احسب طاقة فوتونات الضوء الأخضر والذي طول له الموجي 5200 Å وما هي طاقة مول واحد من هذه الفوتونات؟

$$\text{الجواب/ بالإستفادة من ناتج الفرع الأول } v = 5.77 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}) \times (5.77 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) \text{ وهكذا } E = h v$$

$$E = 3.83 \times 10^{-19} \text{ J per photon}$$

For 1.00 mol of photons:

$$(6.022 \times 10^{23} \text{ photons})(3.83 \times 10^{-19} \text{ J per photon}) = 231 \text{ kJ/mol}$$

مثال (٦-١) / احسب سرعة الضوء والذي طولته الموجي وتردده 17.4 cm و 87.4 Hz

الجواب/

$$c = \lambda \nu = 17.4 \text{ cm} \times 87.4 \text{ s}^{-1} = 1.52 \times 10^3 \text{ cm/sec.}$$

مثال (٧-١) / ضوء برتقالي طولته الموجي 5890 Å ظهر في طيف انبعاث الصوديوم، ماهي طاقة فوتون واحد من هذا الضوء البرتقالي ؟

$$5890 \text{ Å} = 5890 \text{ Å} \left(\frac{1 \times 10^{-10}}{1 \text{ Å}} \right)$$

الجواب/

$$= 5.890 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J/s}) (3 \times 10^{10} \text{ m/s})}{5.890 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$E = 3.375 \times 10^{-19} \text{ J}$$

عندما تحصل الذرة على طاقة إضافية على شكل ضوء تحصل إثارة ، الرجوع الى حالة الاستقرار يصاحبه فقدان الطاقة على شكل ضوء ذو طول موجي معين وطبقاً للطاقت المتصبة نحصل على مجموعة خطوط انبعاث

الضوء المتحرر يعطي طيف انبعاث light given off = emission spectrum.

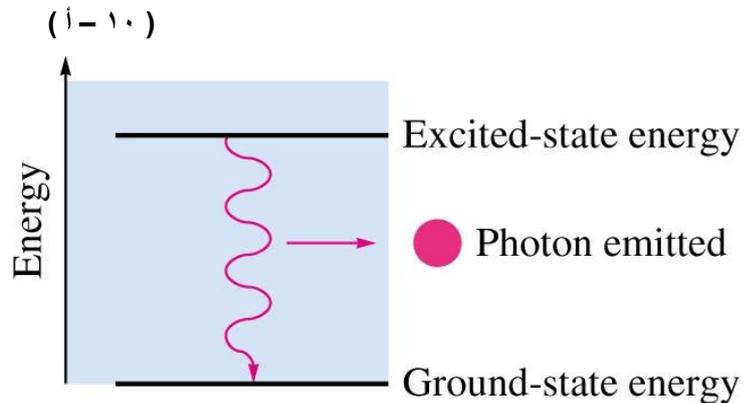
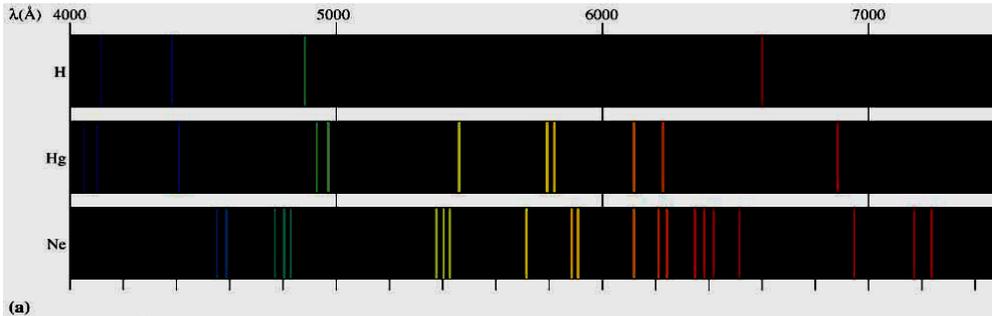
light energy gained = absorption spectrum. □

□ الضوء الممتص يعطي طيف امتصاص

كل عنصر يمتلك طيف انبعاث مميز يمكن ان يستخدم هذا الطيف لتشخيص العنصر

Every element has a unique spectrum which can use spectra to

identify elements:

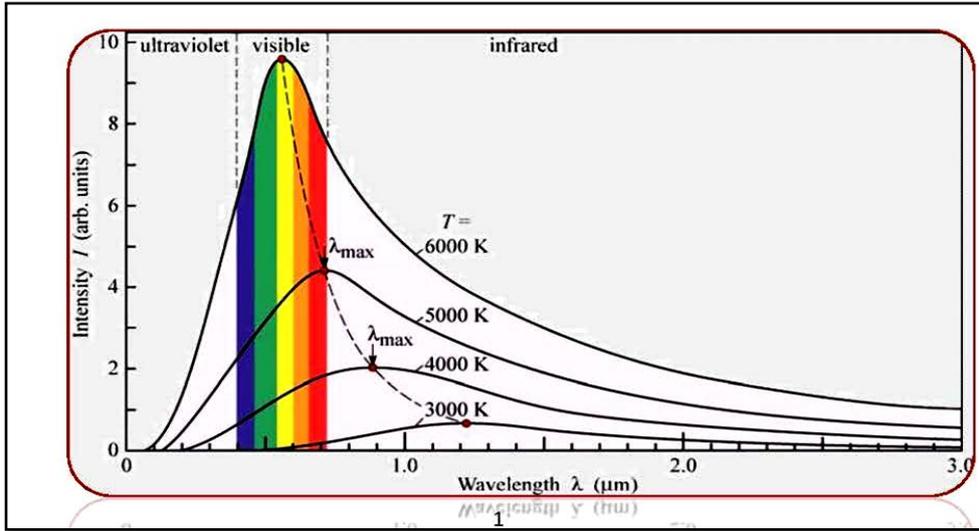


□ شكل رقم (١٠ أ) خطوط الانبعاث لطيف الهيدروجين والزنبق والصوديوم

□ (١١ ب) عملية الرجوع من الإثارة وحدوث طيف الانبعاث.

إشعاع الجسم الأسود Black body radiation

عندما يسخن جسم صلب الى حوالي 1000K، يبدأ هذا الجسم ببعث ضوء مرئي على شكل وهج احمر فاتح كما يحدث للفحم المتجمد. عند حوالي 1500K، يكون هذا الضوء اكثر لمعاناً ويصبح برتقالي كذلك الذي ينتج من ملف مسخنة التحميص. عند درجة حرارة حوالي 2000K، يزداد هذا الضوء لمعاناً ويصبح كالضوء الأبيض المتولد عند تسخين الحديد أو سلك مصباح الإضاءة. إن الظاهرة لتغير شدة الإضاءة والطول الموجي للضوء المنبعث عند تسخين جسم صلب تسمى لله اشعاع الجسم الأسود لأنه تشابه تقريباً الضوء الذي ينتج عند تسخين جسم اسود والذي يتميز بأنه يمتص جميع الأشعة الساقطة عليه. العالم فين Wien لاحظ ان الطاقة المنبعثة من جسم ساخن تظهر على شكل طيف مستمر يتغير طولها الموجي طبقاً للحرارة المسلطة.



شكل رقم (١١) علاقة الطول الموجي للضوء المنبعث بدرجة الحرارة في ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

$$E = h\nu \quad \nu = Nu \text{ (latinic symbol) = frequency}$$

$$E = nh\nu \quad n = 0, 1, 2, \dots \text{etc. where } h \text{ is Plank constant}$$

$$\lambda_4 > \lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$$

$$T_1 > T_2 > T_3 > T_4$$

في عام 1879 توصل العالم ستيفان Stefan الى العلاقة التالية:

$$E = e \sigma T^4 \quad (\sigma = \text{stefan's universal constant} = 5.69 \times 10^{-5} \text{ erg.cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1} \text{ deg}^{-4})$$

E= The average of total radiation of energy to surface unit
or e= the ability of surface to radiat energy.

$$\lambda = b/T$$

($b = 2.8977 \times 10^{-3} \text{ Km.}$) $K =$ كلفن

The Photoelectric Effect التأثير الكهروضوئي

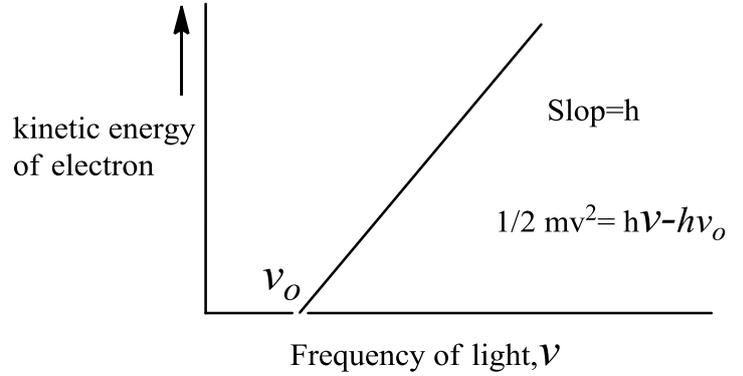
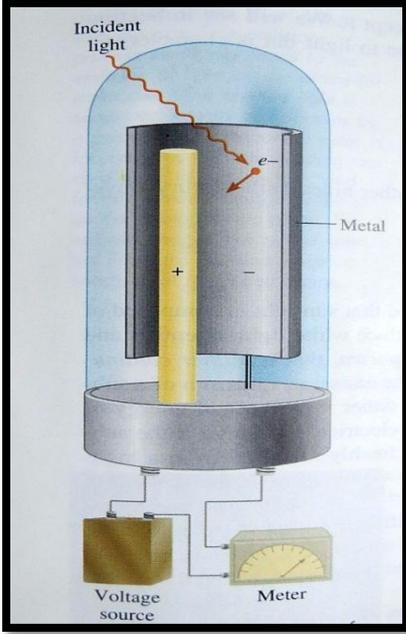
استخدم البرتي أينشتاين Albert Einstein في عام 1905 النظرية الكمية لبلاانك ليفسر ظاهرة أخرى في الفيزياء وهي ما يسمى بالتأثير الكهروضوئي والتي يمكن توضيحها باختصار) عند تعرض سطح عنصر معين الى ضوء ذو تردد مساوي الى قيمة خاصة بالعنصر يسمى بتردد العتبة (*threshold frequency*) فإن الألكترونات تنقلع من سطح ذلك العنصر عدد الألكترونات المنبعثة يتناسب مع شدة الضوء المسلط

١- عند تردد أقل من تردد العتبة (ν_0) لا ينقلع أي الكترون. مع عدم تأثير شدة الضوء على ذلك.

٢- فوق تردد العتبة فإن الطاقة الحركية للألكترونات تزداد بزيادة التردد للضوء المسلط علماً بأن الطاقة الحركية لاتعتمد على شدة الضوء.

٣- بعد تردد العتبة ، عدد الألكترونات المنبعثة يتناسب مع شدة الضوء المسلط.

٤- كل العناصر تعطي نفس التصرف ولكن لكل عنصر تردد عتبة خاصة به.



□ شكل رقم (١ - ١٢) □ منحنى تردد العتبة والطاقة الحركية للألكترون المنبعث في ظاهرة التأثير الكهروضوئي □ رسم توضيحي لظاهرة التأثير الكهروضوئي

قدم أينشتاين افتراض غير اعتيادي حيث إقترح بأن الشعاع الضوئي هو في الحقيقة سيل من الدقائق والذي يعرف الآن بالفوتونات (**photons**). إن كتلة الفوتونات والتي أعطيت من قبل أينشتاين هي:

$$E = mv^2$$

.....1

وبالرجوع الى نظرية بلاانك الكمية ، فان أينشتاين إقترح بأن لكل فوتون طاقة (E) تعطى بالمعادلة التالية:

$$E = h \nu$$

.....2

فإذا كانت الطاقة التي تربط الألكترون بسطح الفلز مساوية الى طاقة الفوتون المصطدم بسطح الفلز فإن ما يحدث هو فقط تحرك الكترون لإنقلاعه من سطح ذلك الفلز. إذا استخدم تردد للفوتونات أعلى من الأولى سوف تنقل الألكترونات من سطح الفلز وان الألكترون المنبعث سيمتلك طاقة حركية تتناسب مع مقدار التردد أو بتعبير آخر الطاقة الفائضة عن طاقة إرتباط الألكترون بسطح الفلز أو ما يعرف بـ (تردد العتبة). □ وبالإمكان التعبير عن ذلك بالمعادلة التالية:

$$E = W_0 + KE \quad KE = 1/2 mv^2 \quad \dots\dots 3$$

حيث تمثل W_0 دالة الشغل لإزالة الألكترون من سطح الفلز و v سرعة الحركة للألكترون المنقلع

W_0 =work function(energy required to remove electron from metal surface) ; v = velocity)

ويمكن كتابة المعادلة بالشكل التالي (حيث تمثل KE الطاقة الحركية و تمثل $BE(W_0)$ الطاقة الرابطة للألكترون بالفلز):

$$h\nu = KE + BE \quad (KE = \text{kinetic energy, } BE(W_0) = \text{binding energy})$$

وبدمج المعادلة 1 مع المعادلة 2 نحصل:

$$mv^2 = h\nu \quad m = h\nu/v^2 \quad \dots\dots 4$$

ولما كان الزخم للفوتون (p):

$$P = mv \quad m = p/v \quad (p = \text{The momentum of photon}) \quad \dots\dots 5$$

وبدمج المعادلة 4 مع المعادلة 5 نحصل:

$$h\nu/v^2 = p/v \quad h\nu = pv \quad h/p = v/\nu \quad \dots\dots 6$$

ولكن الطول الموجي هو نسبة السرعة الى التردد :

$$\lambda = v/\nu \quad \dots\dots 7$$

وهكذا فإن الطول الموجي يكون:

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \dots\dots 8$$

ولأن الألكترون يتحرك حول النواة بعدد صحيح من الموجات (n) أو ما يطلق عليه بالموجة الواقفة (standing wave) فإن:

$$2\pi r = n\lambda \quad \dots\dots 9$$

وبتعويض قيمة الطول الموجي من المعادلة 8 نحصل:

$$2\pi r = n \left(\frac{h}{p} \right) \quad \dots\dots 10$$

$$rp = n \left(\frac{h}{2\pi} \right) \quad (\text{angular momentum}) \quad \dots\dots 11$$

مثال (٨-١) / احسب الطول الموجي لدقيقة في الحالتين التاليتين:

- ١- ان سرعة كرة تنس تبلغ حوالي 140 ميل بالساعة أو مايعادل 62 متر/ثانية . وهذا يتناسب مع كرة مضرب كتلتها 6.0×10^{-2} كغم وتسير بتلك السرعة.
- ٢- الطول الموجي المتوافق مع الكترون يسير بسرعة 62 متر/ثانية.

الجواب:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} J.s}{6.0 \times 10^{-2} kg \times 62 m/s}$$

ان معامل التحويل وحسب الوحدات هو : $1J=1kg.m^2/s^2$ وهكذا:

$$\lambda = 1.8 \times 10^{-34} m \quad (\text{وهذا})$$

(طول موجي قصير)

أما بالنسبة للألكترون:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34} J.s}{9.1095 \times 10^{-31} kg \times 62 m/s}$$

والذي $\lambda = 1.2 \times 10^{-5} m$ or $1.2 \times 10^4 nm$ (which is in infrared region
(يتوافق مع المنطقة تحت الحمراء)

مثال (٩-١) / ان أقل طاقة نحتاجها لإزالة الكترون من سطح فلز البوتاسيوم هي 3.7×10^{-19} جول . هل ان الفوتونات التي ترددها $4.3 \times 10^{14} s^{-1}$ (ضوء أحمر) أو التي ترددها $7.5 \times 10^{14} s^{-1}$ (ضوء أزرق) تحرك الخلية الكهروضوئية ؟ إذا حدث ذلك فما هي السرعة التي سوف يتحرك بها الألكترون المنقلع؟

الجواب : ان أقل طاقة لفلز البوتاسيوم هي تعبير آخر لتردد العتبة وهكذا فهي تساوي $3.7 \times 10^{-19} J$:

$$E_{\text{red photon}} = h\nu = (6.63 \times 10^{-34} J.s)(4.3 \times 10^{14} s^{-1}) = 2.8 \times 10^{-19} J$$

$$E_{\text{blue photon}} = h\nu = (6.63 \times 10^{-34} J.s)(7.5 \times 10^{14} s^{-1}) = 5.0 \times 10^{-19} J$$

وفق للحسابات أعلاه فإن الضوء الأحمر ليست له الطاقة الكافية لإنتزاع الكترون من سطح فلز البوتاسيوم وعلى العكس من ذلك فإن طاقة الضوء الأزرق كافية لإقتلاع الكترون لأن هذه الطاقة أكبر من طاقة العتبة □ لهذا الفلز كما ان الطاقة الفائضة سوف تتحول الى طاقة حركية.

$$h\nu = h\nu_o + KE_{\text{electron}} \quad KE_{\text{electron}} = h\nu - h\nu_o$$

$$KE_{\text{electron}} = 5.0 \times 10^{-19} J - 3.7 \times 10^{-19} J = 1.3 \times 10^{-19} J$$

$$KE_{\text{electron}} = \frac{m_{\text{electron}} v^2}{2} \quad v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.3 \times 10^{-19} kg m^2 s^{-2})}{9.1095 \times 10^{-31} kg}}$$

$$v = 5.3 \times 10^5 ms^{-1}$$