

# **Physics Lab Book**

**For**

**Manzala Higher Institute  
for Engineering**

**Prepared by**

**Dr. Ali Samir Awad**

## تجربة الشق المزدوج لينج

### هدف التجربة:

- (١) توضيح ظاهرة تداخل الضوء.
- (٢) حساب الطول الموجي لمصدر الضوء المستخدم.

### نظرية التجربة:

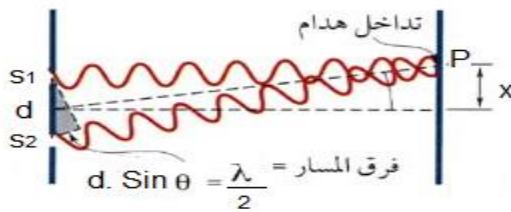
اجري توماس لينج عام 1801 م تجربة اثبت من خلالها الطبيعة الموجية للضوء عن طريق التداخل بين موجتين من موجات الضوء. بدأ بتمرير الضوء مثل ضوء (الشمس) خلال مصدر أحادي لكي يجعل الضوء مصدر مترابط ثم قام باصدار موجتان من شق ضيق في حاجز معتم، بحيث يفصل بين الشقين المتوازيين مسافة صغيرة جداً ويعتبر الشقان مصدران ثانويان للضوء ويبعدان نفس المسافة عن مصدر الضوء الأول. ولذلك فإن أي تغيير في الموجة القادمة من المصدر يرافقه نفس التغيير في الموجات الصادرة من الشقين في نفس الوقت ، أي أن الموجتين الصادرتين لهما نفس الطور. بعد مرور هاتين الموجتين من الشقين فإنهما تتداخلان وتسقطان على شاشة موضوعة على بعد مناسب من الشقين، حيث يتكون نمط التداخل على الشاشة كما بالشكل (٣). فتظهر هدب مضيئة ومظلمة نتيجة التداخل البناء والهدام.

التداخل البناء (هدب مضيئة): نتيجة للتراكب بين الموجتين المتساويتين في الطور تتقابل قمة مع قمة، وقاع مع قاع فيقوي كل منهما الآخر وتكون تلك النقطة هدبه مضيئة كما هو موضح الشكل (١).

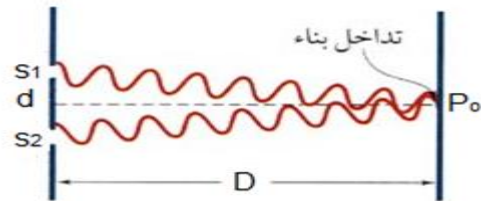
شرط التداخل البناء: أن يكون فرق المسار أي الفرق بينا المسافة التي تقطعها كل من الموجتين لحظة التقائهما على  $n$  الشاشة يساوي عدد صحيح من طول الموجة ( $\Delta X = n\lambda$ )

التداخل الهدام (هدب مظلمة): نتيجة للتراكب بين الموجتين تتقابل قمة مع قاع، وقاع مع قمة فيضعف كل منهما الآخر، وتكون تلك النقطة هدبه مظلمة كما هو بالشكل (٢).

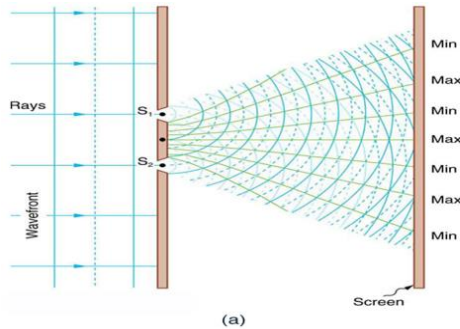
شرط الحصول على التداخل الهدام : أن يكون فرق المسار بين الموجتين يساوي عدد فردي من نصف طول الموجة  $\Delta X = (2n+1)\lambda/2$



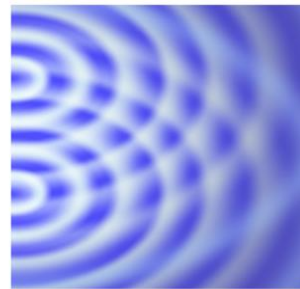
(٢)



(١)



(a)



(b)



(c)

(٣) توضيح تداخل الضوء باستخدام الشق المزدوج لينج.

باستخدام تجربة ينج يمكننا تعيين الطول الموجي لمصدر باستخدام المعادلة

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{d}$$

حيث

(d) المسافة بين الشقين

(D) المسافة بين الشاشة والشقين

(y) المسافة بين هذين متتاليين (الهدبة المضيئة الأول والهدبة المركزية) (λ) الطول الموجي للضوء المستخدم

### الأجهزة المستخدمة:

(١) حامل (Optical Bench)

(٢) ليزر

(٣) شق مزدوج

(٤) شاشة

### خطوات التجربة:

- (١) يتم تثبيت جهاز الليزر عند صفر التدريج ووضع الشق المزدوج على الحامل الخاص به عند مسافة معينة.
- (٢) يتم تسليط ضوء الليزر على الشق المزدوج بحيث يكون الضوء بالكامل على فتحة الشق المزدوج.
- (٣) يتم تحريك الشاشة حتي يتم استقبال أوضح صورة لهدب التداخل.
- (٤) يتم حساب عدد الهدب المضيئة والمظلمة في حالة التداخل والحيود.
- (٥) يتم قياس  $\Delta y$  بين هديتين متتاليتين وقياس D وهي المسافة بين الشق المزدوج والشاشة التي يتم استقبال هذب التداخل عليها .

### النتائج العملية:

عدد الهدب المضيئة في التداخل	عدد الهدب المضيئة في الحيود

$\Delta y (mm)$	
D (cm) x 10 to convert into (mm)	
d (mm)	
$\lambda (nm) \times 10^6$ to convert into (nm)	

## تحقيق قانون التربيع العكسي للاشعاع الحراري

### هدف التجربة:

تحقيق قانون التربيع العكسي للاشعاع الحراري.

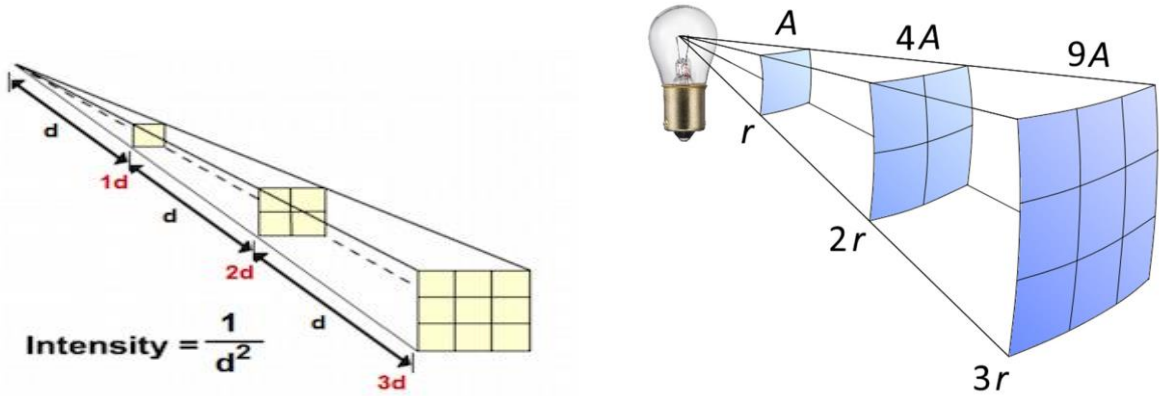
### نظرية التجربة:

ينص قانون التربيع العكسي للاشعاع الحراري علي أن الطاقة المنبعثة من مصدر الاشعاع الحراري لكل وحدة مساحة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين المصدر ونقطة قياس الاشعاع الحراري أي أن: شدة الإشعاع وهي عدد فوتونات الضوء في الثانية في وحدة المساحة  $\text{cm}^2$  فطبقا لهذه العلاقة:

$$\frac{1}{X^2} \propto (\text{Radiation rate})$$

$$I_R (\text{Power per area}) = \frac{P_R}{4\pi r^2} = I_0 \frac{1}{r^2}, \quad I_0 \text{ Constant}$$

علما بأن (X) هي المسافة مصدر الاشعاع وجهاز الاشعاع الحراري.



شكل (١) توضيح قانون التربيع العكسي

### الأجهزة المستخدمة:

(١) مصدر ضوئي ( شعاع ليزر و مصباح كهربائي)

(٢) جهاز لقياس شدة الاشعاع (مقياس الاشعاع)

(٣) حامل (Optical Bench)

### خطوات التجربة:

- (١) يتم تثبيت جهاز الليزر عند صفر التدريج ثم قم بتوصيله بمصدر التيار الكهربائي.
- (٢) اجعل مقياس الاشعاع في مواجهة شعاع الليزر.
- (٣) يتم البدء من مسافة معينة وليكن (١٠) سم ثم يتم الزيادة في المسافة بشكل متتابع حتي ١٠٠ سم.

(٤) لكل قيمة X يتم حساب  $\frac{1}{X^2}$ .

(٥) يتم تسجيل معدل الاشعاع و X و  $\frac{1}{X^2}$  في جدول.

(٦) يتم رسم علاقة بين معدل الاشعاع علي المحور الصادي (الرأسي) و  $\frac{1}{X^2}$  علي المحور السيني (الأفقي).

(٧) يتم تكرار نفس الخطوات باستخدام المصباح الكهربائي وتسجيل النتائج في الجدول المخصص لها.

### النتائج العملية:-

#### جدول (١)

قراءات المصدر الضوئي (الليزر)

المسافة X (cm)	$\frac{1}{X^2}$ (cm <sup>-2</sup> )	مدي اشعاع المصدر (Rad or mv)

#### جدول (٢)

قراءات المصدر الضوئي (المصباح الكهربائي)

المسافة X (cm)	$\frac{1}{X^2}$ (cm <sup>-2</sup> )	مدي اشعاع المصدر (Rad or mv)

# الخلية الشمسية ( الظاهرة الفوتوفولتية )

## (الجزء الأول)

### الهدف:

١- دراسة العلاقة بين فرق الجهد (V) وشدة التيار (I) الناتج من الخلية عند ثبوت شدة الاضاءة.

### نظرية التجربة:

الخلية الشمسية (المعروفة أيضاً باسم الخلية الكهروضوئية أو الخلية الفوتوفولتية) فهي جهاز كهربائي يحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية من خلال التأثير الفوتوفولتية. فهي في الأساس دايود ثنائي (p-n). فلذلك تُعرَّف على أنها جهاز يمتلك خصائص كهربية مثل التيار الكهربائي أو الجهد الكهربائي أو المقاومة الكهربائية عند تعرضها للضوء.

الخلايا الشمسية الفوتوفولتية من نمط P

يمثل الحرف P الي كلمة (Positive) ويعني أن حاملات الشحنة في نصف الناقل تعتبر موجبة كالتالي: ترتبط ذرة تحتوي علي ٤ الكترونات في مستوي الطاقة الخارجي مع ذرة تحتوي علي ٣ الكترونات في مستوي الطاقة الخارجي فتتكون رابطة بين ثلاث الكترونات مع مقابلاتها ويبقى الكترون واحد دون رابطة وتسبب تشكل ثقب وتكون شحنته موجبة وهي التي تقوم بنقل الطاقة. فعند تعرض الخلية للاشعاع الشمسي يتحرك الكترون من ذرة باتجاه الثقب ويتكون ثقب جديد مكان الالكترون المنقل وعليه يتولد تيار كهربية وتكون حاملات الشحنة الموجبة الاكثرية.

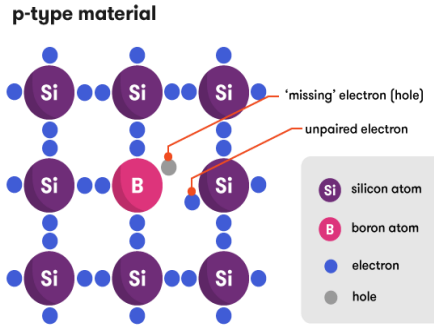


Fig (1) (P-type)

الخلايا الشمسية الفوتوفولتية من نمط N

يمثل الحرف N الي كلمة (Negative) ويعني أن حاملات الشحنة في نصف الناقل هي الالكترونات نفسها ويتم تشكيلها كالتالي: ترتبط ذرة تحتوي علي ٤ الكترونات في مستوي الطاقة الخارجي مع ذرة تحتوي علي ٥ الكترونات في مستوي الطاقة الخارجي فتتكون رابطة و يبقى الكترون واحد زائد ويتكون ٤ روابط بين ٨ الكترونات وينتقل عند تعرض الخلية الشمسية للاشعاع الشمسي مسببا تيار كهربائي وتكون حاملات الشحنة السالبة الاكثرية.



## الخلية الشمسية ( الظاهرة الفوتوفولتية ) (الجزء الثاني)

### • الهدف:

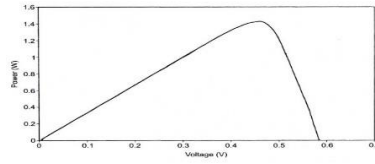
دراسة العلاقة بين القدرة ( $P_w$ ) و فرق الجهد ( $V$ ) من الخلية عند ثبوت شدة الاضاءة.

### • نظرية التجربة:

كما بالجزء الأول

### • خطوات التجربة:

١. يتم توصيل الدائرة.
٢. يتم تسجيل نتائج شدة التيار و فرق الجهد من خلال الأفومتر من خلال تحريك الريوستات.
٣. يتم رسم علاقة بين قيمة فرق الجهد ( $P_w$ ) وشدة التيار ( $V$ ) كما هو موضح بالشكل.



V(v)																				
I x 10 <sup>-3</sup> (A)																				
Pw (W)																				



## الخلية الشمسية ( الظاهرة الفوتوفولتية ) (الجزء الثالث)

### • الهدف:

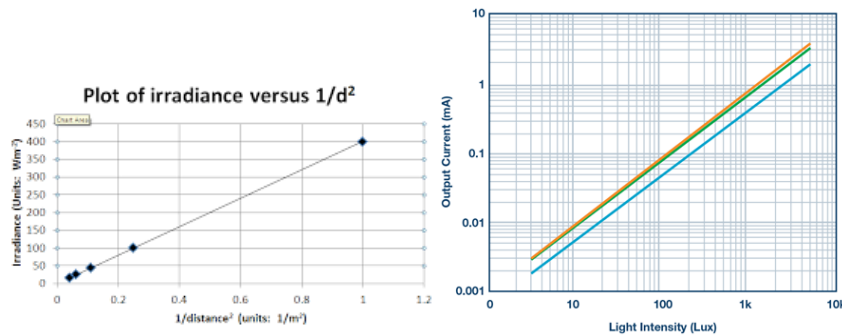
١. دراسة العلاقة بين شدة الاستضاءة ( $I_{Lux}$ ) و شدة التيار ( $I$ ) من الخلية.
٢. تحقيق قانون التربيع العكسي بتمثيل العلاقة بين شدة الاستضاءة ( $I_{Lux}$ ) ومقلوب مربع المسافة  $\frac{1}{d^2}$

### • نظرية التجربة:

كما بالجزء الأول

### • خطوات التجربة:

١. يتم توصيل الدائرة.
٢. يتم تثبيت الريوستات عند قيمة معينة وتثبيت موضع المصباح الكهربائي عند مسافة عينة ويتم حساب شدة الاستضاءة باستخدام جهاز ( luxmeter ).
٣. يتم تسجيل قراءة ( $I_{Lux}$ ), ( $d$ ), ( $V$ ), ( $I$ ) في الجدول ثم يتم تكرار الخطوات بتغيير المسافة.
٤. يتم رسم علاقة بين قيمة شدة الاستضاءة ( $I_{Lux}$ ) وشدة التيار ( $I$ ) كما بالشكل.
٥. يتم رسم علاقة بين شدة الاستضاءة ( $I_{Lux}$ ) علي المحور الرأسي و  $\frac{1}{d^2}$  علي المحور الأفقي كما بالشكل.



d (cm)							
1/d² (cm⁻²)							
I (Lux)							
I(mA)							
V (v)							

## تجربة عملية لتعيين ثابت بلانك

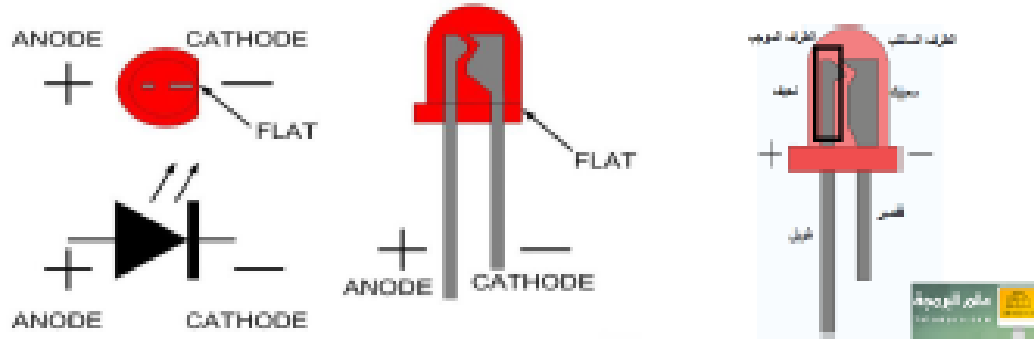
### الهدف:

تعيين ثابت بلانك  $(6.6264 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s})$ .

### النظرية:

#### مصباح الليد LED

المصباح الليد LED وهي اختصار لـ (Light Emitting Diode) وهو من الداخل دايود ولكن باعث للإضاءة، ولها طرفان ولها اتجاه واحد لسريان التيار بداخلها كي تضيء والطرف الأكبر هو الطرف الموجب الذي يوصل بالجهد الموجب والآخر يوصل بالأرضي مثل الشكل التالي:



وإذا أردت تجربة الليد لمعرفة إن كان يعمل أم لا يمكنك باستخدام بطارية صغيرة مع مراعاة اتجاه الأطراف، ليكون طرف الليد الموجب Anode (+) الأطول متصل بطرف البطارية الموجب، وطرف الليد السالب Cathode (-) متصل بالأرضي. ويوجد منها ألوان متعددة مثل الأحمر والأصفر والبرتقالي والأخضر.

القانون المستخدم عند توصيل الدائرة:

$$eV = \frac{hc}{\lambda}$$

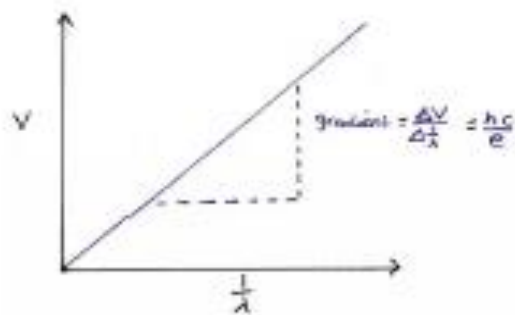
علما بأن  $e = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

$C = (3 \times 10^8 \text{ m/s}^2)$



### الخطوات:

١. يتم توصيل الدائرة كما هي موضح بالشكل.
٢. يتم تغيير لمبات الليد بالتتابع.
٣. يتم تسجيل نتائج الفولتميتر ووضعها في جدول مع الأطوال الموجية الخاصة باللمبات.
٤. يتم رسم علاقة بين  $\frac{1}{\lambda}$  و  $V$  وحساب ثابت بلانك عن طريق الميل.



### النتائج:

$\lambda$ (nm)	V (v)
$\lambda_r = 615$	
$\lambda_v = 585$	
$\lambda_g = 520$	
$\lambda_o = 515$	

## تجربة الظاهرة الكهروضوئية

### (Photoelectric effect)

#### الهدف:

ايجاد قيمة ثابت بلانك باستخدام مرشحات الحيود.

#### نظرية التجربة:

الظاهرة الكهروضوئية ببساطة هي : عملية يتم بها انبعاث الإلكترونات من الأجسام الصلبة عند امتصاص الطاقة من الضوء. ولما كان التيار الكهربائي عبارة عن سيل من الإلكترونات ، سُميت ظاهرة انتزاع الإلكترونات بواسطة الضوء بالظاهرة الكهروضوئية. كما أن عملية انتزاع الإلكترونات بواسطة التسخين (الحرارة) تسمى بالظاهرة الكهروحرارية، وهكذا. وأبسط مثال على هذه الظاهرة هو : بأخذ لوح فلزي معين وإسقاط ضوء "بشروط مناسبة" عليه لتبدأ الإلكترونات بالتحرك من سطح هذا الفلز "بآلية معينة" سنتعرف عليها في هذا المقال. مقدمة تاريخية : تعود أول ملاحظة للظاهرة الكهروضوئية إلى الفيزيائي الألماني (هاينريش هيرتز) (صاحب اكتشاف الموجة اللاسلكية) حيث وجد عام 1887 من خلال تجاربه أن الشرر الكهربائي يتولد بسهولة أكبر عند تعريض سطح المواد الموصلة لشعاع فوق بنفسجي. تم التوضيح بهذا (Figure 1).

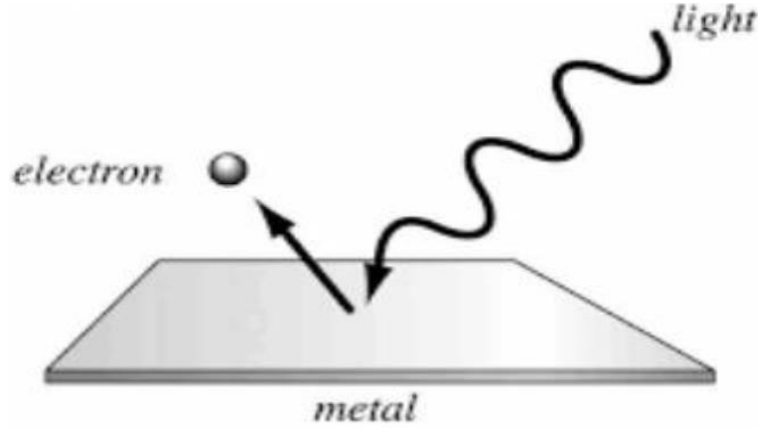


Figure (1) Photothermal effect.

أي أن الطاقة الكهرومغناطيسية (الضوء) ذات الأطوال الموجية القصيرة تستطيع إذا أسقطت على جسم صلب أن تجعله يبعث الإلكترونات. لكن الظاهرة كانت بحاجة لتفسير دقيق وفق مفاهيم مختلفة، وهو الأمر الذي عجز عنه (هيرتز) وجميع أتباع المدرسة الكلاسيكية آنذاك. حيث إن المفهوم السائد عن الضوء آنذاك مما جاء به (ماكسويل) وغيره على أنه شكل من أشكال الأمواج الكهرومغناطيسية الذي يتصف بالطبيعة الموجية، ورغم أنها (النظرية الكهرومغناطيسية) كانت من النظريات الأساسية التي استطاعت تفسير العديد من الظواهر الضوئية كالاستقطاب والتداخل والحيود وغيرها الكثير، إلا أنها فشلت في تفسير الظاهرة الكهروضوئية. لاحقاً وفي عام 1900 تمكن الفيزيائي العبقري (ماكس بلانك) من خلال دراسته لإشعاع الجسم الأسود، وبعد أن فشل العلماء بإيجاد صيغة رياضية تحسب طاقة اشعاع الجسم الأسود بدلالة الطول الموجي، تمكن من أن

يضع مبدأ تكميم الطاقة الذي يعد حجر الأساس الذي بنيت عليه ميكانيكا الكم، وكان اكتشاف هذا المبدأ بمثابة نقلة نوعية على رقعة العلم.

### كيف يحصل الانبعاث الكهروضوئي

شرح الظاهرة :

عندما يسقط الضوء على سطح لوح فلزي ما، فإن الفوتونات الضوئية تصطدم بالإلكترونات الموجودة داخل اللوح، (وهي إلكترونات حرة، كانت تتجول بين الذرات، وبعد أن اصطدمت الفوتونات بها تنطلق خارج اللوح أو كما يسمى الباعث). فإذا وصلنا ذلك السطح بسطح آخر نسميه مجّمع، فإن الإلكترونات ستتجه من الباعث إلى المجّمع مع مشكّلة تيار كهربائي ضوئي (photoelectric current). وإن الإلكترونات المنبعثة من اللوح بواسطة الضوء تسمى الإلكترونات الضوئية (photoelectric photon). لكن في الحقيقة: ليس أي ضوء يقوم بنزع الإلكترونات من سطح الفلز وإنما يتطلب الأمر طاقة كافية للفوتونات كي تستطيع تحرير الإلكترونات. وكما أشرنا سابقاً بأن طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي تتناسب مع تردده، وعلى ذلك فإن للضوء تردد معين يتم عند تطبيقه تحرير الإلكترونات من اللوح، ويسمى هذا التردد "تردد العتبة" وهو التردد الضوئي اللازم لانتزاع الإلكترونات. وتردد العتبة هذا يختلف من مادة لأخرى (لأن طاقة ارتباط الإلكترونات تختلف باختلاف طبيعة المادة). فالتردد العتبي لمادة الزنك لا يساوي تردد عتبة الحديد مثلاً وعند تسليط ضوء تردده أقل من تردد عتبة المادة لن تنطلق أية إلكترونات لعدم وجود طاقة كافية لتحريرها.

### كيف تنتقل الإلكترونات من سطح اللوح؟

عندما تصطدم الفوتونات فإن طاقة الفوتون تنتقل إلى الإلكترون على شكل طاقة تجعله يتحرر من سطح الفلز، وطاقة حركية تجعله ينطلق على شكل تيار كهروضوئي. وإن أقل مقدار لطاقة الفوتون اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح الفلز تسمى "دالة الشغل" وتساوي ثابت بلانك مضروباً بتردد العتبة للمادة. لذا فإن الضوء الساقط لن يحرك الإلكترون إلا إذا كانت طاقته أكبر من دالة الشغل. ومن المعروف أن زيادة شدة الضوء (خافت- باهت) لا تسبب زيادة في الطاقة وليس لها علاقة بانتزاع الإلكترونات أساساً، وإنما زيادة الشدة تزيد من عدد الفوتونات الضوئية الساقطة. ولما كان كل إلكترون يصطدم بفوتون واحد فقط ويخرج، بالتالي فزيادة عدد الفوتونات تزيد من عدد الإلكترونات المتحررة مما يسبب زيادة شدة التيار الكهروضوئي الناتج كما ب Figure (2).

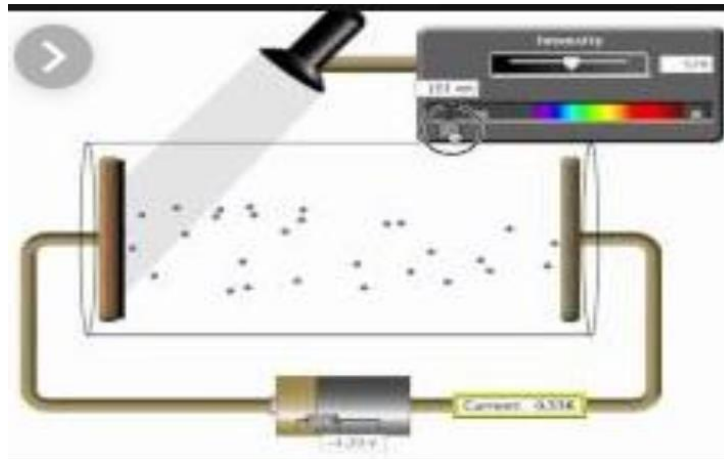


Figure (2) Photoelectric effect.

## خصائص الظاهرة الكهروضوئية

- ✓ أولا : تتحقق الظاهرة الكهروضوئية اذا كان تردد الموجات الساقطة أكبر من تردد معين يسمى تردد العتبة.
  - تردد العتبة : هو أقل تردد للضوء الساقط يكفي لانبعاث الالكترونات من سطح الفلز دون اكسابها طاقة حركة ويعتمد على نوع المادة التي تغطي سطح الكاثود.
  - ✓ ثانيا : يحدث الانبعاث الكهروضوئي بمجرد سقوط الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد المناسب على سطح الكاثود مهما كانت شدة هذه الموجات ضعيفة بمعنى ان تحقق الظاهرة لا يحتاج الى تخزين طاقة.
  - ✓ ثالثا : يعتمد عدد الالكترونات المنبعثة من سطح الكاثود على شدة الضوء الساقط بمعنى أنه تزداد شدة التيار المار في دائرة الخلية الكهروضوئية بزيادة شدة الضوء الساقط.
  - ✓ رابعا : تزداد القيمة العظمى لطاقة حركة الالكترونات المنبعثة من سطح الفلز بزيادة تردد الضوء الساقط.
- الشكل التالي يوضح العلاقة بين  $f$  و  $KE$

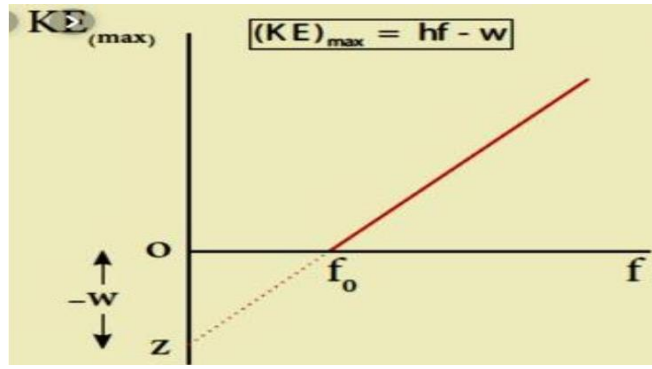


Figure (3) Relation between KE and f.

- الشغل (W)
- ثابت بلانك (h) دالة ( $hf_0$ )
- $hf = \frac{1}{2} mv^2$  تجربة لتحقيق معادلة اينشتاين

### أدوات التجربة

مصباح بخار الزئبق - مجموعة من المرشحات اللونية للحصول على أشعة ضوئية أحادية اللون ذات ترددات مختلفة - خلية كهروضوئية - مقسم جهد - بطارية - مفتاح عاكس - فولتمتر - ميكرومتر.

### خطوات التجربة

- ١ . نسقط ضوء وحيد اللون على الكاثود.
- ٢ . عند توصيل الأنود بالقطب الموجب للبطارية والكاثود بالقطب السالب\_نستخدم موزع الجهد لزيادة فرق الجهد بالتدريج.
- ٣ . نلاحظ أن تزداد شدة التيار ثم تثبت ( تصبح غير معتمدة على الفلطية) وتسمى القيمة تيار الاشباع.

- ٤ . شدة التيار الكهربائي تعتبر معيارا كميا للمظاهرة الكهروضوئية حيث أنه بزيادة شدة الضوء الساقط عند ثبوت فرق الجهد تزداد شدة التيار.
- ٥ . عند انقاص الجهد مع ثبات شدة الضوء نلاحظ أن شدة التيار تتناقص ولكن لا تصل الى الصفر بمعنى أن التيار لا ينعدم في الدائرة الخارجية حتى عندما يكون فرق الجهد مساويا للصفر وتعليل ذلك أن فوتونات الضوء الساقط تمتلك طاقة كبيرة تكفي لانبعاث الالكترونات من سطح الفلز وتزويدها بطاقة حركة.
- ٦ . باستخدام المفتاح العاكس نبدل توصيل قطبي البطارية بحيث يتصل الأنود بقطبها السالب والكاثود بالقطب الموجب.
- ٧ . بزيادة الجهد السالب على الأنود بواسطة مقسم الجهد يزداد المجال العاكس ويقل عدد الالكترونات التي تستطيع الوصول الى الانود ونستمر في زيادة الجهد حتى تصبح شدة التيار مساوية للصفر ويتوقف التيار ويسمى الجهد في هذه الحالة جهد الايقاف.

## النتائج

### At constant Voltage

$\lambda_1$		$\lambda_2$	
d	I	D	I

### At constant distance

$\lambda_1$		$\lambda_2$	
V	I	V	I