

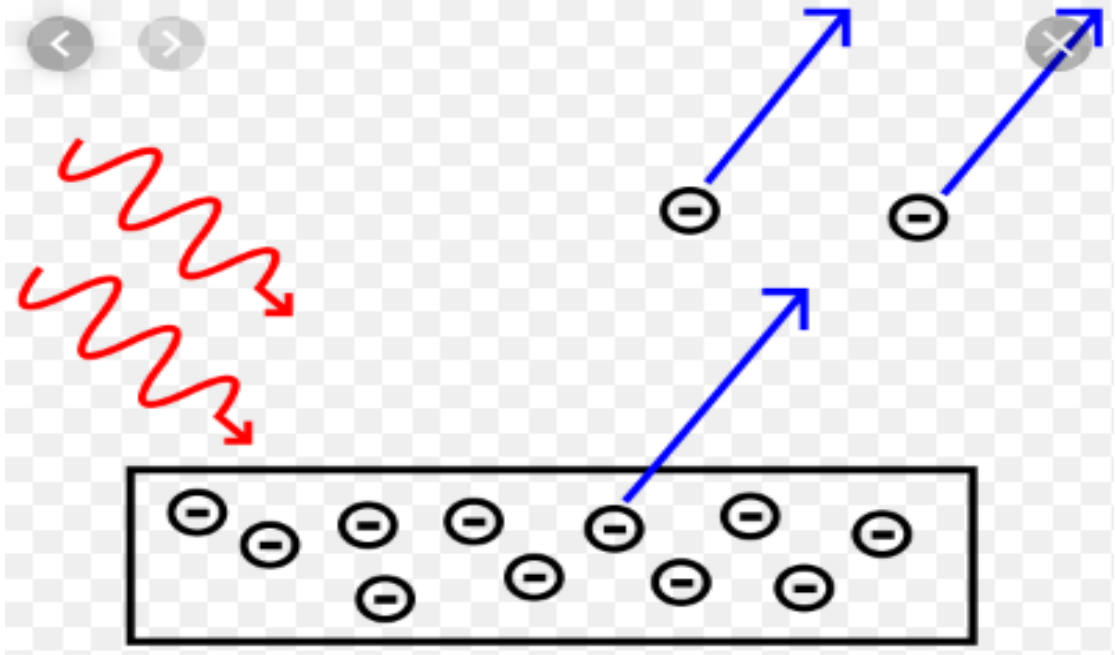
مقالة مقدمة من قبل طالبة الماجستير / منى طلب رشيد
جامعة تكريت / كلية العلوم / قسم الفيزياء

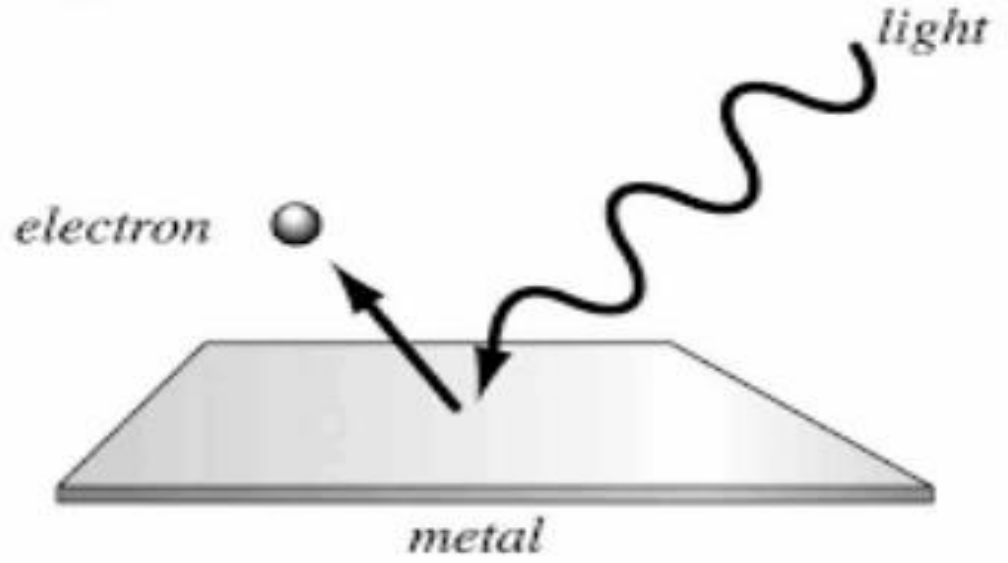
بغنوان

(الظاهرة الكهروضوئية وايجاد قيمة ثابت بلانك باستخدام مرشحات الحيود)

الظاهرة الكهروضوئية (photoelectric effect).

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.



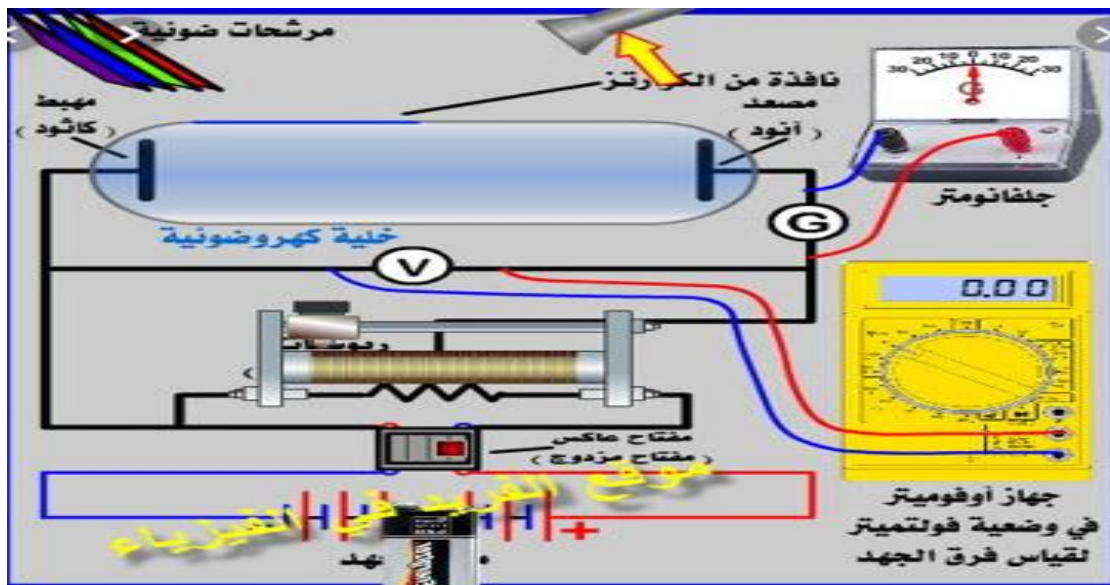


أي أن الطاقة الكهرومغناطيسية (الضوء) ذات الأطوال الموجية القصيرة تستطيع إذا أُسقطت على جسم صلب أن تجعله يبعث الإلكترونات. لكن الظاهرة كانت بحاجة لتفسير دقيق وفق مفاهيم مختلفة، وهو الأمر الذي عجز عنه (هيرتز) وجميع أتباع المدرسة الكلاسيكية آنذاك. حيث إن المفهوم السائد عن الضوء آنذاك مما جاء به (ماكسويل) 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 إشعاع 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

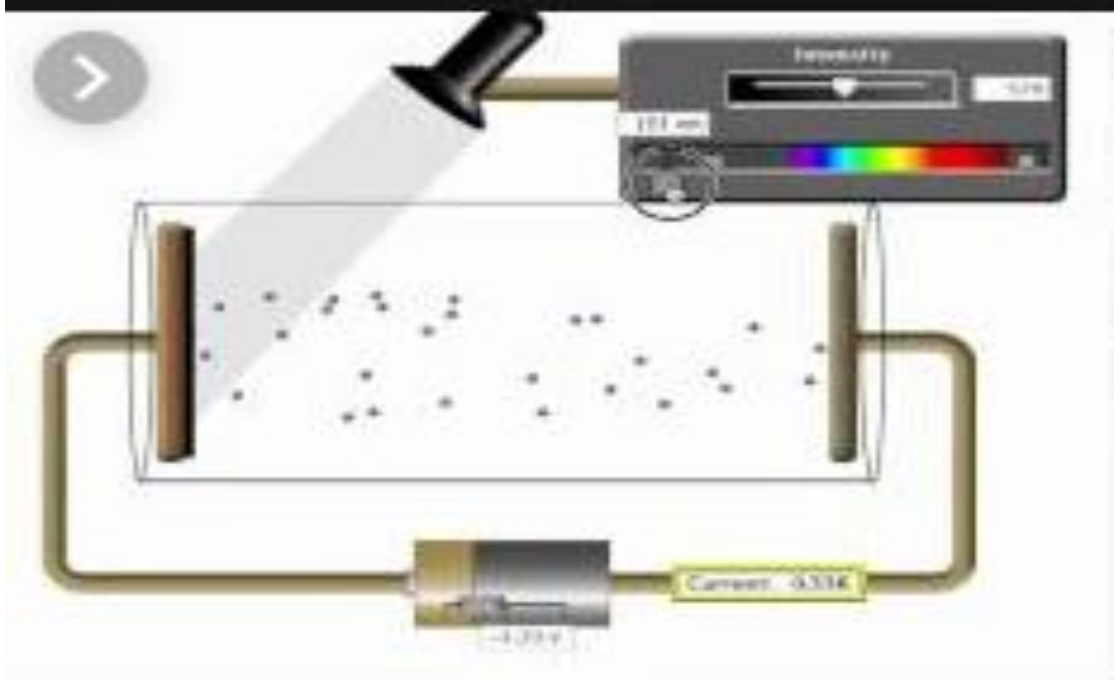
شرح الظاهرة : عندما يسقط الضوء على سطح لوح فلزي ما، فإن الفوتونات الضوئية تصطدم بالإلكترونات الموجودة داخل اللوح، (وهي إلكترونات حرة، كانت تتجول بين الذرات، وبعد أن اصطدمت الفوتونات بها تنطلق خارج اللوح أو كما يسمى الباعث). فإذا وصلنا ذلك السطح بآخر نسميه مُجمِّع، فإن الإلكترونات ستتجه من الباعث الى المُجمِّع مشكِّلةً تيار كهربائي ضوئي (photoelectric current). وإن الإلكترونات المنبعثة من اللوح بواسطة الضوء تسمى الإلكترونات الضوئية (photoelectric photons). 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 باختلاف طبيعة المادة) (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 الى 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



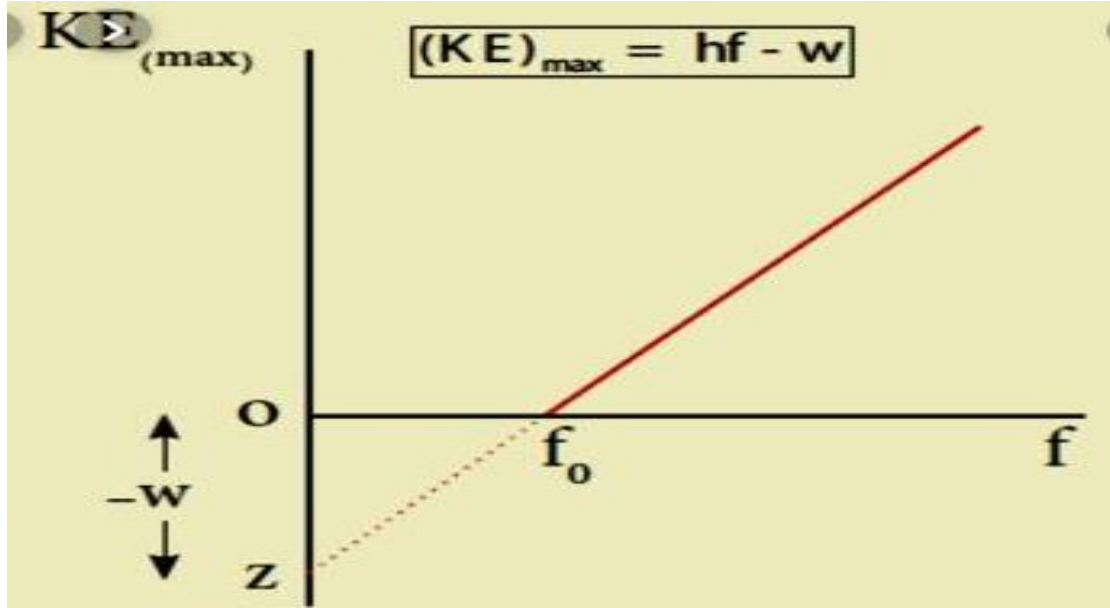
خصائص الظاهرة الكهروضوئية

أولاً : تتحقق الظاهرة الكهروضوئية إذا كان تردد الموجات الساقطة أكبر من تردد معين يسمى تردد العتبة

- تردد العتبة : هو أقل تردد للضوء الساقط يكفي لانبعاث الإلكترونات من سطح الفلز دون اكسابها طاقة حركية ويعتمد على نوع المادة التي تغطي سطح الكاثود

- ثانياً : يحدث الانبعاث الكهروضوئي بمجرد سقوط الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد المناسب على سطح الكاثود مهما كانت شدة هذه الموجات ضعيفة بمعنى أن تحقق الظاهرة لا يحتاج إلى 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



- W الشغل
- h : ثابت بلانك $h f_0$ دالة
- $1/2 mv^2 = (h f)$ 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 - فولتميتر - ميكروميتر
- خطوات العمل والملاحظات
- نسقط ضوء وحيد اللون على الكاثود
- عند توصيل الأنود بالقطب الموجب للبطارية والكاثود بالقطب السالب نستخدم موزع الجهد لزيادة فرق الجهد بالتدريج

- نلاحظ أن تزداد شدة التيار ثم تثبت (تصبح غير معتمدة على الفلطيّة) وتسمى القيمة تيار الاشباع
- شدة التيار الكهربائي تعتبر معيارا كميّا للظاهرة الكهروضوئية حيث أنه بزيادة شدة الضوء الساقط عند ثبوت فرق الجهد تزداد شدة التيار
- 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
- باستخدام المفتاح العاكس نبدل توصيل قطبي البطارية بحيث يتصل الأنود بقطبها السالب والكاثود بالقطب الموجب
- بزيادة الجهد السالب على الأنود بواسطة مقسم الجهد يزداد المجال المعاكس 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

المصادر

1- المدخل الى ميكانيكة الكم تأليف (ر . ديكه ، ج ويتكه)

2- اساسيات الفيزياء تأليف (فريديريك . ج . بوش) .

3 – الميكانيك الكوانتية تأليف (ا . سوكولوف ، ا .
تيرنوف ، ف . جوكوفسكي) ، ترجمة (محمد عبد)