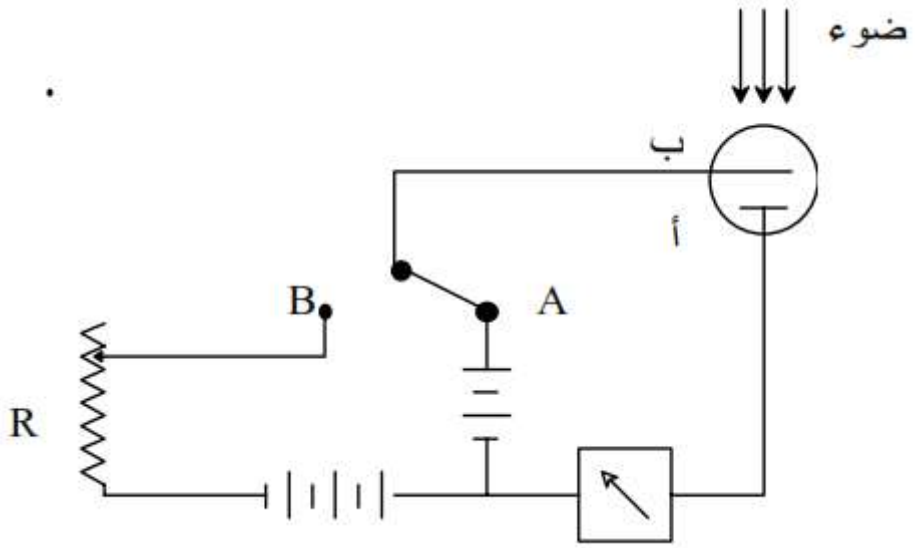
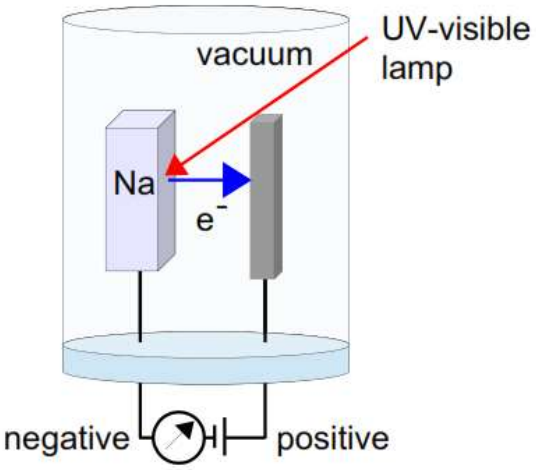
ظاهرة التأثير الكهروضوئي The Photoelectric Effect

رغم النجاحات التي تمخضت عن فرضية بلانك حول مفهوم تكميم الطاقة الا أنه لم تقبل هذه الفرضية من أغلب العلماء في ذلك الوقت ومن بينهم بلانك نفسه الى أن تفسير ظاهرة الأنبعاث الكهروضوئي بعد عدة سنوات من قبل اينشتاين بالأستناد الى الفريضة الأساسية لبلانك اعطى دعم اخر لتلك الفرضية.

تحصل ظاهرة التأثير الكهروضوئي نتيجة تشعيع سطح فلز معين بأشعاع ذو طول موجي مناسب بأستخدام تجربة الدائرة الكهربائية حيث يحتوي الأنبوب المفرغ على قطبين أحدهما (أ) مطلي بمادة حساسة للضوء photo sensitive وعند توصيل الدائرة من خلال المفتاح (A) فإن القطب (أ) يكون سالبا في حين أن القطب (ب) يكون موجبا .ويمر التيار في الدائرة فقط بعد سقوط الضوء على القطب (أ) حيث تنبعث منه إلكترونات تنجذب إلى القطب(ب) الموجب .وبمجرد وصولها إلى القطب (ب) تعتبر الدائرة مغلقة .ويمكن قراءة التيار في جهاز قياس التيار .كما يمكن تعيين طاقة الحركة للإلكترونات المنبعثة إذا تم توصيل الدائرة من خلال المفتاح (B) وفي هذه الحالة يكون القطب (ب) هو القطب السالب. وباستخدام المقاومة المتغيرة يمكن تغيير الجهد السالب حتى يمنع وصول الإلكترونات إلى القطب (ب) أي حتى تصبح قراءة الأمبير في هذه الحالة صفرا .وعندها تكافئ طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة ($\frac{1}{2} mv^2$) طاقة التنافر , أي ان $e.V. = \frac{1}{2} mv^2$ حيث الجهد V يسمى جهد الإيقاف Stopping Voltage .



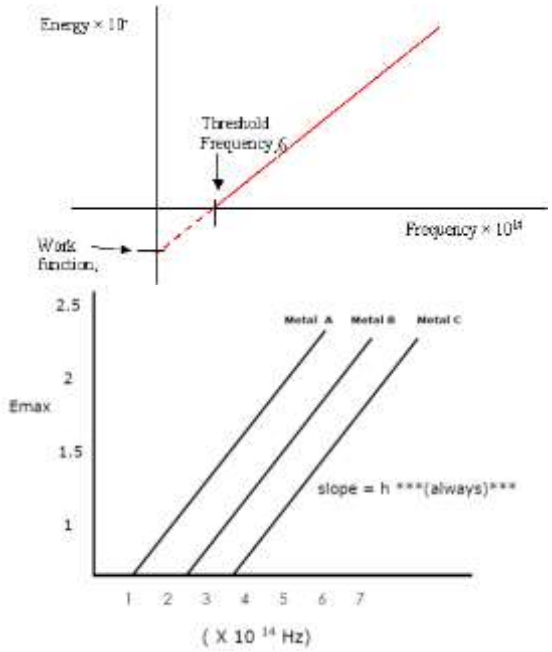


رسم تخطيطي للدائرة الكهربائية المستخدمة لدراسة ظاهرة التأثير الكهروضوئي

وقد تم ملاحظة الآتي عند إجراء هذه التجارب :

1. لاتنبعث الألكترونات الضوئية مالم يتجاوز تردد الأشعاع الساقط حداً معين يسمى تردد العتبة او التردد الفاصل Threshold frequency ν° وبغض النظر عن شدة الأشعاع الساقط.
2. الطاقة الحركية للألكترونات الضوئية تتناسب طرديا وبصورة خطية مع تردد الأشعاع الساقط ولاتتأثر بشدته.
3. يحصل التأثير الكهروضوئي وبشكل فوري عند مستويات الشدة الواطئة للطاقة الضوئية اذا تجاوز تردد الضوء حد العتبة.
4. تتناسب شدة التيار طرديا مع شدة الضوء الساقط.

كيمياء تربية بنات . الانبار



ولتفسير هذه الظواهر على أساس قوانين الفيزياء الكلاسيكية فإنه عند سقوط الموجة الضوئية على السطح الحساس يبدأ المعدن في امتصاص وتجميع هذه الطاقة الضوئية حتى يصل المخزون منها إلى الحد الكافي لخروج الإلكترونات. أي أن هناك فترة زمنية بين لحظة سقوط الضوء ولحظة خروج الإلكترونات. هذه الفترة الزمنية تزيد وتنقص حسب شدة الضوء الساقط .ولكن كما هو واضح من الملاحظات السالفة الذكر فإن خروج الإلكترونات من عدمه لا يعتمد إطلاقا على شدة الضوء و إنما على تردده .وحتى في حالة الموجات الضوئية الضعيفة والمميزة بتردد أعلى من التردد الفاصل فإن الإلكترونات تنبعث تلقائيا من السطح بدون أي تأخر زمني. وقد أعطى أينشتين تعليلا مرضيا لهذه الظاهرة باستخدام مبدأ الكم .حيث افترض أن الإلكترونات داخل المادة الصلبة مرتبطة بقوة تجاذب مع النواة. ولخروج هذه الإلكترونات من سطح المادة الصلبة لابد وأن تحصل على كمية من الطاقة تعادل أو تفوق قوة التجاذب هذه .وبتطبيق مبدأ بلانك على الموجات الضوئية تخيل أينشتين أن الضوء مكون من وحدات طاقة كل وحدة منها قائمة بذاتها ومستقلة تماما عن الوحدات الأخرى ولها طاقة $E = h \nu$ واطلق على وحدة الطاقة الضوئية الاسم فوتون Photon . وعند سقوط الضوء على السطح الحساس فإن أحد الإلكترونات على السطح مباشرة يمتص وحدة ضوئية واحدة Photon فإذا كانت قيمة هذه الوحدة من الطاقة تساوي أو أكبر من قوة تجاذب الإلكترون داخل الجسم الصلب فإن الإلكترون يترك السطح وينبعث إلى الخارج .أما إذا كانت طاقة الفوتون أقل من قوة التجاذب فإن الإلكترون لا يستطيع الانبعاث إلى خارج السطح .أي أن طاقة الوحدة وليست الطاقة الكلية هي التي تحدد ما إذا كان انبعاث الإلكترونات ممكنا أم لا .وكما هو واضح فإن طاقة الفوتون تعتمد أساسا على تردد الضوء الساقط وتعالج هذه الملاحظة الأولى في وجود التردد الفاصل. وعندما يكون تردد الضوء الساقط أكبر من التردد الفاصل فإن جزأ من الطاقة الممتصة يستهلك للتغلب على قوة التجاذب داخل الجسم الصلب (مقدار ثابت للفلز الواحد) والباقي من الطاقة يمثل طاقة حركة الإلكترون المنبعث

كيمياء تربية نبات تعليم الانترنت

$$\frac{1}{2} m v^2 = h \nu - h \nu^\circ$$
$$\frac{1}{2} m v^2 = h \nu - W$$
$$W = h \nu^\circ$$

حيث W تعبر عن الطاقة اللازمة للتغلب على قوة التجاذب وتسمى دالة الشغل Work Function . أما عدد الإلكترونات المنبعثة (شدة التيار) فإنه يتوقف على عدد الفوتونات الساقطة على السطح (شدة الموجات الضوئية) كما هو وارد في الملحوظة الثانية.

$$h\nu = \Phi + E_{KE} \qquad h\nu = \Phi + \tfrac{1}{2} m v^2$$

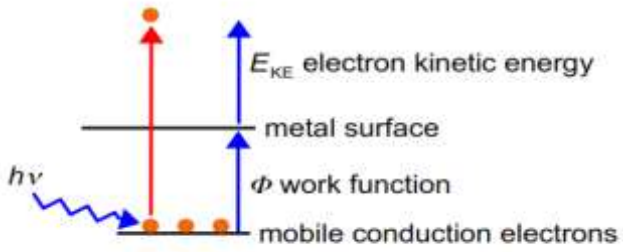


Figure 1.7: energy balance of the photoelectric effect.

ونخلص من هذه الظواهر إلى أن أينشتين أسس مبدأ جديدًا ومثيرًا طبق فيه مبدأ بلانك للكم على الضوء .فمن المعلوم أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تظهر خواص التداخل والانكسار وخلافه - ولا يمكن تعليل هذه الظواهر إلا على أساس الطبيعة الموجية للضوء .ولكن في حالة امتصاص أو انبعاث الضوء (تصرفه كصورة من صور الطاقة) فإن الضوء يظهر طبيعة مختلفة تمامًا هي طبيعة الجسيمات ويتصرف وكأنه مكون من وحدات مستقلة عن بعضها البعض تمتص وتفقد بصفة مستمرة .هذه الطبيعة المزدوجة للضوء Dual Nature of Light - جاءت كصدمة للعلماء في ذلك الوقت ولكنهم كانوا على استعداد لتقبلها نظرًا لاعتمادها على مبدأ بلانك ونجاحها في تعليل وشرح ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

كيمياء. تربية بنات. الانبار