جامعة الانبار

كلية التربية الأساسية / حديثة

قسم العلوم العامة

اسم التدريسي: م م مهند راغب جاسم السلماني

المرحلة الدراسية: الثاني

الفصل الدراسي: الاول

اسم المادة باللغة العربية: مختبر الفيزياء الحديثة

اسم المادة باللغة الإنكليزية: Modern physics laboratory

اسم المحاضرة باللغة العربية: تعيين ثابت بلانك

اسم المحاضرة باللغة الإنكليزية: Set Planck's constant

التجربة الثالثة

اسم التجربة : تعيين ثابت بلانك

الهدف من التجربة (Objects of the experiment):

1- حساب قيمة ثابت بلانك

2- ايجاد تردد العتبة

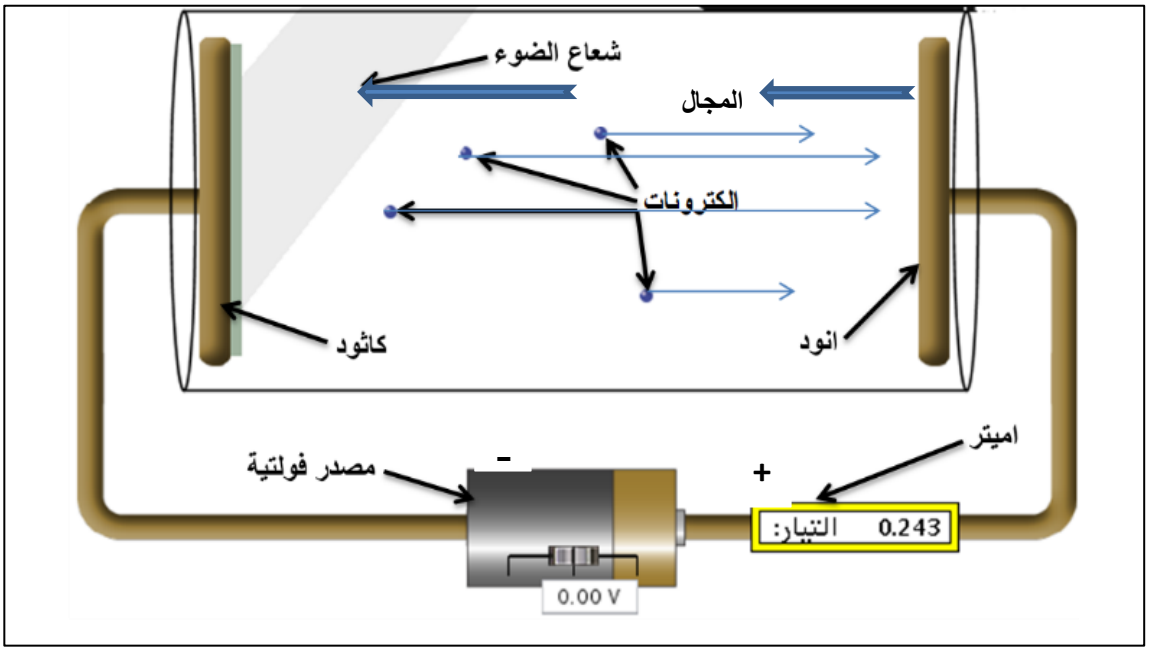
3- ايجاد دالة الشغل

نظرية التجربة (Theory)

من المعروف أن الموجات الكهرومغناطيسية ذات الأطوال الموجية القصيرة تتسبب في انبعاث الإلكترونات من سطح المعدن ، وتعرف هذه الظاهرة بالتأثير الكهروضوئي. أي ان الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند سقوط حزمة كهرومغناطيسية على سطح معدني مما يؤدي إلى إطلاق إلكترونات من سطح المعدن. وتعتمد هذه العملية على العديد من المتغيرات:

1. تردد الاشعاع الكهرومغناطيسي.
2. شدة الاشعاع الكهرومغناطيسي.
3. التيار الكهروضوئي الناتج.
4. الطاقة الحركية للإلكترون المنبعثة من سطح المعدن.
5. نوع المعدن.

لفهم تأثير كل من العوامل السابقة سنقوم بدراسة تأثير العوامل السابقة على التيار الناتج الذي يسمى التيار الكهروضوئي لأن الإلكترونات تم إطلاقها بواسطة الضوء (التيار الضوئي).



الشكل (1) : يوضح الجهاز المستخدم لهذا الغرض.

عندما يسقط شعاع كهرومغناطيسي أحادي اللون على سطح معدني (كاثود) مرتبط بالطرف السالب للبطارية, (يقع الكاثود داخل وعاء فارغ لمنع تصادم الإلكترونات المنبعثة مع جزيئات الهواء).

عندما تنطلق الإلكترونات من المعدن وتكون قادرة على الوصول إلى اللوحة الموجبة (الأنود) فانه سيمر التيار الكهربائي عبر الدائرة ويمكن قياسه من خلال أجهزة قياس التيار(الاميتر) التي تعبر عن شدة التيار الكهروضوئي التي تمر عبر الدائرة . كلما زاد عدد الإلكترونات المنبعثة من سطح المعدن كلما زاد التيار الناتج.

نلاحظ أنه

1- تختلف طاقة الإلكترونات المنبعثة من الأنود.

2- تعمل الطاقة الكهربائية المتولدة من المجال الكهربائي بين الكاثود والأنود في الاتجاه المعاكس لحركة الإلكترونات (أن اتجاه المجال الكهربائي هو من القطب الموجب الى القطب السالب وحركة الالكترونات هنا من القطب السالب الى القطب الموجب وهذا يعني ان اتجاه حركة المجال كهربائي وحركة الالكترونات متعاكسة).

3- أن تكون طاقة الإلكترونات مساوية للشغل الذي يقوم به المجال الكهربائي من خلال العلاقة التالية:

كما نعلم انه :

$$\boldsymbol{E = hv} \quad \text{..... (1)}$$

عندما تصطدم اشعة الضوء (طاقة الفوتون) $(\boldsymbol{hv})$ بالسطح المعدني (الكاثود) ، فان الالكترونات الموجودة بالسطح المعدني (الكاثود) سوف تمتص طاقة الفوتون بالكامل وتنطلق الإلكترونات الموجودة بالكاثود بأقصى طاقة حركية لها وهي ($\boldsymbol{K.E_{max}}$) ، والتي تُعطى على النحو التالي:

$$\boldsymbol{K.E_{max} = \frac{1}{2}mv^2 = hv - \emptyset_m} \quad \text{.....} \quad (2)$$

دالة الشغل ($\emptyset_m$): - هي أقل طاقة لازمة لإزالة إلكترون من سطح معدن معين.

$$\boldsymbol{\emptyset_m = hv_o} \quad \text{.....(3)}$$

تردد العتبة ($\boldsymbol{v_o}$): - هو التردد المطلوب لانبعاث إلكترون من سطح المعدن ولكل فلز تردد عتبة مختلف .

بتعويض معادلة (3) في معادلة (2) نحصل على:

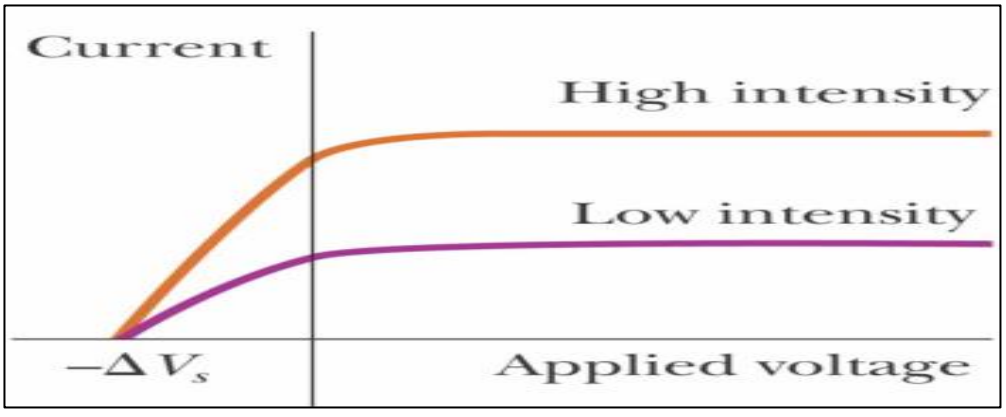
$$K.E_{max} = h(v - v_o) \quad \text{أو} \quad K.E_{max} = \frac{1}{2}mv^2 = (hv - hv_o) \quad \ldots\ldots (4)$$

معادلة (4) هي علاقة اينشتاين التي تفسر الظاهرة الكهروضوئية بشكل جيد ومن خلال هذه العلاقة يمكن استنتاج ما يلي ((نجاح الميكانيك الكمي في تفسير الظاهرة الكهروضوئية)) :

1- تنبعث الالكترونات الضوئية فقط اذا كانت طاقة الفوتون الساقطة اكبر من تردد العتبة للمعدن (أي أن $\nu > \nu_\circ$)

2- اذا كان تردد الفوتون الساقط (ν) اكبر من تردد العتبة ($\nu_\circ$) فان الالكترونات الضوئية الساقطة سوف تبعث طاقة مساوية الى دالة الشغل ($h\nu = \phi_m$) .

ويمكن قياس الطاقة الحركية العظمى ($K.E_{max}$) للإلكترونات المنبعثة عمليًا عن طريق تطبيق جهد كهربائي سالب على الأنود حيث ستنخفض حركة الإلكترونات حتى يصبح تيار الأنود مساويًا للصفر ، والجهد يعرف عندها بجهد الايقاف (V_s) و يُعرف تيار الأنود الذي يساوي الصفر بجهد الايقاف (V_s). والشكل (7) يوضح ذلك :



شكل (2):علاقة التيار مع الجهد المطبق

$$K.E_{max} = qV_S \quad \text{.....(5)}$$

حيث

(E): طاقة الفوتون. (h):ثابت بلانك.(v) : - تردد الضوء الساقط. ($K.E_{max}$)- الطاقة الحركية القصوى. (V_S): - جهد الايقاف. (q) : - شحنة الإلكترون.

نساوي المعادلتين (4) و (5):

$$K.E_{max} = qV_S = h(v - v_o) \quad \text{..... (6)}$$

من خلال ما تم شرحه مسبقاً نستنتج ان الفيزياء الكلاسيكية قد فشلت في تفسير الظاهرة الكهروضوئية في انها :

1- لم تستطع اعطاء أي تفسير لتردد العتبة.

2- تنطلق الالكترونات التي تغادر سطح المعدن بطاقة حركية مساوية للصفر.

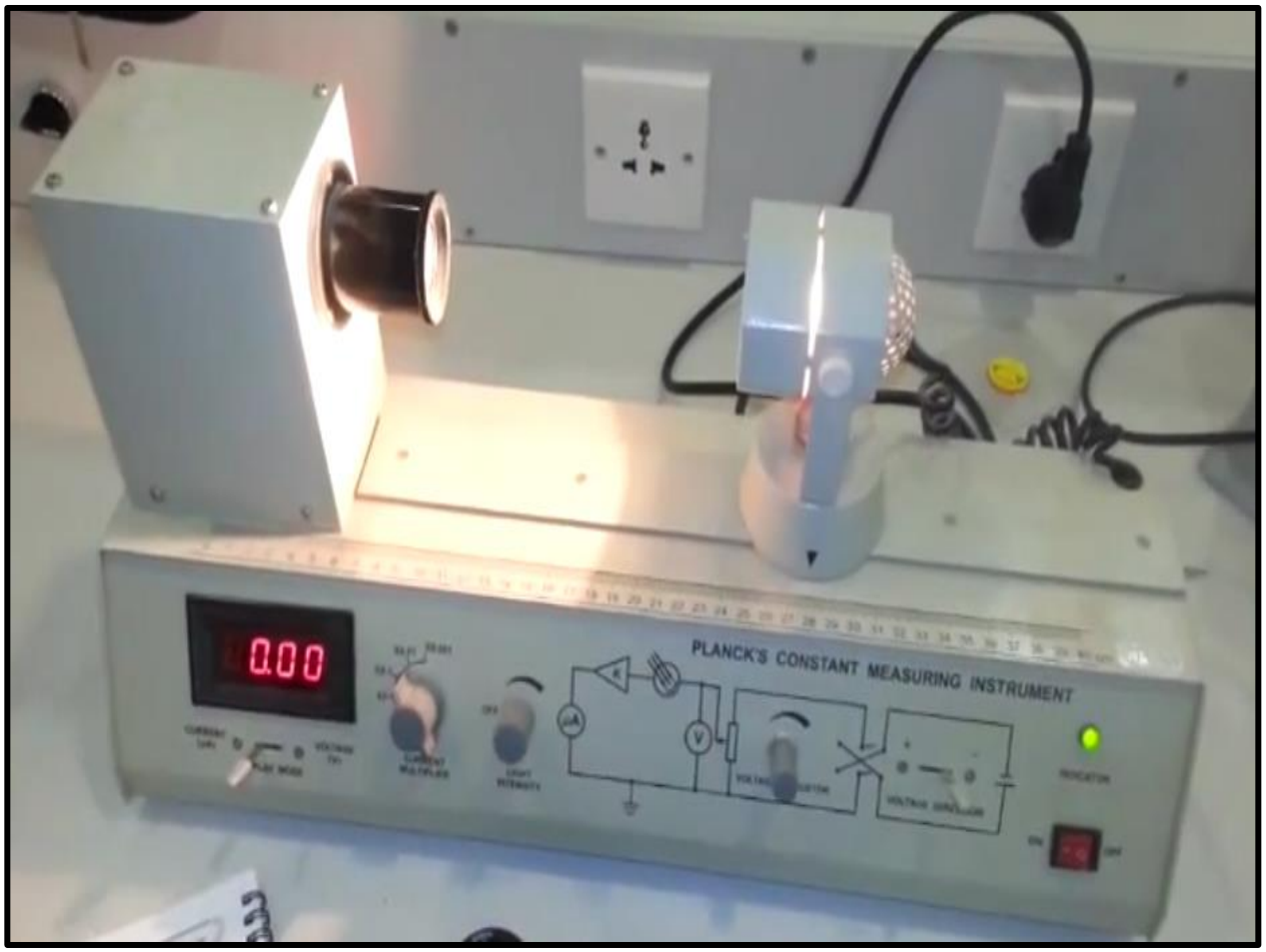
3- تشير الى ان الزمن اللازم لامتصاص الطاقة اللازمة لفصل الالكترون من المعدن هو 10 sec.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1- خلية كهروضوئية 2- مصباح زئبقي ذو ضغط عالي

3- مجهز قدرة (AC) 4- مضخم تيار

5- فولتميتر 6- عدد من المرشحات الملونة 7- مفتاح



شكل (3): الجهاز المستخدم

شكل(4): مجموعة من الالوان (مرشحات) ذات الاطوال الموجية المختلفة

طريقة العمل (Experimental) :

1- شغل الجهاز ثم ضع شريحة اللون الازرق على الجهاز .

2- حول المفتاح الخاص بالفولتية الى مفتاح التيار .

3- قم بضبط قيمة التيار الى ان تصبح صفراً.

4- قم بتحويل مفتاح التيار الى المفتاح الخاص بالفولتية (الجهد).

5- ضع الشرائح الاخرى ثم كرر الخطوة (4 , 3 , 2) على التوالي.

6- سجل بياناتك كما في الجدول التالي :

اللون	$\lambda(\text{nm})$	$\frac{1}{\lambda}(\text{nm})$	V_s	$f\ (\text{Hz})$
الازرق	475	0.0021	1.8	
الاخضر	520	0.00192	1.2	
الاصفر	540	0.00185	0.9	
البرتقالي	565	0.00176	0.7	
الاحمر	678	0.00147	0.2	

ملاحظة / يمكن حساب التردد من خلال العلاقة التالية :

$$f\ (\text{Hz}) = \frac{c\left(\frac{m}{\text{sec}}\right)}{\lambda(m)}$$

حيث ان سرعة الضوء في الفراغ هي $3\times10^8\left(\frac{m}{\text{sec}}\right)$

7- ارسم بيانياً بين V_s على المحور الصادي وبين $\frac{1}{\lambda}$ على المحور السيني . ثم احسب الميل (Slope) .

8- احسب ثابت بلانك (h) وذلك من خلال العلاقة :

$$slope = \frac{V_S}{1/\lambda} = V_S \lambda \qquad \text{.....(a)}$$

$$E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda} = qV_s$$

$$\Rightarrow h\frac{c}{\lambda} = qV_S$$

$$\Rightarrow h = \frac{qV_S\lambda}{c} \qquad \text{.....(b)}$$

نعوض معادلة (b) في معادلة (a) سنحصل على :

$$\Rightarrow h = \frac{q}{c} \times slope$$

حيث ان (q): شحنة الالكترون وتساوي $q = 1.6\times10^{-19}c$

علماً ان قيمة ثابت بلانك الحقيقية هي $h = 6.62\times10^{-34}\, j.\sec$

9- احسب تردد العتبة من خلال العلاقة رقم (2) واحسب دالة الشغل من خلال العلاقة رقم (3) . علماً ان سرعة الالكترون $6.2\times10^{6}\left(\frac{m}{\sec}\right)$ و ان كتلة الالكترون هي $(9.11\times10^{-31}kg)$.

الاسئلة :

1- ما المقصود بالظاهرة الكهروضوئية ؟ اشرحها بالتفصيل

2- على ماذا يعتمد كل من :

a- الطول الموجي للضوء ؟ b- طاقة موجة الضوء ؟

3- ما الذي يحدد لون الضوء ؟ مع ذكر الوان الطيف والاطوال الموجية الخاصة بها ؟