

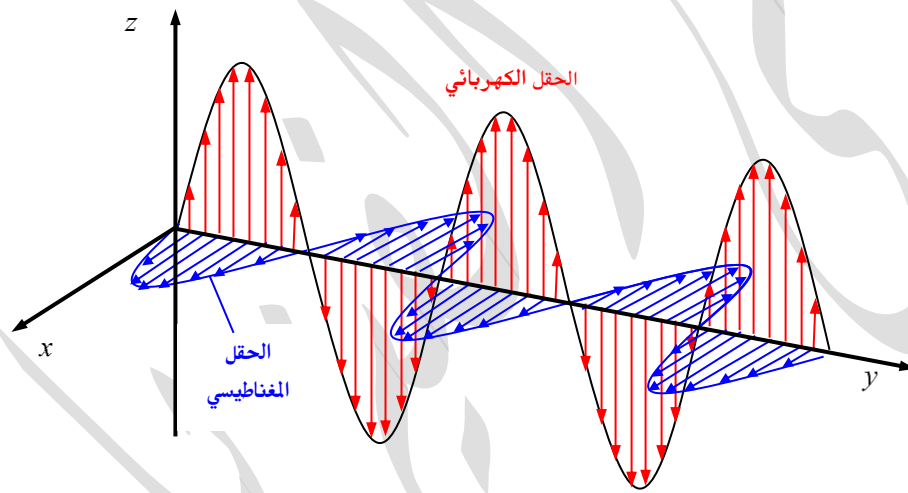
التأثير الكهروضوئي - الجزء 1

1. أهداف التجربة:

1. التعرف على ظاهرة التأثير الكهروضوئي.
2. التعرف على المنحنى المميز للتيار كدالة للتوتر في تجربة التأثير الكهروضوئي.
3. التعرف على خواص ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

2. المادة النظرية:

كما نعلم ، على مدى عدة قرون كان هنالك تنافس بين نموذجين بالنسبة لمبنى الضوء ، الأول هو النموذج الجسيمي للضوء والذي وضعه نيوتن ، والثاني النموذج الموجي للضوء والذي وضعه الهولندي كريستيان هويجنس. في البداية ، حتى أواسط القرن التاسع عشر كانت هنالك دلائل كافية لتشير إلى أنّ الضوء هو عبارة عن جسيمات. إلا أنه من خلال التجارب التي



شكل 1: شكل الموجة الإلكترومغناطيسية.

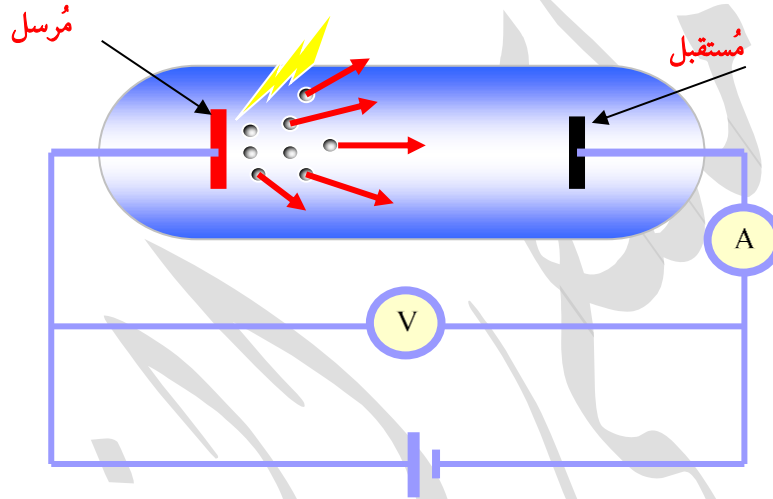
أجراها الإنكليزي توماس يانج في النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، والتي تتعلق بتداخل وحيود الضوء ، تم التأكيد بشكل قاطع بأنّ الضوء هو عبارة عن أمواج. هذا الأمر أدى إلى ترجيح النموذج الموجي للضوء

والذي تكلّل (هذا النموذج) بوضع "نظرية الأمواج الإلكترومغناطيسية" والتي وضعها ماكسويل والتي تصف الضوء بشكل رياضي على أنه عبارة عن حقلين الأول كهربائي والثاني مغناطيسي يترددان بحيث أنّ كل منهما معامد للآخر ومعامد لاتجاه تقدّم الموجة كما هو مبين في الشكل (1) ، واستطاع ماكسويل أن يبرهن أنّ سرعة تقدّم هذه الأمواج هي عبارة عن $300,000 \text{ km/sec}$ ، والتي هي عبارة عن السرعة المعروفة للضوء. معنى هذا الأمر أنّ الضوء ما هو إلا أمواج هي عبارة عن أمواج إلكترومغناطيسية. هذا النموذج الموجي للضوء والمتمثل بمعادلات ماكسويل لأمواج الضوء ، استطاع تفسير كافة الظواهر المعروفة حينها والمتعلقة بالضوء.

لكن مع مطلع القرن العشرين تم اكتشاف ظاهرة التأثير الكهروضوئي ، والتي هي عبارة عن تحرر إلكترونات من المادة عندما تُسلط عليها ضوء.

في البداية اعتقد الفيزيائيون أنّ هذه الظاهرة بسيطة وأنّ تفسيرها يكمن بنظرية الأمواج الإلكترومغناطيسية للضوء ، لكن

خلال فترة قصيرة اتضح أنّ هنالك تناقض بين خصائص ظاهرة التأثير الكهروضوئي وبين نبوءات نظرية الأمواج الإلكترومغناطيسية للضوء، مما أدى إلى وجود أزمة في الفيزياء وإلى سعي الفيزيائيون إلى سُبُل أخرى لتفسير هذه الظاهرة. في هذه التجربة نريد التعرف على خصائص تجربة التأثير الكهروضوئي، وعلى التناقضات بين هذه الخصائص وبين نبوءات نظرية الأمواج الإلكترومغناطيسية. في التجربة التالية (الجزء 2) سوف نتعرف على تفسير أينشتاين لظاهرة التأثير الكهروضوئي وعلى النموذج الجسيمي للضوء الذي وضعه أينشتاين. تجربة التأثير الكهروضوئي تعتمد على الهيئة التالية المبينة في الشكل (2).



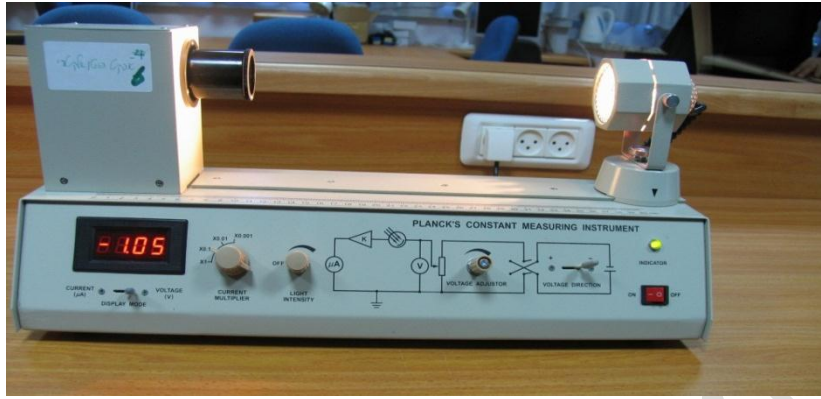
شكل 2: الهيئة التي تستخدم لقياس توتر التوقف وبالتالي الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة في التأثير الكهروضوئي.

في هذه الهيئة يوجد:

1. المرسل: وهو الذي تُسلط عليه الضوء.
 2. المُستقبل: وهو الذي يستقبل الإلكترونات المتحررة أو بعضها.
 3. ميكروأمبيرميتر: وهو يقيس التيار المتكوّن في الدائرة نتيجة التأثير الكهروضوئي.
 4. فارق جهد عكسي يولّد توتّر عكسي بوجه الإلكترونات المتقدّمة باتجاه المُستقبل، هذا التوتّر يُمكن التحكمّ بهذه وزيادته بشكل تدريجي ابتداءً من الصفر.
 5. فولطميتير: يقيس مقدار التوتّر العكسي.
- بواسطة هذه الهيئة قام ميلكن بالتجربة التالية: سلط كل مرّة ضوء بتردد (f) مختلف، وبدأ بزيادة التوتّر العكسي تدريجياً، مما يؤدي إلى تقليل التيار. استمرّ بهذه العملية حتّى وصل إلى أنّ التيار صفر. هذا التوتّر الذي يحقق أنّ التيار يُصبح صفراً، يُسمّى توتّر التوقف ويُرمز له بـ U_s ، وهو يُحقّق أنّ:

$$(1) \quad eU_s = K_{\max}$$

3. الأجهزة والأدوات:



شكل 3

في هذه التجربة نستخدم نفس هيئة التجربة التي استخدمها ميليكن ، وهي المبينة في الشكل (3). وهي مبينة بشكل جاهز للاستخدام.

4. سير التجربة والقياسات:



شكل 4

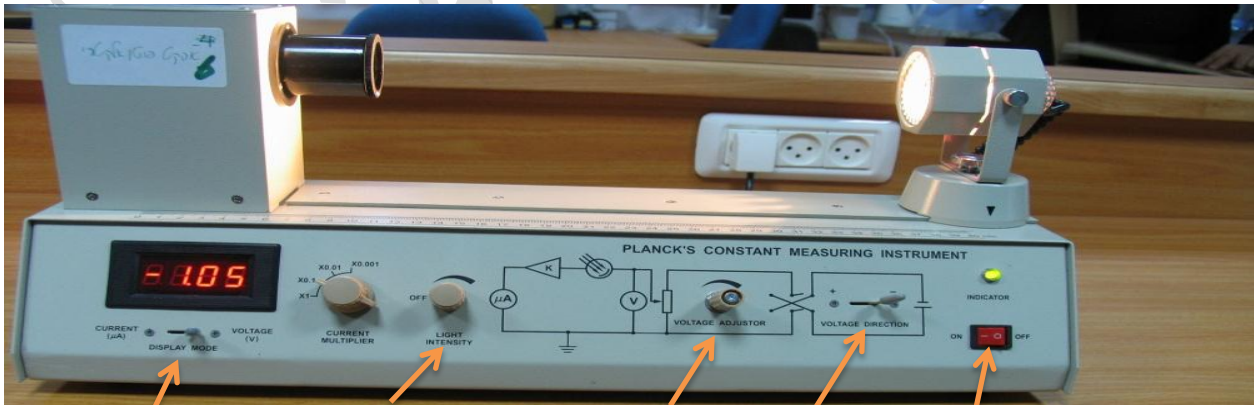
1. نضع أمام مصدر الضوء مصفاة ضوء وهي عبارة عن شريحة زجاجية ذات لون معين (شكل 4)، هذه الشريحة تسمح بمرور ضوء من خلالها والذي له طول موجة محدد (λ ثابت) وهو المسجل على المصفاة نفسها.

2. تُشغل جهاز التجربة عن طريق المفتاح (a) في الشكل 5.

3. نشغل المصباح بشدة منخفضة عن طريق المفتاح (d).

4. نختار التوتّر موجبا عن طريق المفتاح (b) في الشكل 5، ونبدأ من توتّر موجب

عالٍ (توتّر موجب هو التوتّر الذي يؤدي إلى تسارع)، حوالي 20V، ونأخذ بتقليل التوتّر تدريجيًا وفي كل مرة



شكل 5

نقلل التوتّر نُسجّل التيار. نستمر بهذه العملية حتى نصل إلى توتّر صفر. بعد هذا نعكس التوتّر ليُصبح توتّرًا سالبًا وذلك عن طريق عكس القطبية في المفتاح (b) (التوتّر السالب هو التوتّر الذي يؤدي إلى تباطؤ الإلكترونات). نستمر بتقليل التوتّر السالب (زيادة التوتّر العكسي بالقيمة المطلقة) حتى نصل إلى أنّ التيار يُصبح صفر. هذا هو عبارة عن توتّر التوقف (U_s).

5. نعود على نفس القياس في السابق (في النقطة 2)، كل مرة بشدة مختلفة.
6. نعود على عملية القياس أعلاه (من 1 - 5) من جديد لكن الآن لضوء تردده مختلف (طول موجة مختلف) وذلك عن طريق تغيير مصفاة الضوء.

5. تحليل النتائج:

1. نرسم في نفس هيئة المحاور رسوماً بيانية تصف التيار كدالة للتوتر للقياسات المختلفة.
2. نقوم بتحليل الرسم البياني من حيث:
 - أ. علاقة تيار الإشباع مع شدة الضوء.
 - ب. علاقة U_s مع شدة الضوء (لنفس التردد f).
 - ج. علاقة الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات المتحررة (K_{max})، بشدة الضوء.
 - د. علاقة U_s (K_{max}) مع تردد الضوء.
 - هـ. نسجل استنتاجاتنا من التجربة.

6. الأسئلة التحضيرية:

1. وضح كيف تدعم تجارب توماس يانج لتداخل وحيود الضوء النموذج الموجي للضوء.
2. ما هي ظاهرة التأثير الكهروضوئي.
3. ابحث في المصادر عن بعض خصائص ظاهرة التأثير الكهروضوئي.
4. ابحث في المصادر الملائمة عن بعض التناقضات بين خصائص ظاهرة التأثير الكهروضوئي ونظرية الأمواج الإلكترومغناطيسية.
5. عرف شدة الضوء واذكر ما هي وحداتها.
6. ارسم بشكل تقريبي الرسم البياني للتيار كدالة للتوتر والذي نحصل عليه في هذه التجربة، وشرح الأجزاء المختلفة لهذا الرسم.
7. ارسم بشكل تقريبي الرسم البياني للتيار كدالة للتوتر عندما نقوم بهذه التجربة عدداً من المرات، كل مرة بشدة مختلفة لكن التردد ثابت.