الظاهرة الكهروضوئية

هي عملية تحرير او انبعاث الالكترونات من سطوح المعادن او الفلزات عند سقوط حزمة من الاشعة الكهرومغناطيسية عليها . لاحظ العالم هرتز عند سقوط اشعة فوق البنفسجية على سطح فلز فان الفلز سوف يكتسب شحنة موجبة (يحدث انبعاث الكترون منه) . عند تسليط ضوء تردده اقل من تردد العتبة للمادة لا تنطلق أي الالكترونات لعدم وجود طاقة كافية لتحريرها . لذلك فان الفوتونات الساقطة يجب ان تمتلك طاقة كافية لإزالة الالكترون من قوى التجاذب الالكتروستاتيكي بينه وبين النواة .

وحسب تفسير نظريات الكم التي تفسر ظاهرة انبعاث الضوء بانها عملية مستمرة وقد علل ذلك بالنتائج العملية التي تم التوصل اليها :

1- طاقة الالكترونات المنبعثة من سطح الفلز تعتمد على تردد الضوء الساقط وليس على شدته

2- يتناسب عدد الالكترونات المنبعثة من الفلز طرديا شدة الضوء الساقط .

اقترح اينشتاين : لتفسير ظاهرة انبعاث الالكترونات عند سقوط ضوء على فلز , اقترح العلم اينشتاين في عام 1905 ان الاشعة الكهرومغناطيسية الساقطة تتكون من جسيمات متناهية في الدقة تسمى فوتونات لكل منها طاقة مساوية الى $E = h\upsilon$ وبذلك تمكن العالم اينشتاين من تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي على النحو التالي :

نظرية انشتاين للضوء فسرت بنجاح الظاهرة الكهروضوئية بالشكل التالي :

1- ان الاشعاع الكهرومغناطيسي يتكون من جسيمات متناهية في الصغر تدعى الفوتونات وكل من هذه الفوتونات لها طاقة .

وتنطلق بسرعة الضوء وعند اصطدام الفوتون بسطح الفلز تنتقل طاقة الفوتون الى احد الالكترونات .

$$E_{photon} = h\upsilon$$

Azal shaker

2- تحتاج عملية تحرير الالكترون من الذرة تحتاج الى بذل شغل W والتي تعتمد قيمته جهد التاين للفلز .

3- في حالة كون طاقة الفوتون الساقط اكبر من الشغل المبذل سوف يتحرر الالكترون ويكتسب طاقة حركية

4- العلاقة بين طاقة الفوتون والطاقة الحركية للالكترون المنبعث هي :

ترتبط طاقة الفوتون الساقط مع الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر بالعلاقة التالية :

$E_{photon} = h\upsilon = W_0 + k_E$

W_0 = work function

$\frac{1}{2} mv^2 = h\upsilon - W_0$

اذا كانت الطاقة الحركية للإلكترون تساوي صفر فان :

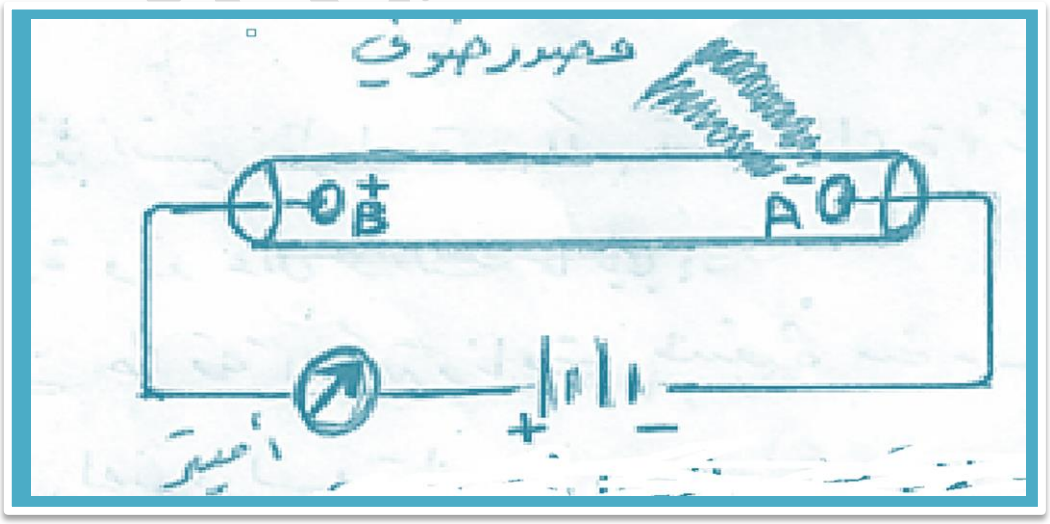
$h\upsilon_0 = W_0$

υ_0 هو التردد الحرج للضوء الساقط

$h\upsilon_0$ هو الطاقة الحرجة بدون ملاحظة اي تاثير كهروضوئي

$h\upsilon = h\upsilon_0 + \frac{1}{2} mv^2$

$k_E = h\upsilon - h\upsilon_0 = h(\upsilon - \upsilon_0)$



(1-1) :- شكل تخطيطي يوضح الجهاز المستخدم لدراسة التاثير الكهروضوئي

ان الجهاز المستخدم لملاحظةظاهرة التاثير الكهروضوئي يتكونمن اسطوانة مفرغة من الهواء تحتوي على قطبين احدهما سالب **A** والاخر موجب الانود **B** حيث يغطى القطب السالب بفلز نشط له جهد تاين قليل او مركب لفلز نشط مثل **Cs** او **CsI** او سبيكة لذلك الفلز النشط مع عناصر اخرى كالفضة والقصدير وقد استخدم فلز السيزيوم لصنع الخلايا الكهروضوئية بسبب كونه يفقد الكترونه بسهولة كبيرة جدا .

υ : التردد هو عبارة عن عدد الذبذبات .

υ_0: التردد الحرج : هو التردد اللازم لتحرير الالكترون (من سطح المعدن) فقط دون اعطائه اي طاقة حركية .

h: ثابت بلانك : 6.62×10^{-27} erg second^{-1}

W_0: الشغل المبذول اللازم لتحرير الالكترون من الذرة

Example / Calculate the kinetic energy of the electron from potassium surface when $W_0 = 3.62 \times 10^{-12}$ erg by the incident light having the following wave lengths : 7×10^{-5} cm ; 5.5×10^{-8} cm .

Solution / $c = \lambda\upsilon$ $\quad \upsilon = c/\lambda \longrightarrow 3 \times 10^{10}$ cm/sec / 7×10^{-5} cm

$\upsilon = 4 \times 10^{14}$ H_Z

$\frac{1}{2} m v^2 = h\upsilon - W_0 \longrightarrow 6.62 \times 10^{-27} \times 4 \times 10^{14} - 3.62 \times 10^{-12}$

تطبيقات على ظاهرة الانبعاث الكهروضوئي:-

1- الالواح الشمسية : تحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية .

2- فاتحات باب المواقف (الكراجات): التحكم في فتح الابواب اليا باستخدام دوائر كهربائية تحتوي على خلية كهروضوئية .

3- التحكم في اضاءة مصابيح الشوارع واطفاءها (المفاتيح الالكترونية) .

الجسم الأسود: جسم لا يصدر عنه أي إشعاع مرئي لكنه يمتص أي إشعاع يسقط عليه ولا ينفذ منه أي إشعاع ولا ينعكس عنه.

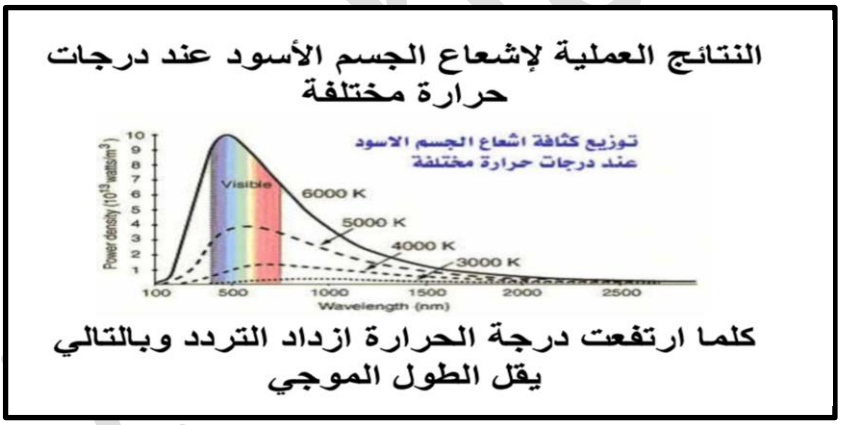
بمعنى ينبعث اشعاع كهرومغناطيسي من كل الاجسام عند أي درجة حرارة يتواجد عندها ويسمى بالإشعاع الحراري .كمية هذا الاشعاع الحراري المنبعث من الجسم يزداد بزيادة درجة الحرارة ويقل بنقصانها . كما

Azal shaker

ان الاجسام تتبادل الحرارة بينها وبين الوسط المحيط بها اذا اختلفت درجات الحرارة بينها , فاذا كانت درجة الحرارة متساوية ففي هذه الحالة يكون الجسم في حالة اتزان حراري أي ان ما يمتصه الجسم من اشعة حرارية من الوسط المحيط به لكل وحدة زمن تساوي ما ينبعث منه .

مثال : قطع الحديد التي تبدو باللون الأسود الموجودة في درجة حرارة الغرفة تشع ضوء غير مرئي . عند تسخين الحديد إلى درجة حرارة تقارب 700 درجة مئوية يبدأ في إشعاع لون قريب من اللون الأحمر ومع زيادة درجة الحرارة يتحول إلى اللون البرتقالي وهكذا حتى نصل اللون الابيض أي يصبح الجسم مشعاً لأطوال موجية تقع في المنطقة المرئية. عند أي درجة حرارة تمتلك الاجسام طاقة حرارية ينتج عنها إشعاع حراري ، أي أن الجسم الساخن يتخذ لوناً معيناً وفقاً لدرجة حرارته

ان توزيع الاشعة المنبعثة من الجسم الاسود عند درجة حرارة معينة كدالة في الطول الموجي مسالة حيرت العلماء حيث انهم لم يجدوا تفسير علمي للنماذج العملية التي توضح علاقة توزيع الاشعة مع الطول الموجي ولم تكن النظرية الكلاسيكية قادرة على ايجاد تفسير لها وذلك حتى مطلع القرن العشرين .



توزيع الانبعاث الحراري الصادر عن الجسم الاسود

بدراسة الانبعاث الحراري من الجسم الاسود عند درجات حرارة مختلفة وجد عمليا ان هنالك نتيجتان هما :

* **النتيجة الاولى** : ان هنالك توزيعا معينا لشدة الاشعاع المنبعث من الصندوق الاسود كدالة في الطول الموجي او طاقة الاشعة لان الطاقة ترتبط مع الطول الموجي من خلال العلاقة

$$E = hc/\lambda$$

كما ان الطاقة ترتبط مع التردد من خلال العلاقة التالية :

$$E = h\upsilon$$

حيث υ التردد

* **النتيجة الثانية** : كلما زادت درجة الحرارة للجسم الاسود تكون الطاقة المنبعثة منه تحدث عند اطوال موجية اقل ويزداد مقدار الاشعاع بزيادة درجة الحرارة.

عند دراسة العلاقة بين شدة إشعاع الجسم الأسود مع درجة الحرارة والطول الموجي عند ثلاث درجات حرارة مختلفة نجد التالي :

1- الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود له طيف متصل أي طيف مستمر .

2- شدة الإشعاع المنبعث تؤول إلى الصفر في منطقة الأمواج القصيرة والأمواج الطويلة .

3- بارتفاع درجة الحرارة تنزاح قمة المنحنى نحو اليسار (الأطوال الموجية القصيرة) .

قانون فين للإزاحة) يتناسب الطول الموجي لشدة الاشعاع القصوى عكسياً مع درجة الحرارة المطلقة .

$$\upsilon_{max} = \text{constant} \times T$$

4- تزداد القيمة القصوى للإشعاع المنبعث بزيادة درجة الحرارة

قانون ستيفان- بولتزمان

$$I = \sigma e T^4$$

حيث

σ = ثابت ستيفان بولتزمان ويساوي

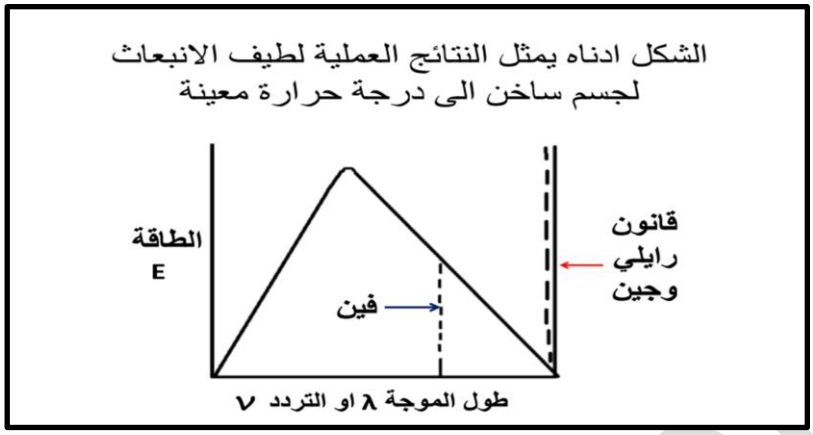
e= قابلية الجسم لا شعاع الطاقة

$$\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2 \text{K}^4$$

ينص قانون ستيفان بولتزمان على ان الطاقة المنبعثة من الجسم الاسود لكل وحدة مساحة تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة حرارة الجسم .

وقد قام كل من العالمان جين ورايلي بدمج قانون الازاحة وقانون ستيفن بقانون واحد ينص على ان شدة الاشعاع المنبعث يتناسب طرديا مع مربع التردد ومع الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة .

$$I \alpha \upsilon^2 . T^4$$



توضيح الشكل : يتضح من الشكل بان شدة الاشعاع لا تزداد باستمرار كلما زاد التردد او كلما قل الطول الموجي بل تصل الى نهاية عظمى ثم تقل تدريجيا بزيادة التردد مما يتعارض مع قانون رايلي وجين , وان هذه المعادلة لم تستطع ان تفسر ظاهرة اشعاع الجسم الاسود لأنها لا تعتمد على القوانين الحديثة بل على القوانين الكلاسيكية القديمة لعلم الفيزياء .

Questions /

1- This scientist 'discovered' the electron refer to the following list of names.

2- This scientist theorized that electrons could only be located in 'quantized' energy levels.

A- J.J. Thompson B- H.G.J. Moseley C- Ernest Rutherford D- Marie Curie F- Niels Bohr

Questions /

If a particular metal in a photocell releases a current when blue light shines on it, it must also release a current when it is struck with?

(A) Ultraviolet light. (B) Infrared light. (C) Microwaves. (D) Radio waves. (E) Red light

Questions / The laws of photoelectric emission ?

(A) are explained by Maxwell's theory of light.

(B) state that emission is inversely proportional to the intensity of the incident light.

Azal shaker

(C) state that increasing the intensity of the incident light increases the kinetic energy of the photoelectrons.

(D) state that increasing the frequency of the incident light increases the kinetic energy of the photoelectrons.

(E) state that the maximum energy to release the electron from a surface is the work function.

Questions / A blackbody radiator ?

(A) does not absorb thermal radiation.

(B) is a perfectly reflecting surface.

(C) is used in newer automobile engines.

(D) emits radiation only in the visible light region.

(E) none of the above.

Questions /A perfect black body has a surface temperature of 27 ^{0}C, so what:

1- Maximum radiation wavelength

2- The intensity of black body radiation

$$1\text{-}\ \lambda_{max}\, T = 2.898 \times 10^{-3}$$

$$(T = 27+273 = 300\ K^{\circ})$$

$$\lambda_{max} \cdot (300) = 2.898 \times 10^{-3}$$

$$\lambda max = 9.66 \times 10^{-6}\ m$$

$$2\text{-}\ I = \sigma\, e\, T^4 = 5.67 \times 10^{-8}(1)\,(300)^4$$

$$I = 459.27\ W/m^2$$