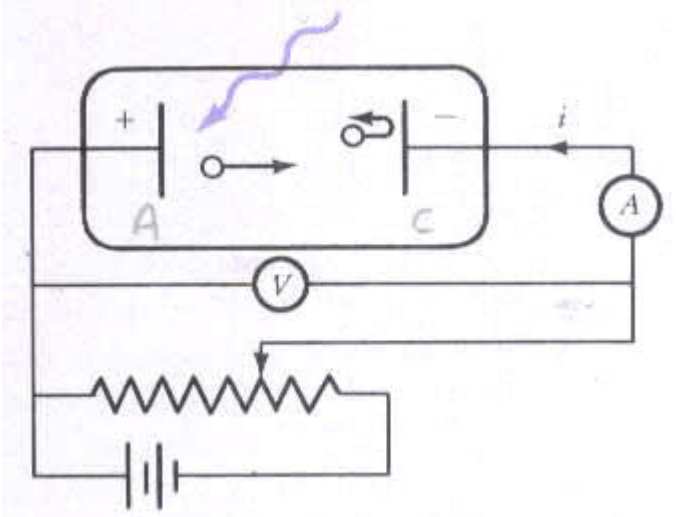
الظاهرة الكهروضوئية:-

الظاهرة الكهروضوئية هي إحدى الظواهر العديدة التي يمكن منها انبعاث الكترونات من سطح مادة فمن هذه الظواهر

(1) الانبعاث الحراري (2) الانبعاث الثانوي (3) الانبعاث الكهربي (4) الانبعاث الكهروضوئي.

الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي على سطح معدن فينتج عنه تحرير الكترونات من سطح المعدن. ولتفسير ما يحدث هو إن جزء من طاقة الشعاع الكهرومغناطيسي يمتصها الإلكترون المرتبط بالمعدن يتحرر منه ويكتسب طاقة حركة. وهذه العملية تعتمد على العديد من المتغيرات وهي:

- **تردد الشعاع الكهرومغناطيسي**
- **شدة الشعاع الكهرومغناطيسي**
- **التيار الفوتوضوئي الناتج**
- **طاقة حركة الإلكترون المتحرر من سطح المعدن**
- **نوع المعدن**
- **ولفهم تأثير كل عامل من العوامل السابقة فإننا سندرس تأثير العوامل السابقة على التيار الكهربي الناتج والذي يسمى هنا التيار الفوتوضوئي photocurrent لأنه نتج عن تحرير الالكترونات بواسطة الضوء (شعاع كهرومغناطيسي)**
- **من خلال إجراء عدة تجارب عملية تعتمد على تغيير احد هذه العوامل مع تثبيت الباقي ودراسة تأثيره على التيار الفوتوضوئي .وفي الشكل التالي يوضح الجهاز المستخدم لهذا الغرض.**



شكل (1) تجربة الظاهرة الكهروضوئية.

عندما يسقط شعاع كهرومغناطيسي أحادي اللون (Monochromatic) على سطح معدن (الأنود) متصل مع الطرف الموجب للبطارية وموجود داخل وعاء مفرغ من الهواء وذلك لمنع تصادم الالكترونات المتحررة بجزيئات الهواء. عندما تتحرر الالكترونات من سطح المعدن وتتمكن من الوصول إلى اللوح السالب (الكاثود) – وفي الأغلب يكون من نفس مادة الأنود – فإن تيارا كهربيا يمر في الدائرة ويمكن قياسه من خلال الأميتر والذي يعبر عن شدة التيار الفوتوضوئي المار في الدائرة وكلما ازدادت عدد الالكترونات المتحررة من سطح المعدن كلما كان التيار الناتج اكبر. (لاحظ هنا أن اتجاه التيار الاصطلاحي في عكس اتجاه حركة الالكترونات).

لاحظ أن

١. **طاقة الالكترونات المتحررة من الأنود مختلفة**
٢. **القوة الكهربية الناتجة عن المجال الكهربي بين الكاثود والأنود تعمل في عكس اتجاه حركة الالكترونات.**
٣. **طاقة حركة الالكترونات تكون مساوية للشغل المبذول عليها بواسطة المجال الكهربي من خلال العلاقة التالية:**

4. $1/2mv^2=eV$ (1)

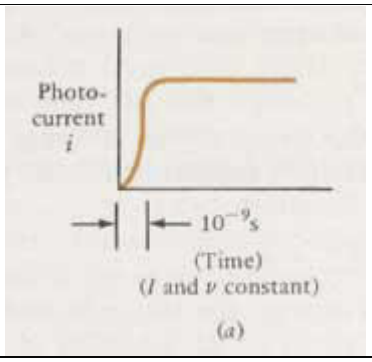
٥. حيث v سرعة الالكترونات و V فرق الجهد المطبق بين لوحي الانود والكاثود. ويعمل فرق الجهد هذا على إيقاف الالكترونات ويمكن زيادته تدريجياً إلى أن نصل إلى القيمة التي عندها يسمى فرق الجهد المطبق بفرق جهد الإيقاف stopping potential وهو الجهد اللازم لإيقاف أسرع الالكترونات أو تلك التي تمتلك أعظم طاقة حركة. وعندها يكون التيار المار في الدائرة مساوياً للصفر.

6. $1/2mv^2_{max}=eV_o$ (2)

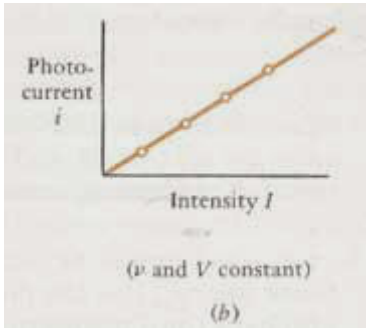
٧. ومن خلال هذه المعادلة يمكن تقدير أقصى سرعة للالكترونات المنطلقة من الأنود وذلك من خلال زيادة فرق الجهد إلى أن يصبح التيار المار مساويا للصفر ومن ثم إيجاد مقدار هذا الجهد والتعويض في المعادلة (2).

٨. النتائج العملية للتجربة

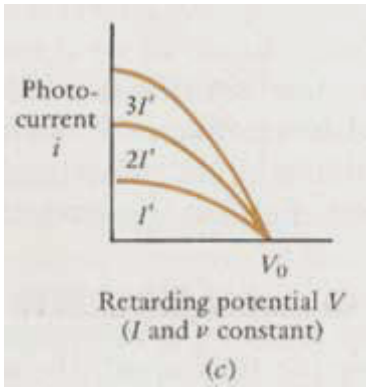
٩. (1) بمجرد تسليط الشعاع الكهروضوئي على الأنود يمر التيار في الدائرة في نفس اللحظة تقريبا وقد قدر الفارق الزمني بـ $10^{-9}s$ ولا يعتمد الفارق الزمني بين سقوط الشعاع الكهرومغناطيسي والمرور التيار على شدة الأشعة أو ترددها.

(1)	

(2) عند تثبيت التردد وفرق الجهد فإن التيار الكهروضوئي يزداد بزيادة شدة الأشعة الكهرومغناطيسية I الساقطة على الأنود.

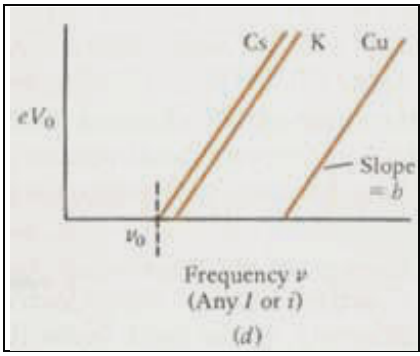


(3) عند ثبوت تردد الأشعة الكهرومغناطيسية وشدتها I فإن التيار الكهروضوئي يقل بزيادة فرق الجهد المطبق حتى تصل إلى القيمة صفر. وعندها تكون قيمة فرق الجهد هي V_o والتي تسمى بجهد الإيقاف . ولا تعتمد قيمة جهد الإيقاف على شدة الأشعة الكهرومغناطيسية عند نفس التردد ولنفس المعدن



(4) وجد عمليا أن قيمة جهد الإيقاف تعتمد على تردد الأشعة الكهرومغناطيسية فكلما زاد التردد كلما كانت قيمة جهد الإيقاف اكبر. قيمة جهد الإيقاف تتغير بتغير نوع مادة المعدن. كما وجد أيضا أن قيمة جهد الإيقاف لا تعتمد على شدة الأشعة الكهرومغناطيسية.

كما تجدر الإشارة هنا إلى أن أدنى تردد n_o مطلوب للانبعاث الالكتروني من سطح المعدن يسمى بالتردد الحرج frequency threshold.



لا يمكن أن نحصل على تيار كهروضوئي إلا إذا كان تردد الأشعة الكهرومغناطيسية اكبر من التردد الحرج.

لأي معدن يستخدم في التجربة فقد وجد من تحليل النتائج العملية للتجربة (4) أن المنحنيات هي معادلة خط مستقيم يأخذ المعادلة التالية:

$$eV_o = hn - hn_o \quad (3)$$

حيث أن h هي ميل المنحنى والتي وجدت أنها ثابتة لكل المعادن المستخدمة في التجارب. وأن n_o هي التردد الحرج لكل معدن. كما يمكن كتابة المعادلة السابقة بالصورة التالية:

$$hn = 1/2m\nu^2_{max} + hn_o \quad (4)$$