

مثال إضافي:

يعتبر اللون الأصفر ذو تردد $6.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ هو اللون الغالب في أشعة الشمس. احسب طاقة هذا اللون بوحدة الجول ووحدة الإلكترون فولت ؟
الحل:

$$E = hf = (6.63 \times 10^{-34})(6.0 \times 10^{14}) = 3.97 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.5 \text{ eV}$$

إجابة اختر فهمك (١):

١-

$$E = hf$$

$$f = \frac{E}{h} = \frac{5 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 7.54 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

٣-٦ التأثير الكهروضوئي *Photoelectric Effect*

مخرجات التعلم:

١٢-٦ وصف طبيعة وخصائص الموجات المغناطيسية باستخدام الطبيعة الجسيمية للضوء.

د- وصف التأثير الكهروضوئي من حيث الشدة والطول الموجي أو تردد الضوء الساقط ونوع مادة السطح.

هـ- شرح ظاهرة الانبعاث الكهروضوئي باستخدام مفاهيم ذات صلة ببقاء الطاقة وصفيًا.
و- وصف التأثير الكهروضوئي باعتباره ظاهرة تدعم الطبيعة المزدوجة (الموجية - الجسيمية) للإشعاع الكهرومغناطيسي.

م١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على معلومات سابقة.

ز. التنبؤ بتأثير تغير شدة و/ أو تردد الضوء الساقط أو نوع مادة المهبط على الانبعاث الكهروضوئي.

م٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

م. تحليل و تفسير بيانات تجريبية من تجربة حول التأثير الكهروضوئي باستخدام رسم بياني.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.
أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم:

- قم بعرض شفافية لتجربة هيرتز و اطرح الأسئلة الآتية:
● ماذا تتوقع أن يحدث لورقي الكشف إذا تم تسليط ضوء مصباح عادي على صفيحة الزنك؟
● إذا تم استبدال المصباح بمصدر للضوء فوق البنفسجي، هل تتوقع أن يؤثر ذلك على ورقتي الكشف؟

● هل سيؤثر تغيير شدة الضوء على انفراج ورقتي الكشف؟
● ماذا تتوقع أن يحدث إذا تم تغيير معدن الزنك بمعدن الصوديوم؟
● بم تفسر توقعاتك السابقة؟
- بإمكانك إجراء نشاط إضافي في حالة توفر مصدر للضوء فوق البنفسجي كالتالي:

نشاط (١) ظاهرة التأثير الكهروضوئي عملياً

سؤال علمي: هل يمكن أن ينشأ تيار كهربائي من الضوء؟
المواد و الأدوات: كشف كهربائي، ساق الأبونايت، قطعة صوف، صفيحة رقيقة من الزنك (3cm×8 cm)، مصباح متوهج، مصدر للضوء فوق البنفسجي.

الإجراءات:

- ١- ثبت صفيحة الزنك على قرص الكشف الكهربائي.
- ٢- قم بذلك ساق الأبونايت بقطعة الصوف حتى تكتسب شحنة سالبة.

٣- اشحن صفيحة الزنك بشحنة سالبة عن طريق لمسها لساق الأبونايت.(ستلاحظ انفراج ورقي الكشاف).

٤- سلط ضوء من المصباح المتوهج على صفيحة الزنك و اجعل الطلاب يلاحظوا تأثير ذلك على انفراج ورقي الكشاف.

٥- سلط ضوء فوق البنفسجي على صفيحة الزنك و اجعل الطلاب يسجلوا ملاحظاتهم.

التحليل و التفسير:

١- ماذا لاحظت على ورقي الكشاف في الخطوة (٤)؟

لم تتأثر ورقي الكشاف.

٢- بم تفسر ملاحظاتك على ورقي الكشاف؟

انفراج الورقين قلّ و ذلك نتيجة تحرر الإلكترونات من سطح معدن الزنك مما يؤدي إلى أن الشحنات السالبة تقل على ورقي الكشاف و بالتالي يقل انفراجهما وهذا يدل على أن الضوء الساقط تسبب في سريان تيار كهربائي.

- وضّح للطلاب مفهوم جهد الإيقاف و أنه يمكن إيجاد قيمته عملياً عند عكس أقطاب البطارية.

- وضّح للطلاب أن ظاهرة التأثير الكهروضوئي دعمت النظرية الجسيمية للضوء باعتبار أن الفوتون كجسيم يتفاعل مع الإلكترون ويعطيه طاقته.

- بإمكانك استخدام طريقة لعب الأدوار عن طريق تنظيم مشهد تمثيلي بالتعاون مع الطلاب بحيث يتقمص مجموعة من الطلاب الأدوار الآتية: (النظرية الموجية، آينشتاين، الفوتون، شدة الضوء، المعدن (الزنك مثلاً)، إلكترون) وذلك للمقارنة بين النظرية الموجية و نظرية الفوتون لآينشتاين).

- استخدم منظم السبب و النتيجة (منظم تخطيطي) لعرض الشكل (٦-٩) في كتاب الطالب.

- اطلب إلى الطلاب في مجموعات ثنائية تحليل المنحنى البياني في الشكل (٦-١٢) في كتاب الطالب و استخراج البيانات منه.

- اطلب إلى الطلاب في مجموعات ثنائية تحليل و تفسير المنحنيات البيانية في الكتاب المدرسي بما فيها المنحنيات الموجودة في أسئلة الفصل.

خلفية علمية : طاقة الحركة العظمى

لماذا تعطي المعادلة (٦-٣) في كتاب الطالب طاقة الحركة العظمى للإلكترونات الضوئية؟ لأن الشغل اللازم لتحرير إلكترون من سطح المعدن يعتمد على مدى ارتباط الإلكترون بالمعدن أي يعتمد على مقدار القوة التي يرتبط بها الإلكترون بالمعدن، و دالة الشغل هي أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن. بمعنى آخر هي الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترونات ذات أقل ارتباط بالمعدن و التي بالتالي ستكتسب أقصى طاقة حركة. أما الإلكترونات التي هي أكثر ارتباطاً بالمعدن تكتسب طاقة حركة أقل عندما تتحرر من سطح المعدن.

الاستكشاف (١): انطلاق الكرات

الزمن المقترح: ٢٥ دقيقة

حجم المجموعة: ٤-٦ طلاب

الإجراءات:

- وجه الطلاب إلى الطريقة الصحيحة لتقسيم المسار حسب الألوان الستة المحددة في الاستكشاف.

- وضح للطلاب أنه بإمكانهم إعادة خطوات الاستكشاف لملاحظة السرعة التي تنطلق بها الكرة التي في أسفل المسار.

التحليل والتفسير:

١- يحدد من خلال الاستكشاف.

٢- لا

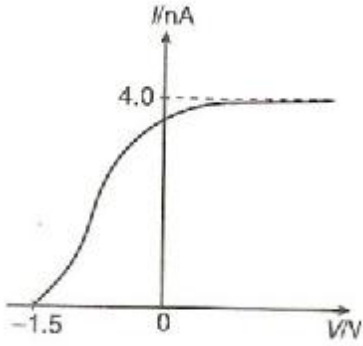
٣-

- فوتونات الألوان التي ترددها أكبر من تردد العتبة للمعدن تمتلك طاقة أكبر و بالتالي يستطيع الفوتون أن يحرر إلكترون من سطح المعدن.
- كل فوتون يعطي طاقته لإلكترون واحد فقط و بالتالي كل فوتون يحرر إلكترون واحد فقط.

مثال إضافي:

سقط ضوء بطول موجي مقداره 460 nm على كاثود في خلية كهروضوئية. يوضح الشكل (٦-٢) العلاقة بين شدة التيار و فرق الجهد بين طرفي الخلية الكهروضوئية.

احسب بوحدة eV :



أ) طاقة كل فوتون ساقط على سطح الكاثود .

ب) طاقة الحركة العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح الكاثود .

ج) دالة الشغل لمعدن الكاثود.

الشكل (٦-٢)

الحل:

أ-

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{460 \times 10^{-9}} = 4.32 \times 10^{-19} J$$

$$E = \frac{4.32 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.7 eV$$

ب- من المنحنى $V_0 = 1.5 V$ (جهد الإيقاف)

$$KE_{\max} = \frac{eV_0}{e} = 1.5 eV$$

$$E = W_0 + KE_{\max}$$

$$\therefore W_0 = E - KE_{\max} = 2.7 - 1.5 = 1.2 eV$$

ج-

١ - أ) يتضح من المعادلة (٦-٣) أن دالة الشغل W_0 هو الجزء المقطوع من محور الصادات السالب، ومن الشكل (٦-١١):

$$W_0 = 2.9 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.81 \text{ eV}$$

وبالاستعانة بالجدول (٦-١) نجد أن نوع المعدن المستخدم هو البوتاسيوم.

ب) بمقارنة المعادلة $KE_{\max} = hf - hf_0$ بمعادلة الخط المستقيم $y = mx + c$ يتضح أن ميل المنحنى يساوي ثابت بلانك (h). إذاً ميل المنحنى يساوي:

$$h = \frac{(6-4) \times 10^{-19}}{(15-9) \times 10^{14}} = 3.33 \times 10^{-34} \text{ J}$$

$$KE = hf - W_0 \quad -2$$

$$eV_0 = hf - W_0$$

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right) f - \frac{W_0}{e}$$

٣ - حسب نظرية الكم كلما زادت طاقة الفوتون الساقط يزداد تردد الضوء و بالتالي يتغير اللون حسب التردد.

٦-٤ تطبيقات عملية لظاهرة التأثير الكهروضوئي *Applications for Photoelectric Effect*

مخرجات التعلم:

١٢-٦ وصف طبيعة وخصائص الموجات المغناطيسية باستخدام الطبيعة الجسيمية للضوء.

ز. وصف بعض التطبيقات التقنية للفوتون مثل: الأبواب التي تفتح وتغلق أوتوماتيكياً، و أجهزة الإنذار ضد السرقة، عدادات الإنارة، و أجهزة كشف الدخان.

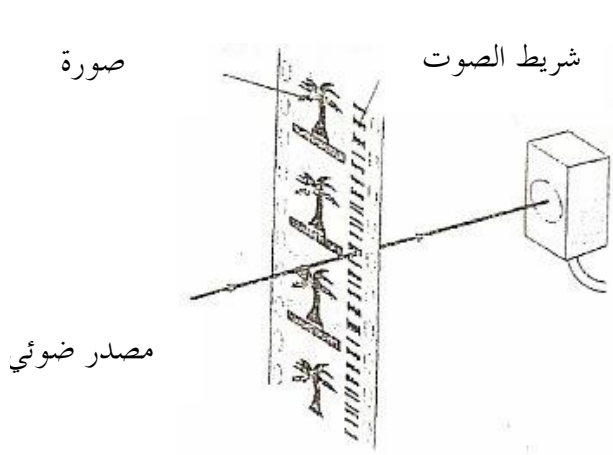
التقديم والتنظيم :

- قسّم الطلاب إلى مجموعات قبل موعد شرح الموضوع بأسبوع و اطلب إليهم أن يبحثوا عن تطبيقات أخرى للظاهرة الكهروضوئية أو يبحثوا عن معلومات أكثر تفصيلاً عن التطبيقات الموجودة في كتاب الطالب على أن تقوم كل مجموعة بالعرض مستخدمة وسائل توضيح مناسبة.

- بين لهم أهمية اكتشاف ظاهرة التأثير الكهروضوئي في صناعة العديد من التطبيقات الحياتية مثل أجهزة إنذار السرقة و أجهزة الكشف عن الدخان.

خلفية علمية : السينما الناطقة

توجد استخدامات عدة للخلية الضوئية، منها الحصول على طاقة صوتية من الطاقة الضوئية.



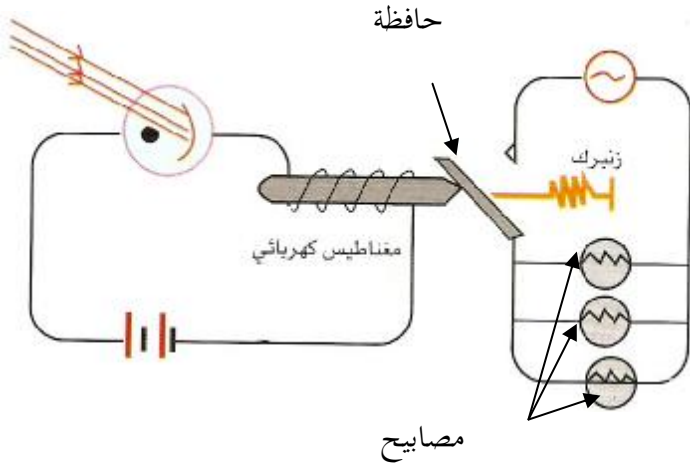
ففي الشريط الصوتي (عبارة عن خطوط داكنة و فاتحة بينها مسافات) الموجود على جانب واحد من الفيلم السينمائي كما هو موضح في الشكل (٦-٣)، يمر الضوء خلية ضوئية القادم من جهاز العرض خلال الشريط الصوتي و تعمل المناطق المضيئة و المظلمة في الشريط على تغيير شدة الضوء الساقط

الشكل (٦-٣)

على الخلية الضوئية مما يؤدي إلى تغيير في شدة التيار الذي يكون مطابقاً للموجات الصوتية الأصلية المرسلة إلى المكبر.

أجهزة عرض الصور ذات النوعية الجيدة تحتوي على أكثر من شريط صوتي بحيث يتوزع على عدة مكبرات في صالة السينما.

خلفية علمية : استخدام الخلية الكهروضوئية في دوائر التحكم الكهربائية



الشكل (٤-٦)

يوضح الشكل (٦-٤) دائرتين كهربائيتين إحداهما دائرة الخلية الكهروضوئية، والأخرى دائرة مصاييح الشارع. فبمجرد سقوط أشعة الشمس على مهبط الخلية الكهروضوئية تتحرر منه إلكترونات ضوئية التي تنجذب نحو المصعد مسببة مرور تيار كهربائي بدائرة الخلية، فتتمغنط

الساق الحديدية للمغناطيس الكهربائي، مما يؤدي

إلى انجذب الحافطة نحوها، وبذلك تفتح دائرة المصاييح

الكهربائية فتتطفئ المصاييح.

أما عند قدوم الليل، فبمجرد اختفاء ضوء أشعة الشمس، فإن

المغناطيس الكهربائي يفقد مغنطته فتعود الحافطة - بفعل مرونة الزنبرك المتصل بها - إلى

وضعها السابق، مما يؤدي إلى غلق دائرة المصاييح فتضى.

وهكذا نرى أن دائرة الخلية الكهروضوئية تتحكم في غلق و فتح الدوائر الكهربائية

الأخرى، ولذلك يمكن استخدام دائرة شبيهة بالسابقة في عمليات الإنذار وحراسة الخزائن

و البنوك و المنازل.

٦-٥ تأثير كومبتون Compton Effect

مخرجات التعلم:

١٢-٦ وصف طبيعة وخصائص الموجات المغناطيسية باستخدام الطبيعة الجسيمية للضوء.

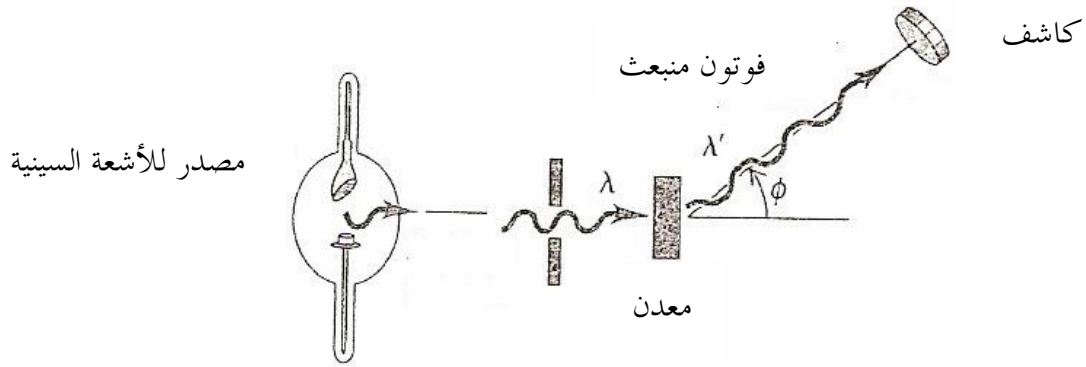
ي. شرح ظاهرة "كومبتون" باعتبارها مثلاً آخر للطبيعة المزدوجة (الموجية - الجسيمية) للضوء وصفيًا ورياضيًا و ذلك بتطبيق قوانين الميكانيكا و بقاء الطاقة و بقاء كمية التحرك والطاقة على الفوتونات.

التقديم والتنظيم :

- استرجع مع الطلاب قانون حفظ كمية التحرك الذي درسوه في الصف الحادي عشر.
- وضح للطلاب أن تأثير كومبتون تعتبر ظاهرة أخرى دعمت الطبيعة الجسيمية للضوء باعتبار أن الفوتونات تملك كمية تحرك.
- بين للطلاب أن معادلة آينشتاين $E = mc^2$ تعني أن الكتلة إذا تحركت بسرعة الضوء فإنها تتحول إلى طاقة و سيتم دراستها بطريقة أكثر تفصيلاً في الوحدة الرابعة.

خلفية علمية : معادلة التشتت لكومبتون

لاحظ العالم كومبتون وآخرون أنه عند اصطدام فوتون الأشعة السينية بمعدن ما فإن الفوتون المنحرف عن مساره بعد تصادمه مع الإلكترون يكون ذو تردد أقل (طول موجي أكبر) من الفوتون الساقط، و أن هذا التغير في الطول الموجي يعتمد على الزاوية التي ينحرف بها الفوتون بعد التصادم مع الإلكترون، فإذا كانت الزاوية التي ينحرف بها الفوتون بعد التصادم هي (ϕ) كما هو موضح في الشكل (٦-٥) و λ و λ' هما الطول الموجي للفوتون قبل و بعد التصادم على الترتيب فإن :



الشكل (٦-٥)

حيث: m كتلة الإلكترون.

$$\frac{h}{mc} \text{ مقدار ثابت يساوي } 2.426 \times 10^{-12} \text{ m}$$

إجابة اختبار فهمك (٣):

١- ب) الطول الموجي

٢-

$$\text{أ) } p = \frac{E}{c} = \frac{(85) \times (1.6 \times 10^{-19})}{3 \times 10^8} = 4.5 \times 10^{-26} \text{ N.s}$$

$$\text{ب) } p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{214 \times 10^{-9}} = 3.1 \times 10^{-27} \text{ N.s}$$

$$KE = hf_i - hf_f \quad \text{ج)}$$

$$hf_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{214 \times 10^{-9}} = 9.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\therefore KE = (85)(1.6 \times 10^{-19}) - 9.3 \times 10^{-19} = 1.27 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{د)}$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.27 \times 10^{-17})}{9.1 \times 10^{-31}}} = 5.28 \times 10^6 \text{ m/s}$$

حل أسئلة الفصل

إجابة السؤال الأول:

رقم المفردة	الإجابة
١	د
٢	أ
٣	ب
٤	ب
٥	د
٦	أ
٧	ج
٨	ج
٩	ب
١٠	ج
١١	ب

إجابة السؤال الثاني:

- ١- لا، لأن المعدن الآخر قد تكون دالة الشغل له أكبر أي أن تردد العتبة له أكبر و بالتالي قد يكون تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة للمعدن الآخر.
- ٢- عند درجات الحرارة العالية يكون من السهل على الإلكترونات الضوئية أن تنبعث من سطح المعدن.

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{J.s}{m} = \frac{N.m.s}{m} = N.s \quad -٣$$

- ٤- (أ) يوضح المنحنى أن تردد العتبة يختلف من معدن لآخر.

(ب) يبين المنحنى أنه باختلاف شدة الضوء الساقط على معدن معين تتغير شدة التيار المار في الخلية الضوئية، إلا أن جهد الإيقاف يبقى ثابتاً للمعدن الواحد.

(ج) يبين المنحنى أنه باختلاف شدة الضوء الساقط على معدن معين تتغير شدة التيار المار في الخلية الضوئية، إلا أن تردد العتبة يبقى ثابتاً للمعدن الواحد.

٥- أ) من المعادلة $KE_{\max} = h f - h f_0$ يتضح أن ميل منحنى العلاقة بين طاقة الحركة العظمى للإلكترونات الضوئية و تردد الضوء الساقط يساوي ثابت بلانك و لأنه مقدار ثابت لا يعتمد على نوع المعدن و لا على تردد الضوء الساقط، فإن الميل يكون ثابتاً.

ب) لأن من فروض النظرية الموجية أن الانبعاث الكهروضوئي يعتمد على شدة الإضاءة وإذا كانت شدة الإضاءة ضعيفة فإن الانبعاث الكهروضوئي يحتاج إلى فترة من الزمن لكي يحدث، و لم تأخذ النظرية بعين الاعتبار تردد الضوء الساقط.

ج) لأن الضوء الأحمر أقل طاقة مقارنة بالألوان الأخرى.

٦- النحاس

إجابة السؤال الثالث:

١- أ) نحسب طاقة الفوتون الساقط

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{632 \times 10^{-9}} = 3.15 \times 10^{-19} J = 1.97 \text{ eV}$$

بما أن $E < W_0$ إذاً لن تحدث ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

ب) نحسب تردد العتبة

$$W_0 = h f_0$$

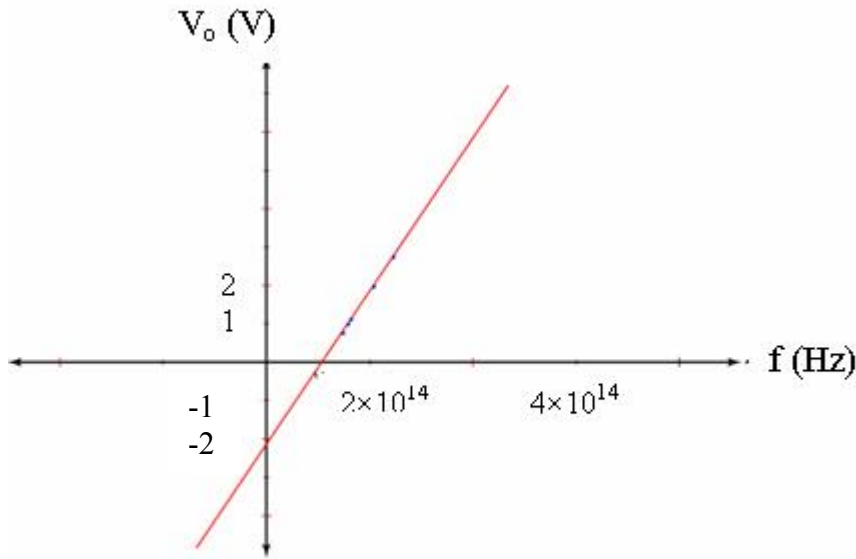
$$\therefore f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{(2.3)(1.6 \times 10^{-19})}{6.63 \times 10^{-34}} = 5.55 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

حتى تحدث ظاهرة التأثير الكهروضوئي لا بد أن تكون $E = W_o$ أي أن :

$$\frac{hc}{\lambda} = hf_o$$

$$\therefore \lambda = \frac{c}{f_o} = \frac{3 \times 10^8}{5.55 \times 10^{14}} = 540 \text{ nm}$$

٢-أ) يتم رسم العلاقة البيانية بين جهد الإيقاف على المحور الصادي و تردد الضوء الساقط على المحور السيني و يتم تمديد الخط المستقيم حتى يتقاطع مع محور الصادات السالب كما هو موضح.



ب) نستنتج من المعادلة $V_o = \left(\frac{h}{e}\right) f - \frac{W_o}{e}$ الآتي:

* ميل المنحنى يساوي h/e و بالتالي يمكن حساب ثابت بلانك من العلاقة:

ثابت بلانك = ميل المنحنى \times شحنة الإلكترون

من الرسم المقابل ميل المنحنى يساوي تقريباً 0.399×10^{-14}

$$h = (0.399 \times 10^{-14})(1.6 \times 10^{-19}) = 6.38 \times 10^{-34} \text{ J.s} \quad \text{إذاً}$$

* الجزء المقطوع من محور الصادات السالب يساوي W_0/e و هو يساوي تقريباً من الرسم المقابل 2.14 - إذاً

$$W_0 = 2.14 \times (1.6 \times 10^{-19}) = 3.42 \times 10^{-19} \text{ J}$$

أو عن طريق معرفة تردد العتبة f_0 (الجزء المقطوع من محور السينات) الذي يساوي تقريباً 5.36×10^{14}

$$W_0 = hf_0 = (6.63 \times 10^{-34})(5.36 \times 10^{14}) = 3.55 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{إذاً}$$

و القيم تعتبر متقاربة بالطريقتين.

(ج) لن يتغير الميل لأنه يرتبط بثابت بلانك .

$$V_o = \left(\frac{h}{e}\right) f - \frac{W_0}{e} \quad \text{(د) نحسب جهد الإيقاف من خلال المعادلة}$$

$$W_0 = 3.42 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{من الرسم}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_o &= \left(\frac{h}{e}\right)\left(\frac{c}{\lambda}\right) - \frac{W_0}{e} \\ &= \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(1.6 \times 10^{-19})(230 \times 10^{-9})} - \frac{3.42 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \end{aligned}$$

$$V_o = 3.27 \text{ V}$$

$$KE_{\max} = eV_o$$

$$KE_{\max} = (1.6 \times 10^{-19})(3.27) = 5.23 \times 10^{-19} \text{ J}$$

٣- أقل تردد للضوء الساقط حتى تحدث ظاهرة التأثير الكهروضوئي هو تردد العتبة.

$$\therefore W_0 = hf_0$$

$$\therefore f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{7.2 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$p = \frac{E}{c} = \frac{(1.5 \times 10^2)(1.6 \times 10^{-19})}{3 \times 10^8} = 8.0 \times 10^{-26} \text{ N.s} \quad -\text{ع}$$

$$c = f\lambda$$

$$\therefore f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{940 \times 10^{-6}} = 3.19 \times 10^{11} \text{ Hz} \quad -\text{أ}$$

ب- موجات الأشعة تحت الحمراء

$$E = hf = (6.63 \times 10^{-34})(3.19 \times 10^{11}) = \frac{2.11 \times 10^{-22}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.32 \times 10^{-3} \text{ eV} \quad -\text{ج}$$

٦- جهد الإيقاف V_0 يساوي 2.5 V لأن عند هذه القيمة أصبح التيار مساوياً للصفر أي أن الإلكترونات لا تصل إلى المصعد.
-أ

$$KE = eV_0 = (1.6 \times 10^{-19})(2.5) = 4 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.5 \text{ eV}$$

$$W_0 = E - KE = 3.75 - 2.5 = 1.25 \text{ eV}$$

ب- لا بد من إيجاد تردد العتبة

$$W_0 = hf_0$$

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{(1.25)(1.6 \times 10^{-19})}{6.63 \times 10^{-34}} = 3.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

بما أن تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة، إذاً بإمكان هذا الضوء أن يحرر إلكترونات من سطح المهبط.

٧- أ) يتضح من الجدول أن تردد الضوء الأحمر أقل من تردد العتبة للمعدن و بالتالي لا يحدث انبعاث كهروضوئي و لا يكون هناك أي تأثير على ورقتي الكشف الكهربائي. أما اللون البنفسجي فإن تردده أعلى من تردد العتبة للمعدن فيحدث انبعاث كهروضوئي، فعندما يكون الكشف مشحون بشحنة سالبة فإن الانبعاث الكهروضوئي يؤدي إلى تحرير الإلكترونات من سطح المعدن و بالتالي يصبح المعدن موجباً فيقل انفراج الورقتين، و عندما يكون الكشف مشحوناً بشحنة موجبة فإن انبعاث الإلكترونات يجعل المعدن موجباً فيزداد انفراج الورقتين.

ب) بما أن الإلكترونات تتحرر من سطح المعدن بالتالي فإن دالة الشغل تساوي طاقة الفوتون للضوء البنفسجي، أي أن:

$$W_o = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{400 \times 10^{-9}} = 4.97 \times 10^{-19} J$$

ج) لن يكون هناك أي تأثير لأن زيادة شدة الإضاءة يؤدي إلى زيادة عدد الفوتونات الساقطة على المعدن إلا أن طاقة الفوتون لا تتغير و تظل أقل من دالة الشغل للمعدن و بالتالي لا يحدث انبعاث كهروضوئي.

د) بزيادة شدة إضاءة الضوء الساقط تزداد عدد الإلكترونات المنبعثة من سطح المعدن و بالتالي يكون التغير في انفراج ورقتي الكشف أكبر.