الظاهرة الكهروضوئية

(تعيين ثابت بلانك)

الهدف من التجربة:

- **تعريف الأثر الكهروضوئي.**
- **حساب ثابت بلانك.**

نظرية التجربة:

الظاهرة الكهروضوئية هي عملية انبعاث الإلكترونات من أسطح المعادن عندما يسقط عليها إشعاع كهرومغناطيسي ذي طول موجي مناسب. فيمتص الإلكترون المرتبط بالمعدن جزء من طاقة الشعاع الكهرومغناطيسي فيتحرر منه ويكتسب طاقة حركة (ويسمى هذا الإلكترون بالإلكترون الضوئي). ونتيجة لتحرر هذه الالكترونات يتولد تيار يسمى بالتيار الكهروضوئي. و حيث أن الشعاع الضوئي ذو التردد ν يحتوي على عدد من الفوتونات طاقة كل فوتون:

$$E = h\nu \qquad (1)$$

حيث $h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$ هو ثابت بلانك (Planck constant)

فإن شرط إنطلاق الإلكترون وتحرره من سطح المعدن أن لا تقل طاقة الفوتون الساقط والتي يمتصها الإلكترون في سطح المعدن عن حد معين من الطاقة يسمى دالة الشغل ϕ (function work) للمعدن. أما الطاقة التي تزيد عن دالة الشغل فإنها تتحول إلى طاقة حركة ينطلق بها الإلكترون.وتعطى أقصى طاقة حركة للإلكترون المنطلق بالمعادلة:

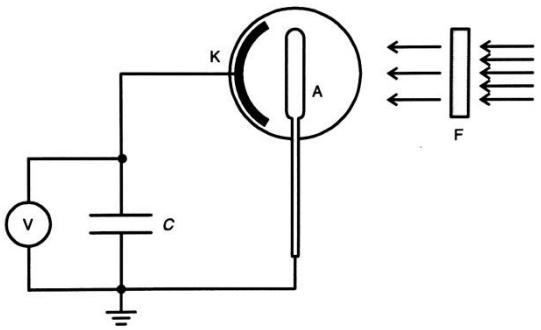
$$\left(\frac{1}{2}mV^2\right)_{max} = h\nu - \phi \qquad (2)$$

فإذا كانت دالة الشغل $h\nu = \phi$ فإن طاقة الحركة تساوي صفرا وتكون الطاقة قد حررت الإلكترون من سطح المعدن. و يعرف التردد عند هذا الوضع بالتردد الحرج للمعدن:

$$\nu_c = \frac{\phi}{h} \qquad (3)$$

وهكذا فإن الأشعة التي ترددها أقل من ν_c لا تحرر الإلكترون من سطح المعدن.

وتتكون الخلية الكهروضوئية من سطح معدني حساس وهو ما يعرف بالمهبط وسلك رفيع يوضع أما السطح المعدني ويعرف بالمصعد ويوضع المصعد والمهبط في أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء ويتصل كل منهما بمسرى لتوصيله في الدائرة الكهربائية، كما هو موضح في الشكل التالي.



وعند توصيل المصعد بالقطب السالب للبطارية نجد أن التيار يقل بزيادة الجهد السالب على المصعد حتى يصبح مساويا للصفر عند قيمة معينة للجهد تعرف بجهد الإيقاف (stopping potential) U_O، فتكون الطاقة الحركية القصوى للإلكترون:

$$\left(\frac{1}{2}mV^2\right)_{max} = eU_O \qquad (4)$$

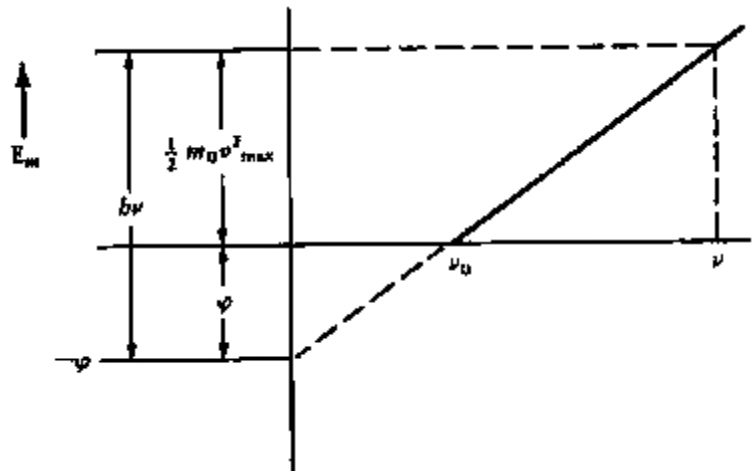
فتصبح المعادلة (2):

$$eU_O = h\nu - \phi$$

وبقسمة المعادلة على e نحصل على:

$$U_O = \frac{h}{e}\nu - \frac{\phi}{e}$$

نلاحظ من هذه المعادلة إن طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية يجب أن تكون أكبر من دالة الشغل للحصول على تيار كهربي.
إذا رسمنا التردد مع طاقة حركة الإلكترون، نجد أن المعادلة أعلاه هي معادلة خط مستقيم، كما هو موّضح في الشكل التالي:



الأدوات المستخدمة:

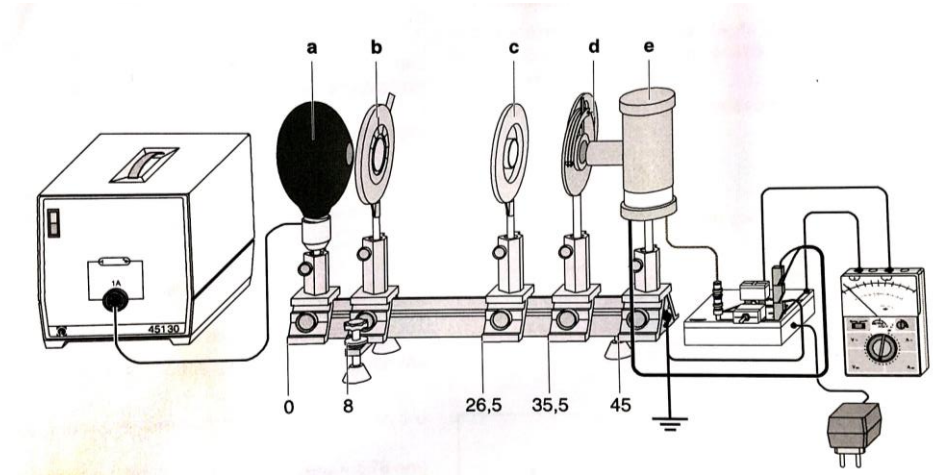
- **خلية كهروضوئية.**
- **لمبة زئبق.**
- **منضدة ضوئية.**
- **فلاتر ملونة.**
- **عدسة محدبة.**
- **شق دائري.**
- **مفتاح.**
- **مكثف.**
- **مكبر.**
- **فولتميتر.**

الاحتياطات:

- **عدم النظر مباشرة في ضوء الزئبق.**
- **عدم لمس لمبة الزئبق لشدة حرارتها.**

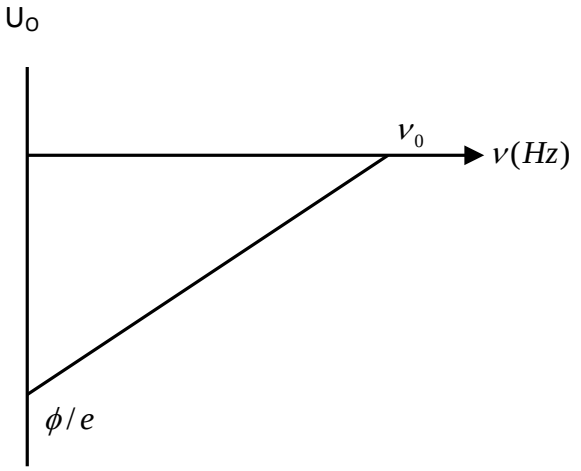
خطوات العمل :

1. **رتبي كل من (لمبة الزئبق، الشق، العدسة، المرشح والخلية) على المنضدة الضوئية مع مراعاة الأبعاد الموضحة في الصورة التالية.**



2. **تأكدي من تركيز الضوء الساقط على المرشح و ذلك بضبط إرتفاع كل من الشق والعدسة.**
3. **صلي الفولتميتر بالمكبر.**
4. **أديري قرص المرشحات بحيث تكون إحدى مرشحات الضوء مقابلة لمنفذ الضوء ومنفذ الخلية.**

5. فرغي المكثف بالضغط على المفتاح حتى تصبح قراءة الفولتميتر صفر.
6. اتركي المفتاح وانتظري 30 ثانية حتى يتم شحن المكثف إلى قيمة تساوي جهد الإيقاف U_O .
7. سجلي قراءة الفولتميتر.
8. كرري الخطوات السابقة مع بقية مرشحات الألوان.
9. احسبي مقدار التردد المناظر لكل لون باستخدام العلاقة $\nu = c/\lambda$ ثم دوني قراءاتك في جدول النتائج.
10. ارسمي العلاقة البيانية بين التردد وجهد الإيقاف.



11. احسبي ميل الخط المستقيم ثم استنتجي قيمة ثابت بلانك حيث الميل = $\frac{h}{e}$.
12. أوجدي نسبة الخطأ لثابت بلانك.

جدول النتائج:

اللون	الطول الموجي λ (nm)	التردد ν (Hz)	جهد الإيقاف U_O (V)
أصفر	578		
أخضر	546		
أزرق	436		
بنفسجي	405		

.....phys

اسم الطالبة	
الرقم الجامعي	
اسم التجربة	تعيين ثابت بلانك
يوم ووقت العمل	
المجموعة العملية	
أستاذة العمل	

الهدف من التجربة:

1. .....
2. .....

الجدول:

اللون	الطول الموجي λ (.....)	التردد ν (.....)	جهد الإيقاف U_O (.....)
أصفر	578		
أخضر	546		
أزرق	436		
بنفسجي	405		

الحسابات:

- **الميل: (……)..... Slope=……**
- **ثابت بلانك: (……)..... Planck constant = slope ×e =…..**
- **نسبة الخطأ: ..... E%**