

مقالة مقدمة من قبل طالبة الماجستير / عبير ابراهيم اعشوي الجبوري

جامعة تكريت / كلية العلوم / قسم الفيزياء

بغنوان

الظاهرة الكهروضوئية وايجاد ثابت بلانك باستخدام مرشحات التداخل

## الظاهرة الكهروضوئية

في بداية القرن العشرين حدثت تغيرات جذرية في علم الفيزياء فقد اضافت العديد من التجارب العملية الجديدة نتائج لا تخضع لتغيرات القوانين الكلاسيكية ومن هذه التجارب تجربة الظاهرة الكهروضوئية ولتفسير هذه التجربة فان العالم اينشتاين افترض ان الضوء يسلك سلوك الجسيمات مثلما يسلك سلوك الموجات مستندا على النظرية الكمية التي تنص على ان الضوء ينتشر من المصدر على شكل كمات صغيرة جدا يمكن امتصاصها من قبل الكترون واحد وتشير النظرية الكمية بصورة مباشرة الى تردد الضوء الذي صفه موجية بحته وان هذه النظرية تتنبأ بصورة صحيحة بأن الطاقة العظمى للإلكترون الضوئي تعتمد على تردد الضوء الساقط وليس على شدته وايضا تفسر لماذا حتى الضوء الضعيف جدا يستطيع ان يبعث الكترونات. ومن اجل تفسير المشاهدات الجديدة المميزة نشأ مفهوم جديد نطلق عليه اليوم مفهوم الفيزياء الحديثة.

### المرشحات

يوجد نوعان من المرشحات الضوئية: ابسطها هي التي تمتص أشعة كهرومغناطيسية ، والنوع الثاني يعمل بطريقة التداخل dichroic filters وقد تكون معقدة جدا.

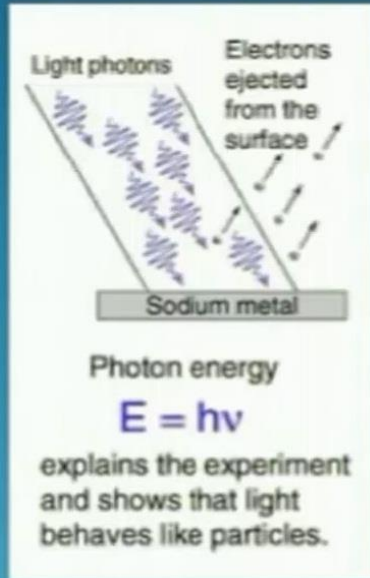
المرشح الضوئي يسمح بمرور الضوء الذي له طول موجة معينة ، مثل الأحمر أو الأخضر ويحجز ألوان الأخرى وتستخدم في التصوير وفي بعض الأجهزة الضوئية وللإضاءة.

مرشح التداخل في البصريات (بالإنجليزية: interference filter أو dichroic filter) هو مرشح ضوئي يقوم بعكس نطاق أو أكثر من الطيف أو يعكس خطأ من خطوط الطيف ، ويسمح بمرور الخطوط الأخرى من دون إضعاف خطوط الضوء المطلوبة. وعلى ذلك فيمكن أن يكون مرشحا لأطوال الموجات الضوئية القصيرة ، أو الموجات الضوئية الطويلة أو مرشح للضوء في نطاق معين بين الموجات الطويلة والقصيرة ، أو يحجز (أي لا يسمح بنفاذ) نطاقا معيناً من أطوال الموجة.

# Photoelectric Effect

الظاهرة الكهروضوئية هي إحدى الظواهر العديدة التي يمكن منها انبعاث الإلكترونات من سطح

مادة فمن هذه الظواهر ما يلي:



(1) الانبعاث الحراري Thermionic emission

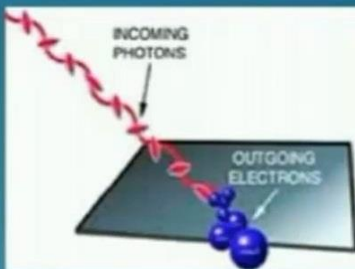
(2) الانبعاث الثانوي Secondary Emission

(3) الانبعاث الكهربائي Field Emission

(4) الانبعاث الكهروضوئي Photoelectric Emission

# Photoelectric Effect

الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي على سطح معدن فينتج عنه تحرير الإلكترونات من سطح المعدن. ولتفسير ما يحدث هو إن جزء من طاقة الشعاع الكهرومغناطيسي يمتصها الإلكترون المرتبط بالمعدن يتحرر منه ويكتسب طاقة حركية. وهذه العملية تعتمد على العديد من المتغيرات وهي:

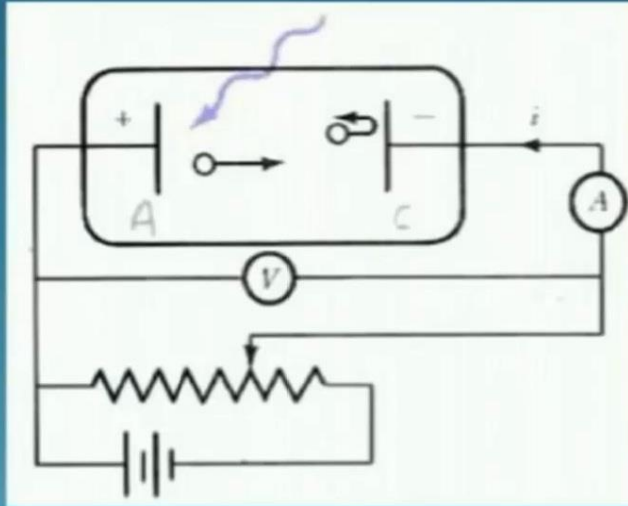


- تردد الشعاع الكهرومغناطيسي
- شدة الشعاع الكهرومغناطيسي
- التيار الفوتوضوئي الناتج
- طاقة حركة الإلكترون المتحرر من سطح المعدن
- نوع المعدن

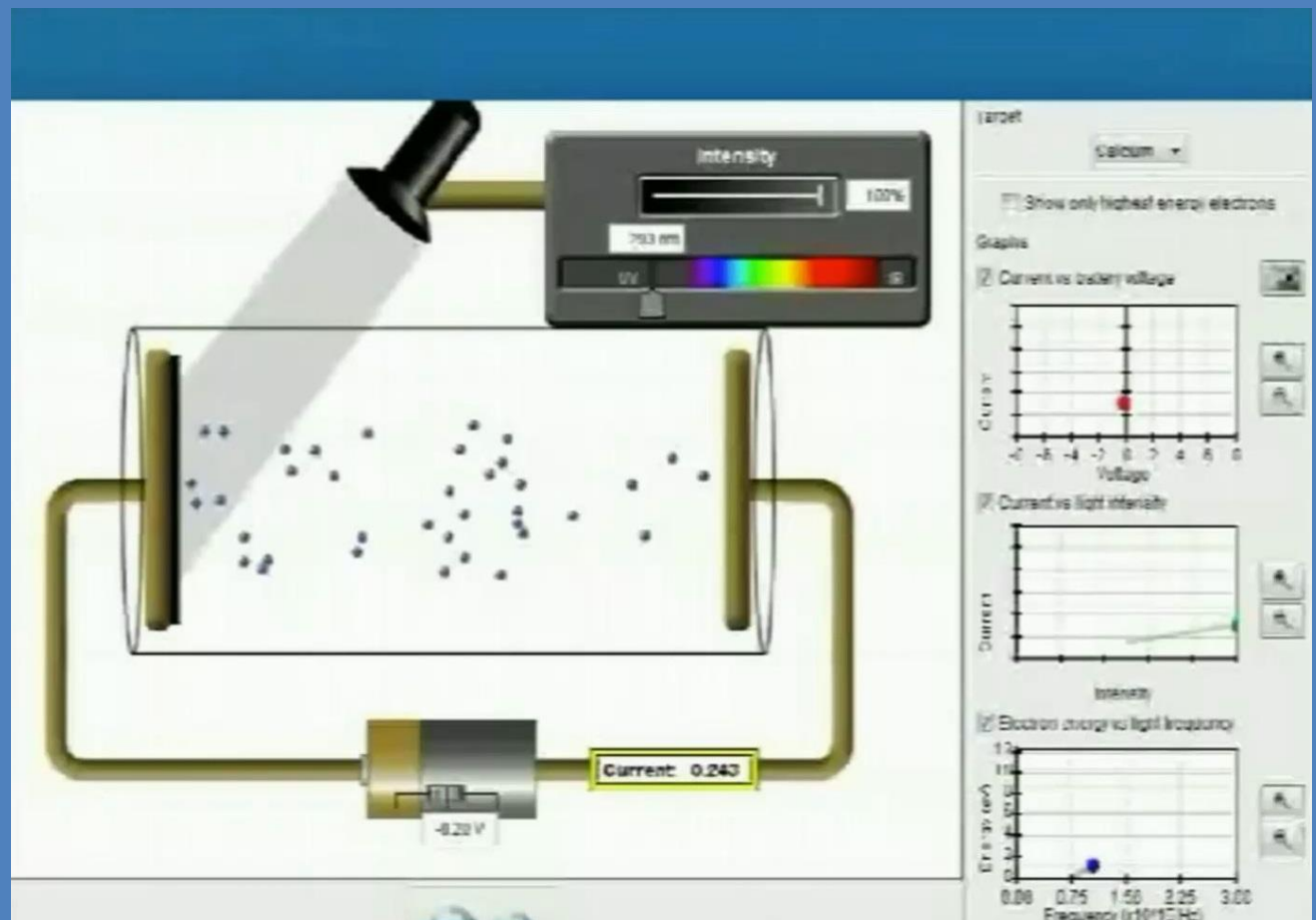
ولفهم تأثير كل عامل من العوامل السابقة فإننا سندرس تأثير العوامل السابقة على التيار الكهربائي الناتج والذي يسمى هنا التيار الفوتوضوئي photocurrent لأنه نتج عن تحرير الإلكترونات بواسطة الضوء (شعاع كهرومغناطيسي).

# Typical Experimental Setup

- Work done mostly by **Philipp Lenard**, Received the Nobel prize in Physics in 1902



عندما يسقط شعاع كهرومغناطيسي أحادي اللون **Monochromatic** على سطح معدن (الأنود) متصل مع الطرف الموجب للبطارية وموجود داخل وعاء مفرغ من الهواء وذلك لمنع تصادم الإلكترونات المتحررة بجزيئات الهواء .  
عندما تتحرر الإلكترونات من سطح المعدن ويتمكن من الوصول إلى اللوح السالب (الكاثود) - وفي الأغلب يكون من نفس مادة الأنود - فإن تيارا كهربيا يمر في الدائرة ويمكن قياسه من خلال الأميتر والذي يعبر عن شدة التيار الفوتوضوئي المار في الدائرة.  
كلما ازدادت عدد الإلكترونات المتحررة من سطح المعدن كلما كان التيار الناتج اكبر . (لاحظ هنا أن اتجاه التيار الاصطلاحي في عكس اتجاه حركة الإلكترونات).



## التفسير التقليدي وتفسير أينشتاين للظاهرة الكهروضوئية ( المفعول الكهروضوئي)

أولاً : التفسير التقليدي ( الكلاسيكي ) ( النظرية التقليدية):

- ذكرنا سابقاً بأن التفسير التقليدي ( الكلاسيكي ) للظاهرة الكهروضوئية مبني على النظرية الموجية لماكسويل ، التي ( ترى بأن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طيف متصل) ، وكان تفسير النظرية التقليدية على النحو التالي:

1- تنبأت هذه النظرية بأن شدة تيار الخلية الكهروضوئية تتناسب طردياً مع الشدة الضوئية وهذا يتوافق مع النتيجة الأولى لتجربة مليكان ، ولكن بقية تنبؤاتها تتناقض مع النتائج التجريبية.

2- تنبأت هذه النظرية بأن الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة تتناسب تناسباً طردياً مع شدة الضوء الساقط وليس مع تردده وهذا مخالف للنتائج التجريبية

3- لا تعترف هذه النظرية بالتردد الحرج أي أن انبعاث الإلكترونات من سطح المعدن يمكن أن يحدث عند أي تردد وهذا مخالف للنتائج التجريبية.

4- لا تعترف هذه النظرية بالانبعاث اللحظي وإنما تعتقد أن الإلكترونات تحتاج لوقت أطول لكي تنبعث إذا كانت شدة الضوء ضعيفة ( وهذا مخالف للنتائج التجريبية

5- لم تتنبأ هذه النظرية بالعلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط



## ثانياً : تفسير اينشتاين ( النظرية الكمية)

فسر أينشتاين الظاهرة الكهروضوئية عام 1905م وذلك بتبنيه فرضية ( مبدأ ) بلانك في تكميم الطاقة مع الأخذ بـ (نظرية جسيمات الموجات) أي الطبيعة المزدوجة للضوء ، ( رأى اينشتاين أن الإلكترونات المنبعثة من سطح المعدن تنسجم مع النظرية الجسيمية للضوء) وكان تفسيره متطابق مع كل نتائج تجربة مليكان ، وتفسيره على النحو التالي

1- ينبعث الضوء من مصادره على هيئة كمات صغيرة من الطاقة (جسيمات) تدعى " فوتونات " وكل فوتون له طاقة مقدارها  $(hf)$

2- يتصرف الفوتون كجسيم عندما يصطدم بالإلكترون سطح المعدن فيحدث تصادم بين كل فوتون مع إلكترون ( واحد لواحد ) فيفنى الفوتون ويعطي طاقته  $(hf)$  للإلكترون وعندها يحدث أحد الأمور التالية :

أ- إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج  $(f < f_0)$  لا تنبعث إلكترونات من سطح المعدن (الفلز) وذلك لأن طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة أقل من الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترونات من سطح المعدن دالة الشغل  $w_0$  .

ب - إذا كان تردد الضوء الساقط مساوياً للتردد الحرج  $(f = f_0)$  تنبعث إلكترونات ولكن بدون طاقة حركية (ط= صفر) وذلك لأن طاقة الفوتونات الساقطة تكون كافية لانتزاع الإلكترونات فقط أي تساوي دالة الشغل  $w_0$

ج - إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من التردد الحرج  $(f > f_0)$  فإن جزء من طاقة الفوتون تستخدم لتحرير الإلكترون من طاقة ربطه بالمعدن (دالة الشغل  $w_0 = hf_0$  وهي مقدار ثابت للفلز الواحد) وبقيّة طاقة الفوتون والتي تساوي  $(hf - hf_0)$  تظهر على شكل طاقة حركية للإلكترون  $KE = \frac{1}{2} mv^2$

## تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية

- 1- الوصلة الثنائية أحد مكونات الأجهزة الكهربائية التي تعتمد في تصنيعها على الظاهرة الكهروضوئية .
  - عند سقوط الفوتونات على سطح الفلز يتم امتصاص الفوتونات والذي يؤدي إلى انطلاق الإلكترونات وبالتالي تتغير قدرة الوصلة الثنائية .
  - من هذه الأجهزة جهاز الإنذار الماسح الضوئي في الكاميرا الذي يتحكم في اتساع فتحة الكاميرا.

## تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية

2- الظاهرة الكهروضوئية لها علاقة ما يحدث في عملية البناء الضوئي حيث تحتاج صبغة الكلوروفيل إلى تسع فوتونات من ضوء الشمس لتحويل جزء واحد من ثاني أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات نافعة وغاز الأكسجين





Modern Physics - 1

2 - تجارب في الفيزياء الحديثة      الدكتور سالم حسن الشماع

3 - فيزياء الالكترونيات      صبحي سعيد الراوي