Part Seven القسم السابع

Modern Physics الفيزياء الحديثة

31- قياس ثابت بلانك

Determining Planck's Constant

obeikandl.com

obeikandl.com

Experiment No (31) تجربة رقم (31)

اسم التجربة : قياس ثابت بلانك
Experiment Name: Determining Planck's Constant

Experiment Theory (31.1) نظرية التجربة

هذه هي واحدة من التجارب الهامة جداً في الفيزياء الحديثة (*Modern Physics*) وتحديداً في موضوع الفيزياء الذرية (*Atomic Physics*)، وتعتمد التجربة هذه أساساً على ظاهرة التأثير الكهروضوئي لإيجاد ثابت بلانك عددياً. إن الصيغة الرياضية لهذه الظاهرة هي:

$$h.\nu = \Phi + k_m \qquad \ldots\ldots (1)$$

حيث أن :

h : هو ثابت بلانك *Planck's Constant*.

ν: هو تردد الأشعة الضوئية الساقطة على الصفيحة المعدنية (*Plate*) والمقدار($h.\nu$) يمثل الطاقة التي يحملها الفوتون إلى سطح الصفيحة المعدنية (*Photon energy*).

Φ: هو دالة الشغل لمعدن الصفيحة (*Work function*)، وهو عبارة عن الطاقة التي لابد من تزويد الإلكترونات المعدنية بها كي تتغلب على المجال الكهربائي الموجود على سطح المعدن والذي يحول دون تحررها.

obeikandl.com

k_m: هي أقصى قيمة للطاقة الحركية التي يمتلكها الإلكترون المتحرر من سطح المعدن بعد تعرضه للأشعة الضوئية. وهي عادة تساوي :

$$k_m = eV_0 = \frac{1}{2} m_e \vartheta^2 \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث (e) هي شحنة الإلكترون، (V_0) هو جهد الإيقاف (*Stopping potential*)، وسمي كذلك لأنه الجهد اللازم لإيقاف الإلكترونات الأكثر سرعة، أي أنه الجهد الذي يجعل التيار الكهروضوئي (*Photoelectric current*) مساوياً للصفر، (m_e) هي كتلة الإلكترون، (ϑ) هي سرعته.

وهكذا ومن معرفة (Φ) دالة الشغل لمعدن الصفيحة، (V_0) جهد الإيقاف في التجربة، وتردد الأشعة الضوئية (*Frequency*) (ν) لا يبقى سوى مجهولاً واحداً في المعادلة رقم (1)، ألا وهو (h)، ثابت بلانك، والذي يمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية:

$$h = e\frac{\Delta V_\circ}{\Delta \nu} \qquad \ldots\ldots (3)$$

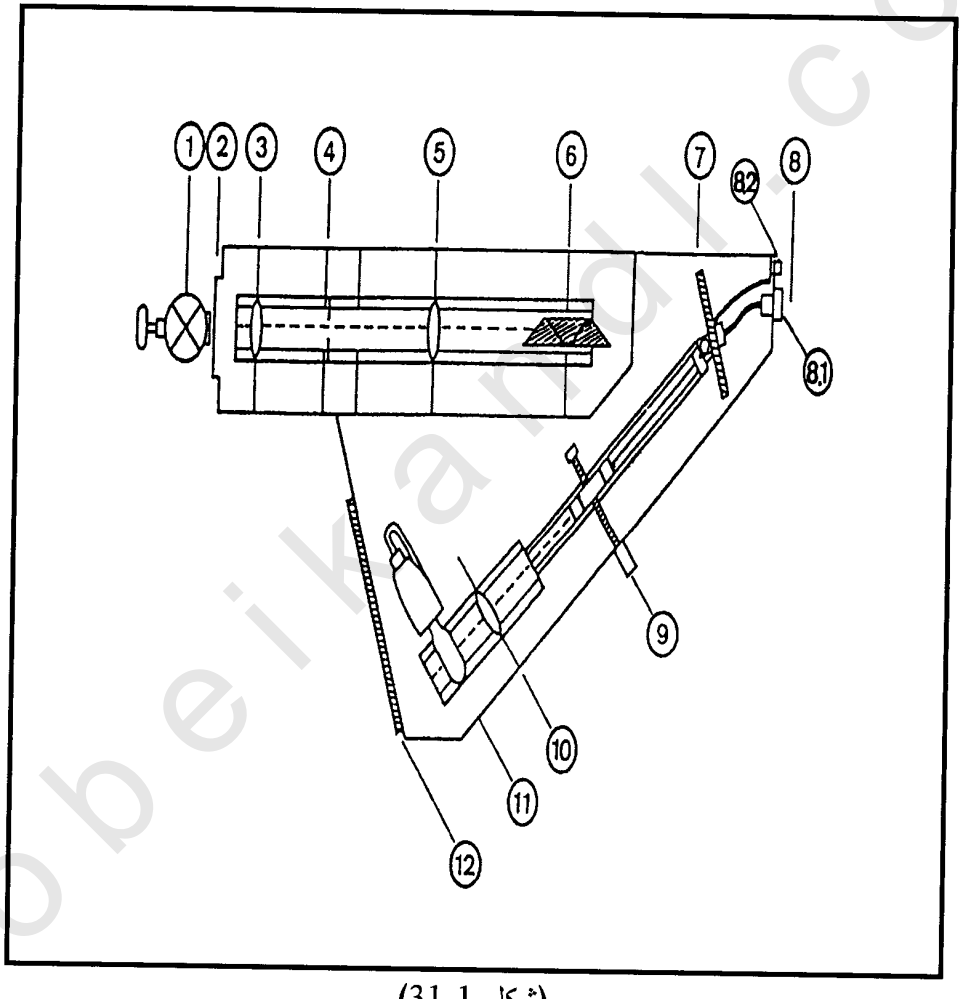
(31.2) الغرض من التجربة *Experiment Goal*

قياس ثابت بلانك (*Planck's constant*) عملياً.

(31.3) الأجهزة المستخدمة *Apparatus*

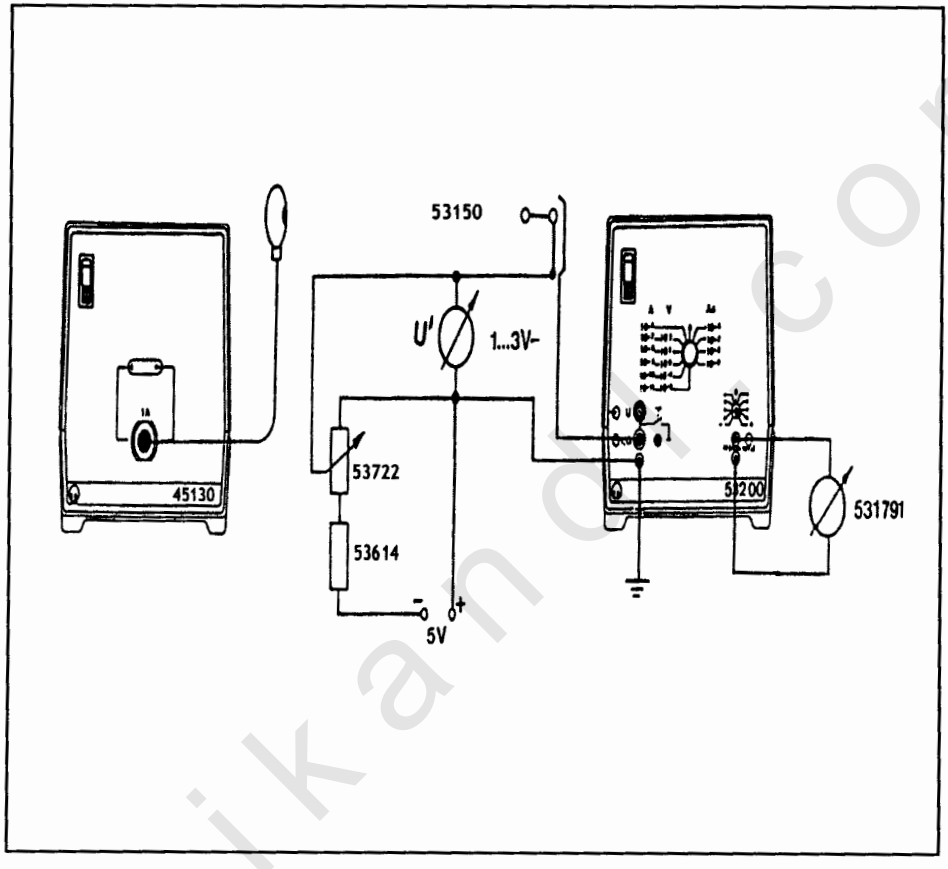
خلية كهروضوئية (*Photo cell*)، تنسيق مرتب لمجموعة من العدســـات والمرايا على شكل مجموعة ضوئية واحدة (*Compact arrngment*).

انظر الشكلين (1) و (2) :



(شكل 31.1)

obeikandl.com



(شكل 31.2)

يلاحظ في الشكل (31.1) أن المجموعة الضوئية تتكون من مصدر ضوئي زئبقي (*High pressure mercury lamp*)، صفيحة زجاجية منزلقة (*Slider glass*)، عدسة لامة (*Converging lens*)، شق ضيق (*Slit*)، عدسة للإظهار الصورة (*Imaging lens*)، موشور (*Direct vision prism*)، مقياس طيفي

خطي (*Measuring line connection*)، ذراع محوري مسنن (*Threaded guide of the swiveling arm*)، عدسة أخرى لامة (*Converging lens with slit diagram*)، خلية ضوئية (*Photo cell*)، موضع توصيل مع مضخم القياس (*Connection for measuring amplifier*)، نافذة صغيرة مزودة بحاجز معتم (*Window and dimming slider*).

(31.4) طريقة العمل *Procedure*

1- نحتاج للقيام بهذه التجربة إلى غرفة مظلمة جزئياً، أي يكتفى بإسدال الستائر وإطفاء الأنوار داخل المعمل، نقوم بعد ذلك بالتحكم بالذراع المحوري المسنن حتى نستطيع رؤية ظل المؤشر المثبت عليه من خلال النافذة الصغيرة.

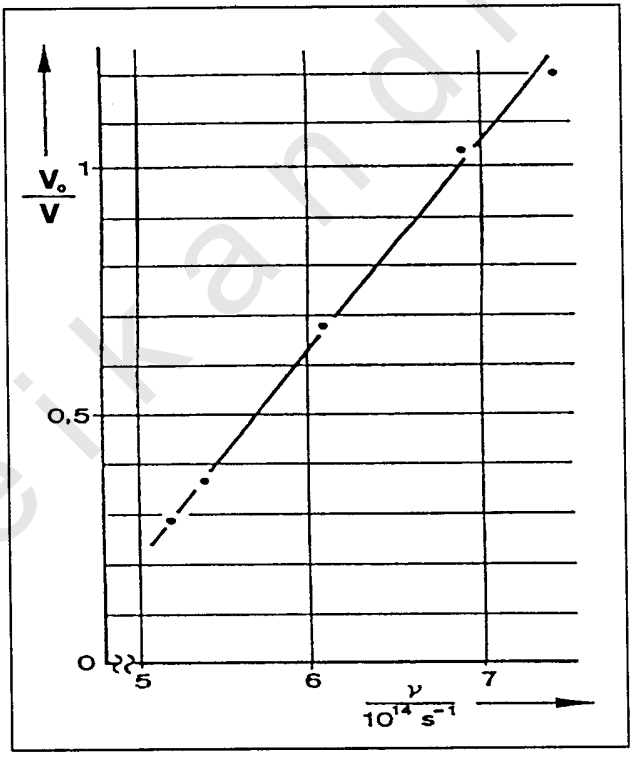
2- نقوم بعد ذلك بتحريك الذراع المحوري المسنن حتى نتمكن من رؤية اللون الأصفر (*yellow light*) ونضبط عنده فولتية المهبط السالبة (*negative anode potential* V_0).

3- نقوم الآن بتغطية نافذة الرؤية بواسطة الحاجز المعتم، ثم نضع الفولتية ($V' = 0$)، انظر الشكل (31.2) بواسطة المقاومة المتغيرة، ثم نقرأ التيار الكهروضوئي (I_0)، بعدها نبدأ بزيادة (V') إلى أن يصبح التيار مساوياً إلى الصفر ($I' = 0$)، ثم ندون مقدار الفولتية عنده والتي تساوي (V_0).

4- نكرر الخطوات السابقة للألوان، الأخضر *Green*، الأزرق التركوازي *Turquoise Blue*، البنفسجي *Violet*، مستخدمين الذراع المسنن للانتقال من لون إلى آخر، ثم ندون قراءاتنا في الجدول الآتي :

Mercury *Spectrum Color* لون الطيف	*Mercury* *Colors of Frequency* التـــردد ϑ	*Negative* *anode Potential* فولتية المهبط السالبة V_0
Yellow الأصفر	5.19 X 10^{14} s^{-1}	
Green الأخضر	5.49 X 10^{14} s^{-1}	
T.Blue الأزرق التركوازي	6.08 X 10^{14} s^{-1}	
Violet البنفسجي	7.41 X 10^{14} s^{-1}	

5- ارسم العلاقة البيانية بين (V_0) فولتية المهبط السالبة مقاسة بـــالفولت وتـــردد الألوان *Frequency* (ϑ) مقاسا بالثانية لـــلأس ســـالب واحـــد أو الـــهيرتز *Hertz* لتحصل على الخط البياني المبين بالشكل (31.3).



(شكل 31.3)

obeikandl.com

6- نقوم الآن بإيجاد ميل الخط المستقيم ، والذي يساوي :

$$Slope = \frac{\Delta V_o}{\Delta \nu} = 4.28 \times 10^{-15}\ Vs$$

ثم نعوض ذلك في المعادلة رقم (3) لنحصل على :

$$h = e\frac{\Delta V}{\Delta \nu}$$

حيث إن :

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

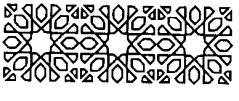
$$h = (1.6 \times 10^{-19} C)(4.28 \times 10^{-15} Vs)$$

$$= 6.86 \times 10^{-34} Ws^2.$$

حيث إن القيمة النظرية له هي :

$$h = 6.625 \times 10^{-34} Ws^2.$$

أي بخطأ مقداره 3.5% وذلك بالنسبة لتجربتنا هذه وضمن المواصفات التي ذكرناها.



obeikandl.com

1- ناقش النتائج التي حصلت عليها ، ثم قارن بين المقدار العددي لثـابت بلانـك الذي حصلت عليه عملياً والثبت العددي الذي أوجده ميلكان.

2- استخدم المعادلة رقم (1) أو المعادلة رقم (3) لاشتقاق وحدة قياس الثـابت (h) في النظام العددي للقياس (SI).

3- أوجد حسابيا نسبة الخطأ في النتيجة العملية التي حصلـت عليـها فـي هـذه التجربة.

obeikandl.com

المراجع العربية

1- **الفيزياء النظرية الأساسية**

د. مروان أحمد الفهاد العبيكان 1420 هـ

2- **تطبيقات عملية في الكهرباء والإلكترونيات**

د. أمجد كرجية د. صبحي الراوي ، أ. يحيى عبد الحميد

جامعة الموصل 1985م

3- **الفيزياء التجريبية والمختبر**

د. محمد عبد المقصود الجمال دار الراتب الجامعية

4- **الفيزياء التجريبية للسنوات الأولى الجامعية**

مجموعة من المدرسين مطابع جامعة الملك سعود

5- **الطبيعة العملية (الجزء الأول – الجزء الثاني)**

د. محي الدين قناوي ، د. إبراهيم محمد عبد الوهاب

مكتبة الفلاح – الكويت

6- **أساسيات الفيزياء (الجزء الثالث)**

د. أحمد شوقي عمار دار الراتب الجامعية

7- **الفيزياء العملية (الجزء الأول)**

د. صبحي رجب عطا الله ، د. فتحي عوض محمد جاسم

عمادة شئون المكتبات – جامعة الملك سعود

obeikandl.com

English References

1- **Fundamentals of physics**
Halliday. Resnick. Walker
John Willey & Sons 1997

2- **Practical physics (SI)**
E. Armitage
Cox & Wyman Ltd. 1972

3- **Physics laboratory experiments**
Philip Dilavore
Stipes, IL 1995

4- **A Text – Book of Heat**
G.R. Noakes
Macmillan & CoLtd. 1965

obeikandl.com