شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج العمانية

ملخص ثالث لشرح درس التأثير الكهروضوئي مع حل مسائل حسابية على الظاهرة الكهروضوئية

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 28-04-2024 04:22:10

إعداد: محمد نصر السلك

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر

اضغط هنا للحصول على جميع روابط "الصف الثاني عشر"

روابط مواد الصف الثاني عشر على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الثاني

1	ملخص ثاني لشرح درس التأثير الكهروضوئي
2	ملخص شرح درس التأثير الكهروضوئي
3	ملخص شرح درس النموذج الحسيمي والنموذج الموجي

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الثاني	
4	اختبار قصير ثاني نموذج رابع
5	نموذج إجابة الاختبار العملي التدريبي في منهج كامبريدج

الفيزياء للصف الثاني عشر

عنوان الدرس:

ظاهرة التأثير الكهروضوئي

إعداد وتقديم:
أ . محمد نصر السلك

إشراف:
أ . محمد سميح أبو ندى

2019-2018

وزارة التربية والتعليم العالي

إذاعة صوت التربية والتعليم

الإدارة العامة للإشراف والتأهيل التربوي

بوابة روافد التعليمية

الأهداف الرئيسية :

بعد الانتهاء من الدرس يُتوقع أن تكون قادراً على أن:

- تتعرف إلى مفهوم الظاهرة الكهروضوئية .
- تشرح التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية.
- تشرح تفسير الفيزياء الكلاسيكية والكمية لظاهرة التأثير الكهروضوئي .
- تقارن بين التفسير الكلاسيكي والكمي لظاهرة التأثير الكهروضوئي.
- تتعرف إلى معادلة آينشتاين لظاهرة التأثير الكهروضوئي .
- تحل مسائل حسابية على الظاهرة الكهروضوئية.
- تذكر تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية .

مفهوم الظاهرة الكهروضوئية

مقدمة تاريخيه :

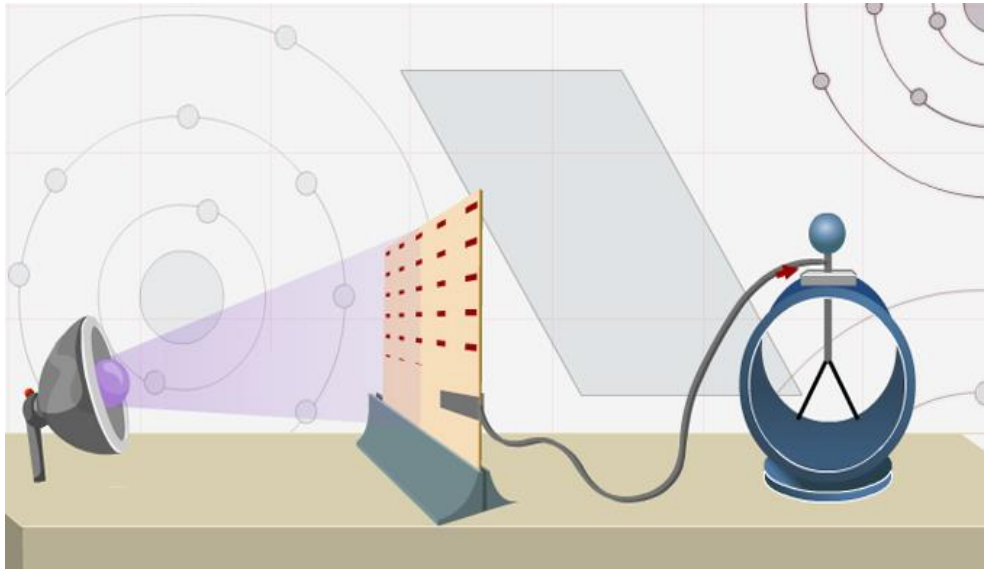
- اكتشفت هذه الظاهرة على يد العالم الألماني هيرتز عام (1887 م) عندما حاول التحقق من نظرية ماكسويل للأمواج الكهرومغناطيسية حيث لاحظ أن أشعة الضوء إذا سقطت على سطح معدني فإنها تتسبب في انبعاث إلكترونات من هذا السطح.

مقدمة تاريخيه :

- حاول العلماء فيما بعد تفسير هذه الظاهرة عندما طبقوا مبادئ الفيزياء الكلاسيكية للضوء.

- تمكن العالم ألبرت آينشتاين (1905م) من تفسير الظاهرة الكهروضوئية معتمداً على نظرية تكميم الطاقة على أساس أن الضوء عبارة عن فوتونات أي أمواج كهرومغناطيسية لها طبيعة جسيمية.

(نشاط): الظاهرة الكهروضوئية



المواد والأدوات:

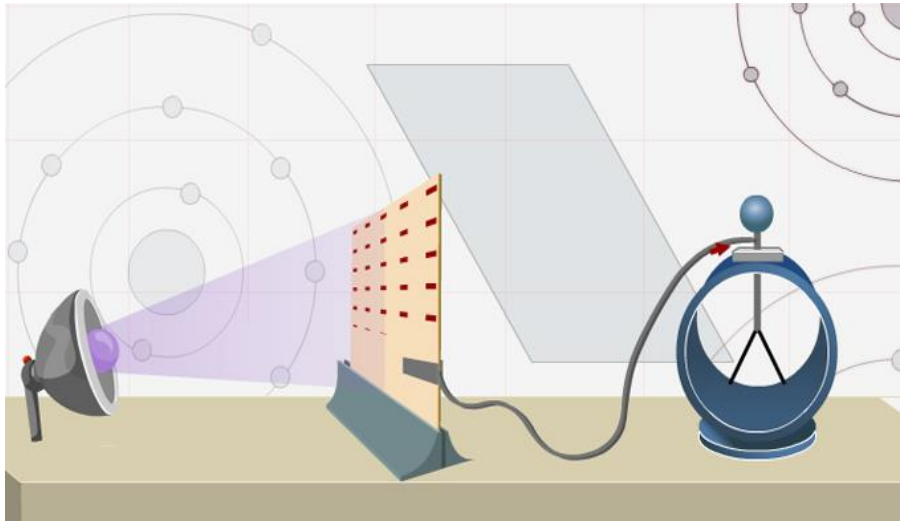
كشاف كهربائي – ساق من الأبونايت (مطاط قاسي) - قطعة من الصوف – قطعه من الخارصين – مصباح ضوء بنفسجي .

الخطوات :

1- ثبت قطعة الخارصين على الكشاف الكهربائي .

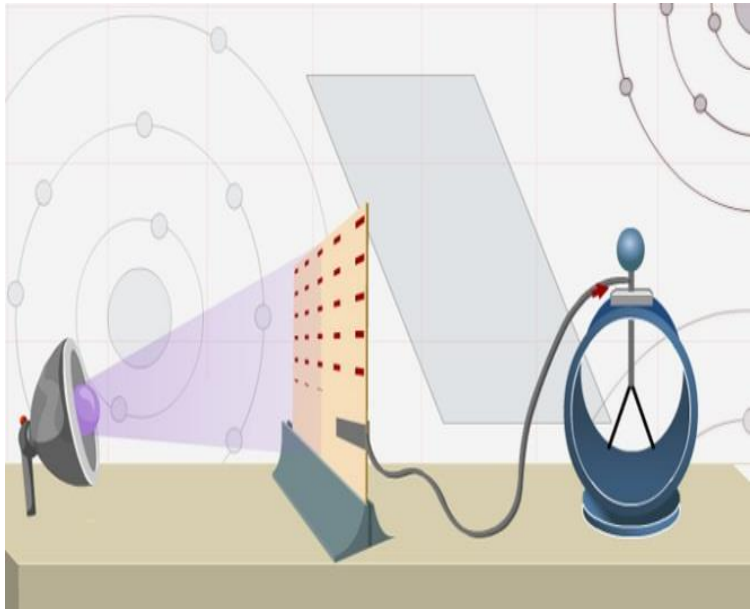
2- ادلك ساق الأبونايت بقطعة الصوف (يكتسب الساق شحنه كهربائية سالبة ويكتسب الصوف شحنه موجبة).

(نشاط): الظاهرة الكهروضوئية

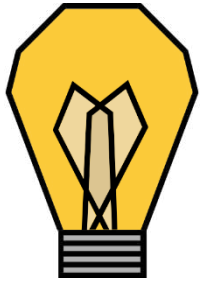


3- اشـــــحن قطعـــــة الخارصـــين بواســـطة الســـاق فتنفـــرج ورقتـــي الكشـــاف الكهربـــائي لأنهما شحنتا بنفس نوع الشحنة.

(نشاط): الظاهرة الكهروضوئية



نلاحظ عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية يقل انفراج ورقتي الكشاف ثم تنطبقان على بعضهما. عندما يسقط الضوء على سطح معدن الخارصين تنطلق منه الإلكترونات السالبة تؤدي إلى ظهور شحنات موجبة على سطحه تتعادل مع الشحنات السالبة التي شحن بها معدن الخارصين مع ورقتي الكشاف



ماذا يحدث عند شحن لوح الزنك بشحنة موجبة وسقوط الأشعة فوق البنفسجية عليه؟

- تنبعث منه إلكترونات وتزداد شحنته الموجبة فيزداد انفراج ورقتي الكشاف.

مفهوم الظاهرة الكهروضوئية

- ظاهرة التأثير الكهروضوئي :

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز عند سقوط ضوء (أمواج كهرومغناطيسية) بتردد مناسب على سطحه.

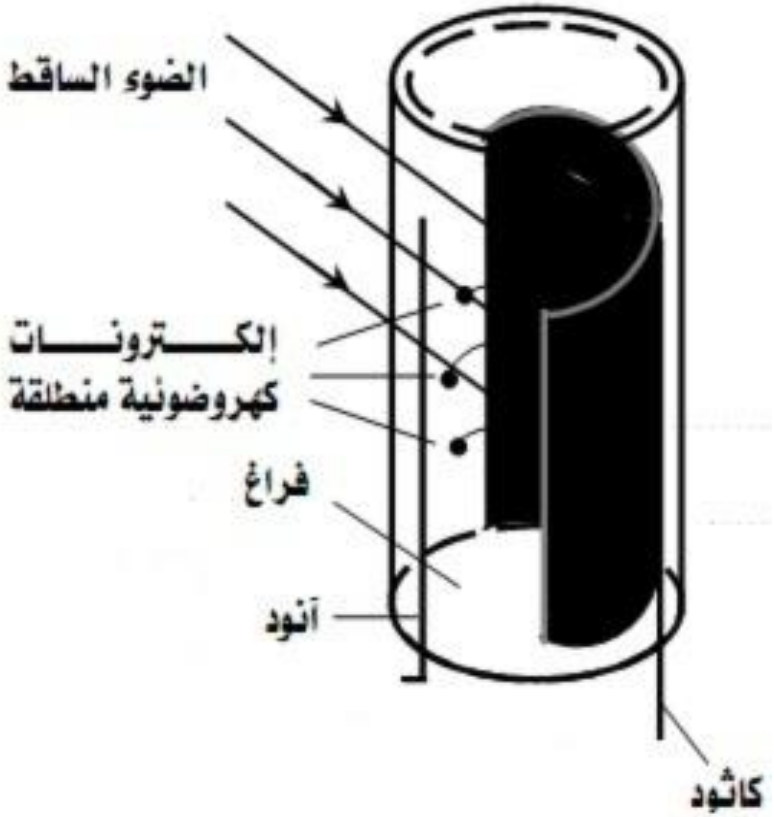
-الإلكترونات الضوئية:

هي الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز عند سقوط ضوء عليه.

التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

تركيب الخلية الكهروضوئية



لدراسة الظاهرة الكهروضوئية نستخدم دارة كهربائية تحتوي علي خليه كهروضوئية والتي تتكون من:

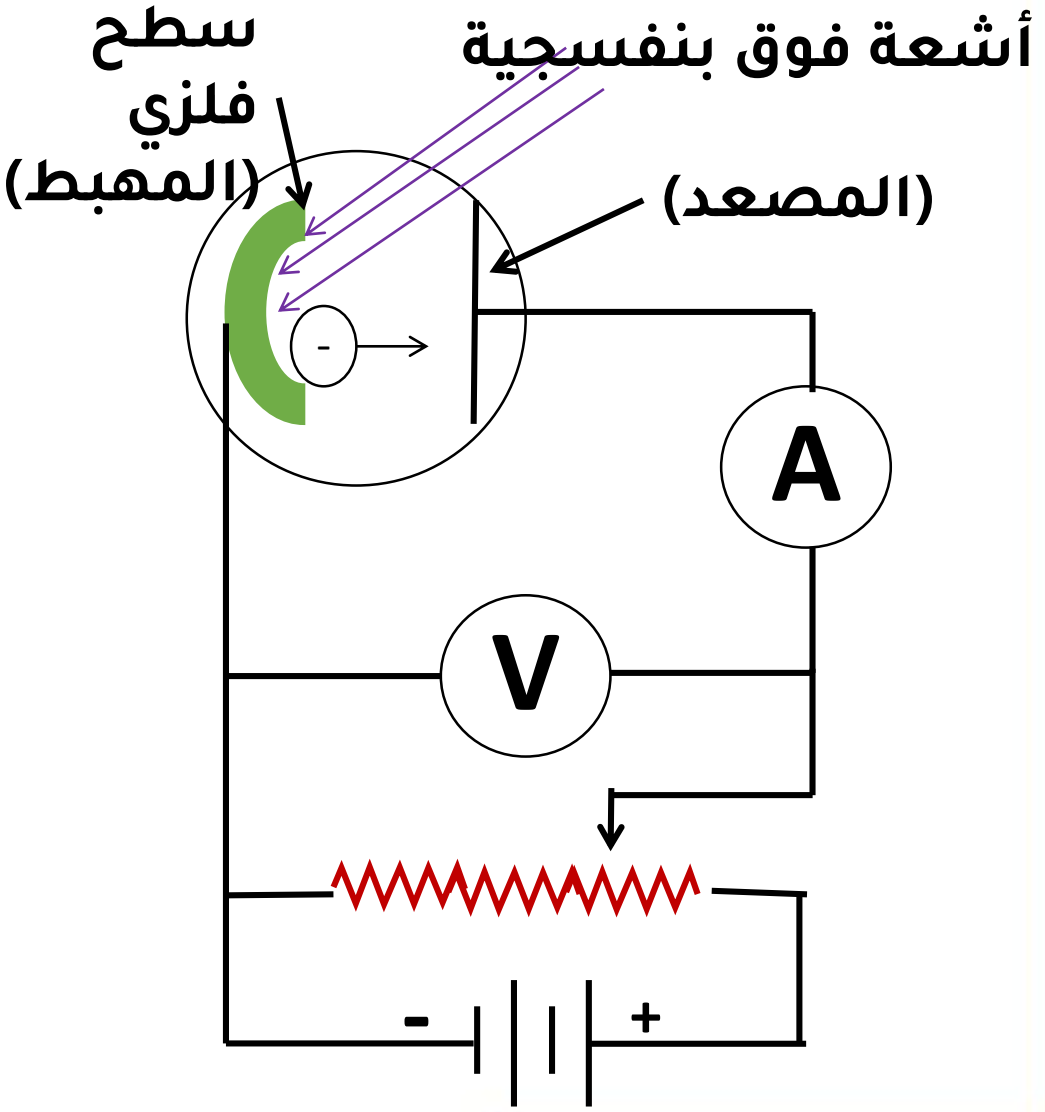
1- أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء حتى لا يحدث إعاقة لحركة الإلكترونات الضوئية المنطلقة.

2- المهبط (الكاثود) متصل بالقطب السالب للبطارية وهو مصدر انطلاق الإلكترونات الضوئية (لوح باعث).

3- المصعد (الآنود) متصل بالقطب الموجب للبطارية ووظيفته التقاط الإلكترونات المنطلقة (اللوح الجامع)

التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

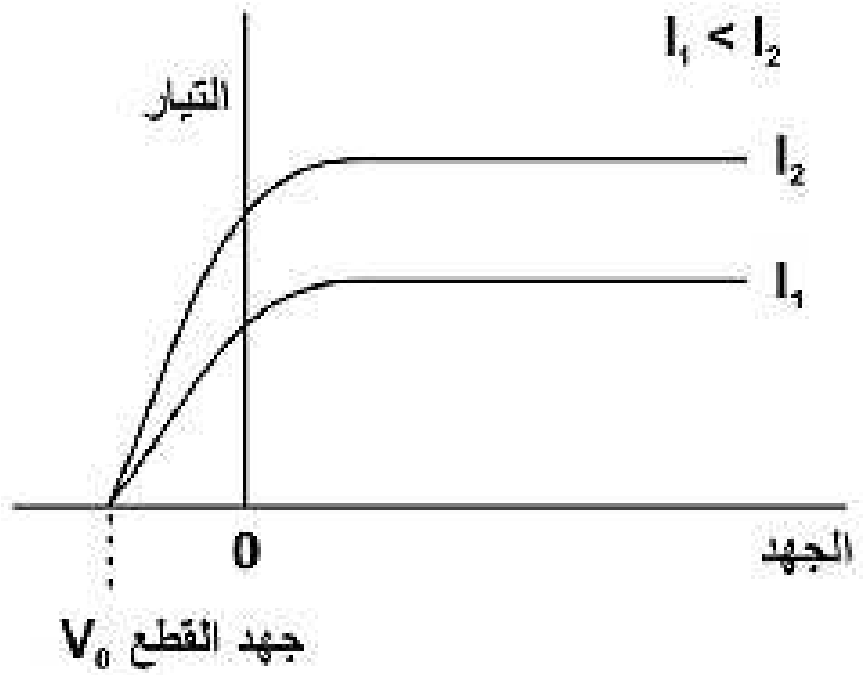
- عند وضع الجهاز في غرفة مظلمة يقرأ الأميتر صفراً.
- عندما يكون المصعد موجباً بالنسبة للمهبط ،عند اسقاط ضوء بتردد مناسب على المهبط فإن الإلكترونات تبدأ بالتحرر وتتجه نحو المصعد نتيجة وجود فرق جهد بين طرفي الخلية الكهروضوئية فينحرف مؤشر الأميتر دليلاً على مرور التيار الكهروضوئي.



التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

سؤال/ ما هي العلاقة بين زيادة الجهد الموجب والتيار الكهروضوئي عند ثبوت شدة الضوء الساقط ؟

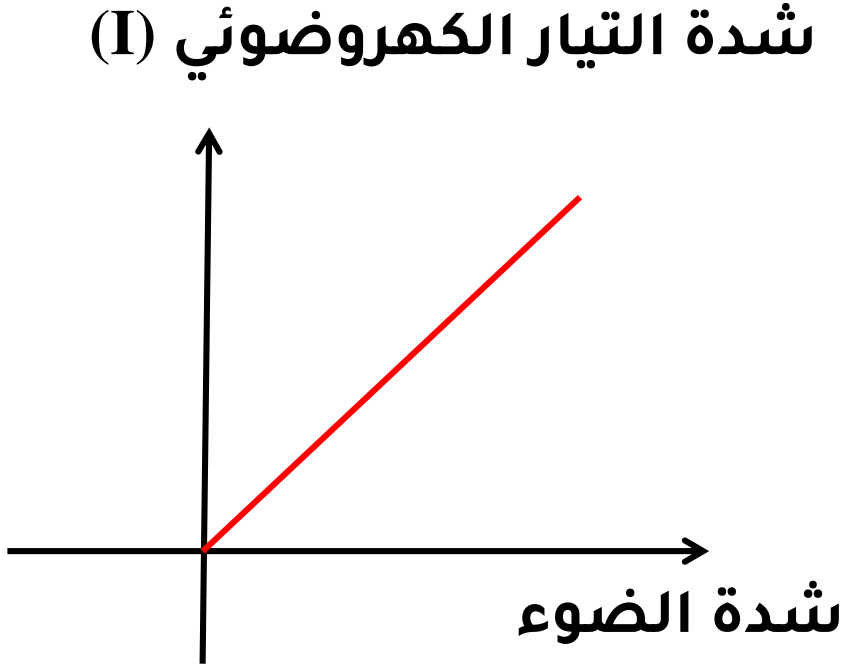
- يزداد التيار الكهروضوئي تدريجياً ليصل إلى قيمته العظمى يثبت عندها ويسمى تيار الإشباع.
- **تيار الإشباع (I):** أعلى تيار كهربائي يمكن الوصول إليه في الخلية الكهروضوئية ولا يزداد بازدياد فرق الجهد.



التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

سؤال/ ماذا يحدث عند زيادة شدة الضوء الساقط على خليه كهروضوئية مع ثبوت جهد المصعد الموجب وتردد الضوء الساقط ؟

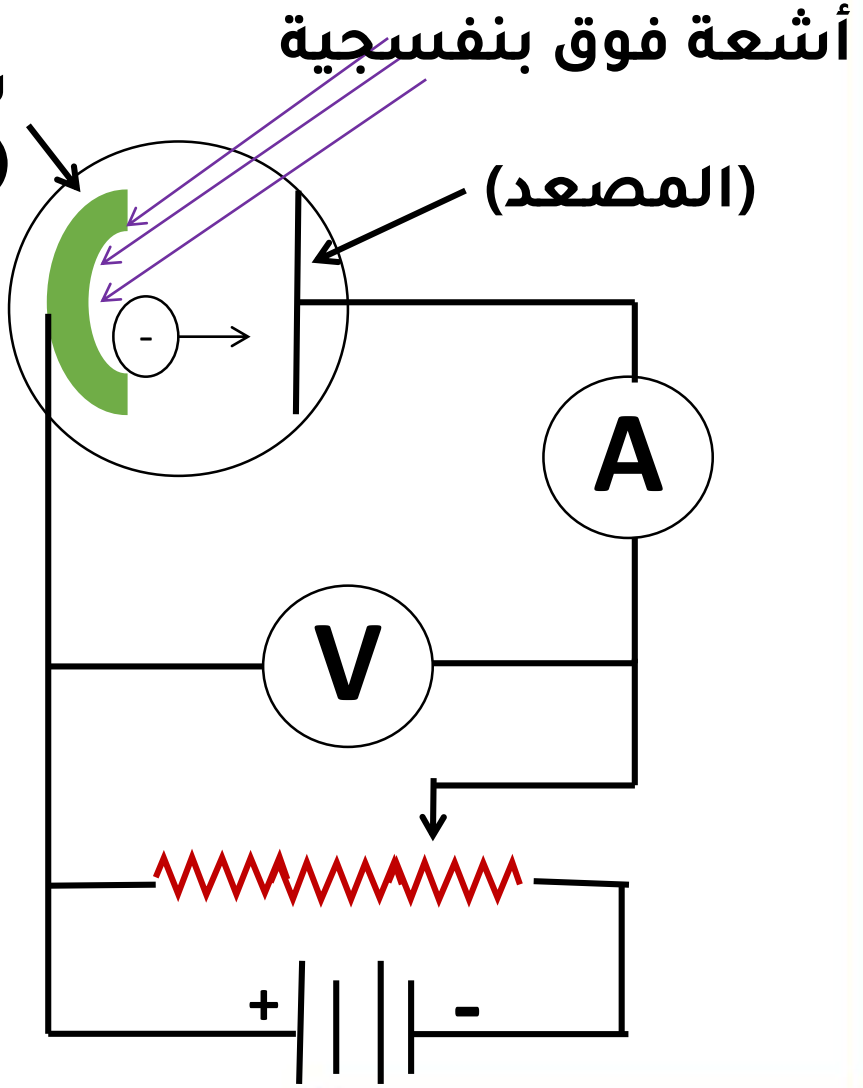
- شدة الضوء الساقط هي عدد الفوتونات الساقطة على الخلية الكهروضوئية.
- إذا كان تردد الضوء الساقط مُناسب لتحرير الإلكترونات فإنه بزيادة شدة الضوء الساقط تزداد عدد الإلكترونات المتحررة (المنبعثة) بالتالي تزداد شدة التيار الكهروضوئي الناتج .



التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

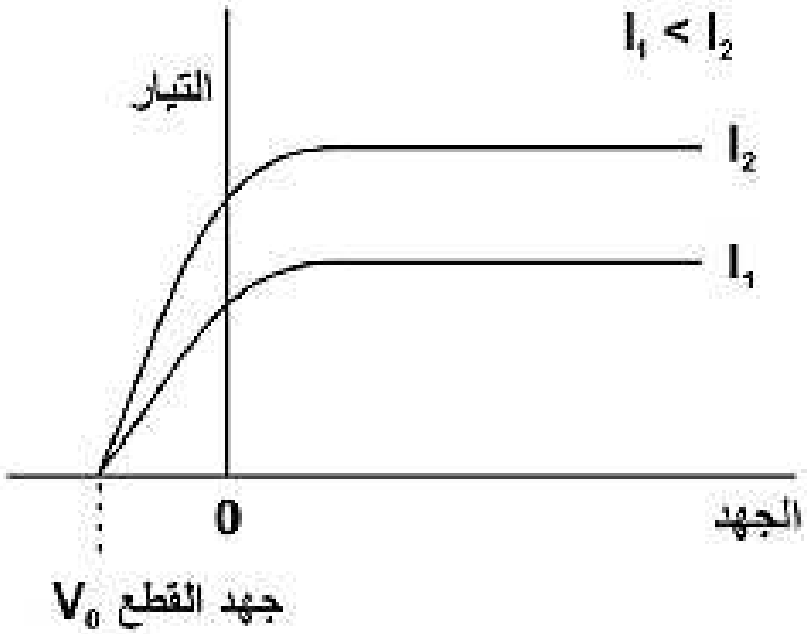
جهد القطع أو الإيقاف

- عند جعل المصعد سالباً بالنسبة للمهبط عن طريق عكس قطبي البطارية وزيادة الجهد السالب تدريجياً يتولد مجال كهربائي يعمل على إعاقة حركة الإلكترونات السالبة حيث تتنافر مع المصعد السالب فتقل سرعة الإلكترونات وبالتالي تقل شدة التيار الكهروضوئي تدريجياً ولا يصل إلى المصعد إلا أسرعها وأعظمها طاقة حركية.



التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية

جهد القطع أو الإيقاف

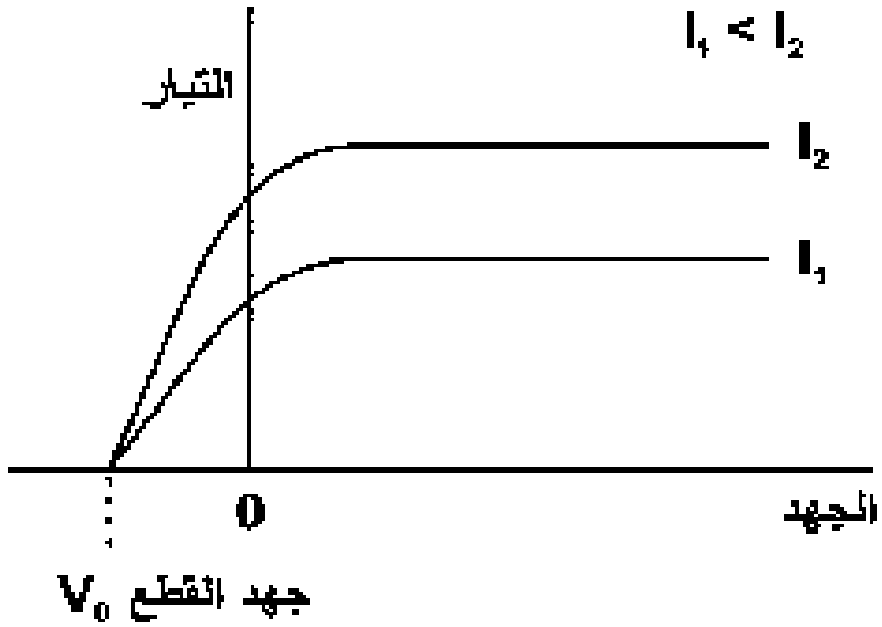


- باستمرار زيادة الجهد السالب للمصعد يصبح أسرع الإلكترونات غير قادر للوصول للمصعد فإن التيار ينعدم عند قيمه معينه تعرف بجهد القطع أو الإيقاف (V_0) ويعتبر هذا الجهد مقياساً للطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية لأنه استطاع إيقاف أسرع الإلكترونات طاقة حركية.

جهد القطع (الإيقاف) / هو عبارة عن أقل جهد يلزم لإيقاف أسرع الإلكترونات الضوئية طاقة حركية

التجارب العملية للظاهرة الكهروضوئية
هل زيادة شدة الضوء الساقط تؤثر على جهد الإيقاف؟

- شدة الضوء الساقط لا تؤثر على جهد الإيقاف لأن شدة الضوء تعني زيادة عدد الإلكترونات وليس طاقتها الحركية بشرط ان يكون تردد الضوء مناسب لانبعاث الإلكترونات .



تفسير الفيزياء الكلاسيكية والكمية لظاهرة التأثير الكهروضوئي

تفسير الفيزياء الكلاسيكية (النظرية الموجية للضوء)

- زيادة شدة الضوء يعني زيادة اتساع المجال الكهربائي الذي يسبب انبعاث الإلكترونات بسرعات أعلى الذي يزيد من الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات المنبعثة .

تفسير الفيزياء الكلاسيكية (النظرية الموجية للضوء)

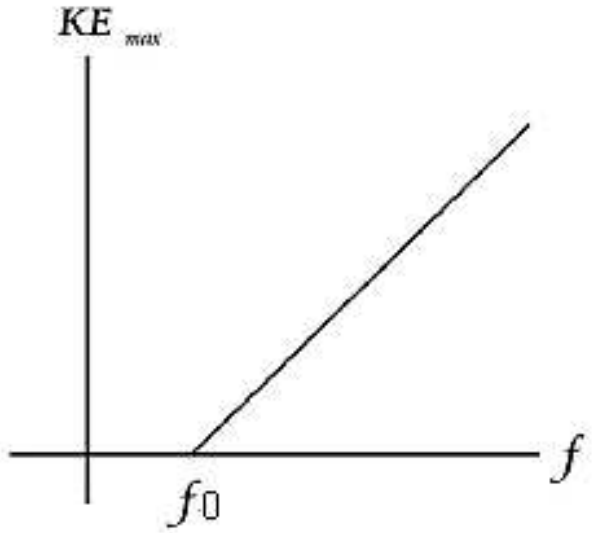
- تـردد الضـوء لـا يـؤثر فـي الطاقـة الحركيـة للإلكترونات المنبعثة.
- إذا كانـت شـدة الضـوء ضـعيفة جـداً ، فـإن الـإلكترون يسـتغرق وقتـاً طويلـاً لامتصـاص كمية الطاقة اللازمة لانبعاثه .

تفسير الفيزياء الكمية (نظرية الفوتون)

1- إذا كان تردد الضوء الساقط (ƒ) على سطح الفلز أقل من تردد معين يسمى تردد العتبة ($ƒ_0$) ، لا تنطلق منه الإلكترونات ولا يعتمد انطلاق الإلكترونات على شدة الضوء الساقط مهما زاد .

تفسير الفيزياء الكمية (نظرية الفوتون)

2- عند تسليط ضوء تردده أكبر من تردد العتبة ، تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة من سطح فلز بازدياد تردد الضوء الساقط على الفلز وليس بزيادة شدة الضوء الساقط



تفسير الفيزياء الكمية (نظرية الفوتون)

3- لا يوجد تأخير في زمن تحرر الإلكترون من سطح الفلز لأن الإلكترون يكتسب طاقته من اصطدام واحد فقط مع فوتون له التردد المناسب حتى لو كانت شدة الضوء الساقط تقترب من الصفر

مقارنة بين التفسير الكلاسيكي والكمي لظاهرة التأثير الكهروضوئي

مقارنة بين التفسير الكلاسيكي والكمي لظاهرة التأثير الكهروضوئي

وجهة المقارنة	التفسير الكلاسيكي	التفسير الكمي
شدة الضوء الساقط	زيادة شدة الضوء الساقط تزيد من الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات	زيادة شدة الضوء الساقط لا تؤثر على الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات

مقارنة بين التفسير الكلاسيكي والكمي لظاهرة التأثير الكهروضوئي

وجهة المقارنة	التفسير الكلاسيكي	التفسير الكمي
تردد الضوء الساقط	الظاهرة تحدث عند أي تردد	الظاهرة تحدث عند تردد معين بحيث يكون تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز

مقارنة بين التفسير الكلاسيكي والكمي لظاهرة التأثير الكهروضوئي

وجهة المقارنة	التفسير الكلاسيكي	التفسير الكمي
زمن تحرير الإلكترونات	يعتمد على شدة الضوء الساقط	لا يعتمد على شدة الضوء الساقط لأن الإلكترون يكتسب طاقته من اصطدام واحد فقط مع فوتون له التردد المناسب

معادلة آينشتاين لظاهرة التأثير الكهروضوئي

تفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية
معادلة الظاهرة الكهروضوئية

- الإلكترونات تستقر في الفلز بفعل قوى الجذب .
- يلزم حد أدنى من الطاقة تلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز تسمى **اقتران الشغل (ϕ)**.
- يلزم حد أدنى من التردد يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز يسمي **تردد العتبة (f_0)** .
- عند سقوط الضوء علي سطح فلز يعطي كل فوتون طاقته كلها لإلكترون واحد من إلكترونات الفلز .

تفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية (معادلة الظاهرة الكهروضوئية)

- إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة فلا تتحرر الإلكترونات .
- إذا كان تردد الضوء الساقط يساوي تردد العتبة للفلز فإن طاقة الفوتون تصرف بالكامل في نزع الإلكترون دون اعطائه طاقة حركية

تفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية (معادلة الظاهرة الكهروضوئية)

- إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز فإن الفوتون الساقط يمتلك طاقه كافيه أكبر من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح الفلز وبذلك فإن جزءاً من طاقة الفوتون الساقط تصرف في انتزاع الإلكترون من سطح الفلز والجزء المتبقي من طاقة الفوتون الساقط يكتسبه الإلكترون علي شكل طاقة حركيه .

معادلة الظاهرة الكهروضوئية

طاقة الفوتون = اقتران الشغل + الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات

$$h f = \phi + K_{max}$$

معادلة الظاهرة الكهروضوئية

$$h f = \Phi + K_{max}$$

Φ (اقتران الشغل): الحد الأدنى من الطاقة التي تلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون اكسابه طاقة حركية وتعتمد على نوع الفلز وتساوي ($h f_0$).

معادلة الظاهرة الكهروضوئية

$$h f = \phi + K_{max}$$

تردد العتبة (f_0): الحد الأدنى من التردد الذي يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون اكسابه طاقة حركية ويعتمد على نوع الفلز.

معادلة الظاهرة الكهروضوئية

$$h f = \phi + K_{max}$$

(K_{max}) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات والتي يمكن حسابها من خلال العلاقة ($K_{max} = q_e V_0 = \frac{1}{2} m v^2$)

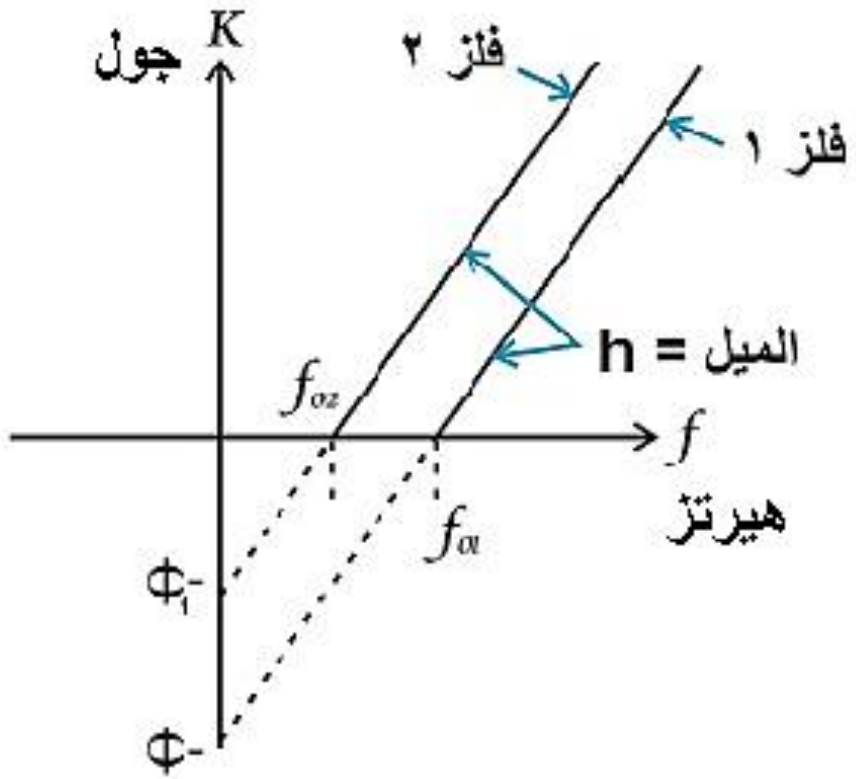
معادلة الظاهرة الكهروضوئية

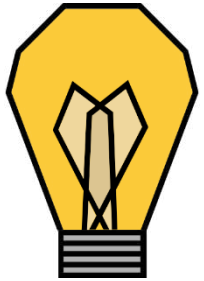
- إذا رسمنا العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة لعدة عناصر، أجب عن الأسئلة التالية :

1- ماذا يمثل المقطع السيني؟
تردد العتبة

2- ماذا يمثل المقطع الصادي؟
يمثل عددياً اقتران الشغل

3- لماذا يكون المنحنيان متوازيان ؟
لأن ميلها ثابت ويساوي ثابت بلانك





علل:
تتباين الإلكترونات الضوئية في سرعتها عند مغادرة سطح الفلز ؟

- لأن الظاهرة الكهروضوئية تحدث على أعماق مختلفة من سطح الفلز فالإلكترونات التي تتحرر من الطبقات السفلى تتصادم مع ذرات قبلها فتفقد جزء من طاقتها بعكس الإلكترونات المتحررة من السطح التي تملك أقصى طاقة حركية .

مسائل حسابية على الظاهرة الكهروضوئية

مثال 1:

سقط ضوء تردده ($1X10^{15}$ Hz) على سطح الصوديوم ، فانطلقت إلكترونات ضوئية ذات طاقة حركية قصوى تساوي 1.78 ev ، احسب تردد العتبة للصوديوم

المعطيات

$f = 1x10^{15}$ Hz

$K_{max} = 1.78x1.6x10^{-19}$ J

$= 2.848X10^{-19}$ J

$h = 6.626x10^{-34}$ J.s

الحـل:

$$h f = \phi + K_{max}$$

$$h f = h f_0 + K_{max}$$

$$h f = 6.626 \times 10^{-34} \times 1x10^{15} = 6.626x10^{-19} \text{ J}$$

$$h f_0 = h f - K_{max}$$

$$6.626 \times 10^{-34} \times f_0 = 6.626x10^{-19} - 2.848x10^{-19}$$

$$f_0 = 5.7x10^{14} \text{ Hz}$$

مثال 2/

أي الفلزين الآتيين يظهر التأثير الكهروضوئي عندما يسقط عليه ضوء تردده $7x10^{14}$ Hz الليثيوم (ϕ=2.3ev) أم الفضة (ϕ=4.7 ev) ولماذا ؟

فكرة الحل /

هو ايجاد قيمة طاقة الضوء الساقط ومقارنته مع اقتران الشغل لكل فلز وحتى يظهر التأثير الكهروضوئي يجب أن تكون طاقة الضوء الساقط أكبر من قيمة اقتران الشغل .

مثال 2/

أي الفلزين الآتيين يظهر التأثير الكهروضوئي عندما يسقط عليه ضوء تردده $7x10^{14}$ Hz الليثيوم ($\phi=2.3ev$) أم الفضة ($\phi=4.7$ ev) ولماذا؟

الحل :

$h f = 6.626 \times 10^{-34} \times 7x10^{14} = 4.6382x10^{-19}$ J

الليثيوم ($3.68x10^{-19}$ J = $\phi=2.3x1.6x10^{-19}$)

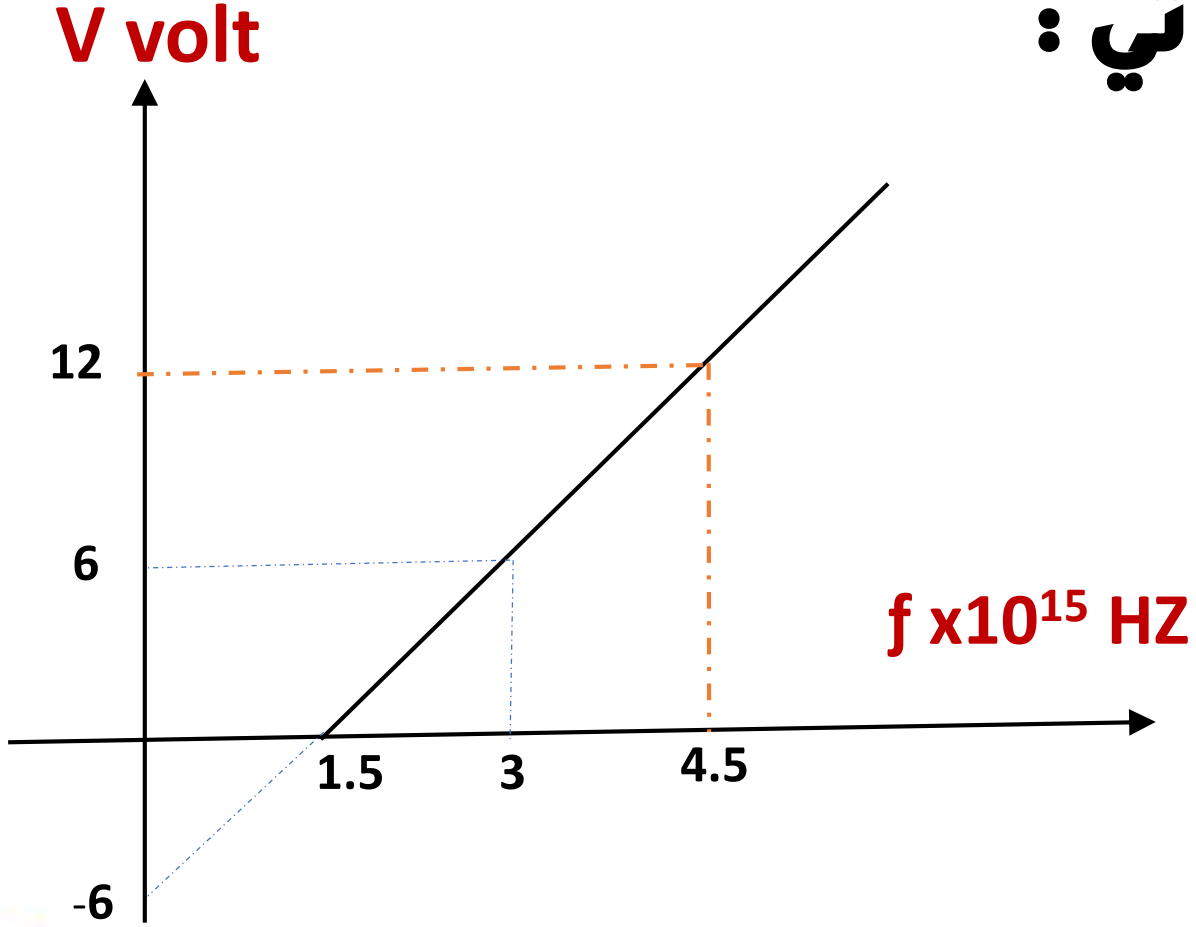
الفضة ($7.52X10^{-19}$ J = $\phi=4.7X1.6X10^{-19}$)

لأن طاقة الضوء أكبر من اقتران الشغل لعنصر الليثيوم وأقل من اقتران الشغل لعنصر الفضة

الفلز الذي يظهر التأثير الكهروضوئي الليثيوم

مثال 3/

في الشكل الآتي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط وجهد القطع في خلية كهروضوئية ، اعتماداً على الشكل ، أجب عما يأتي :



1- ما ثابت بلانك ؟

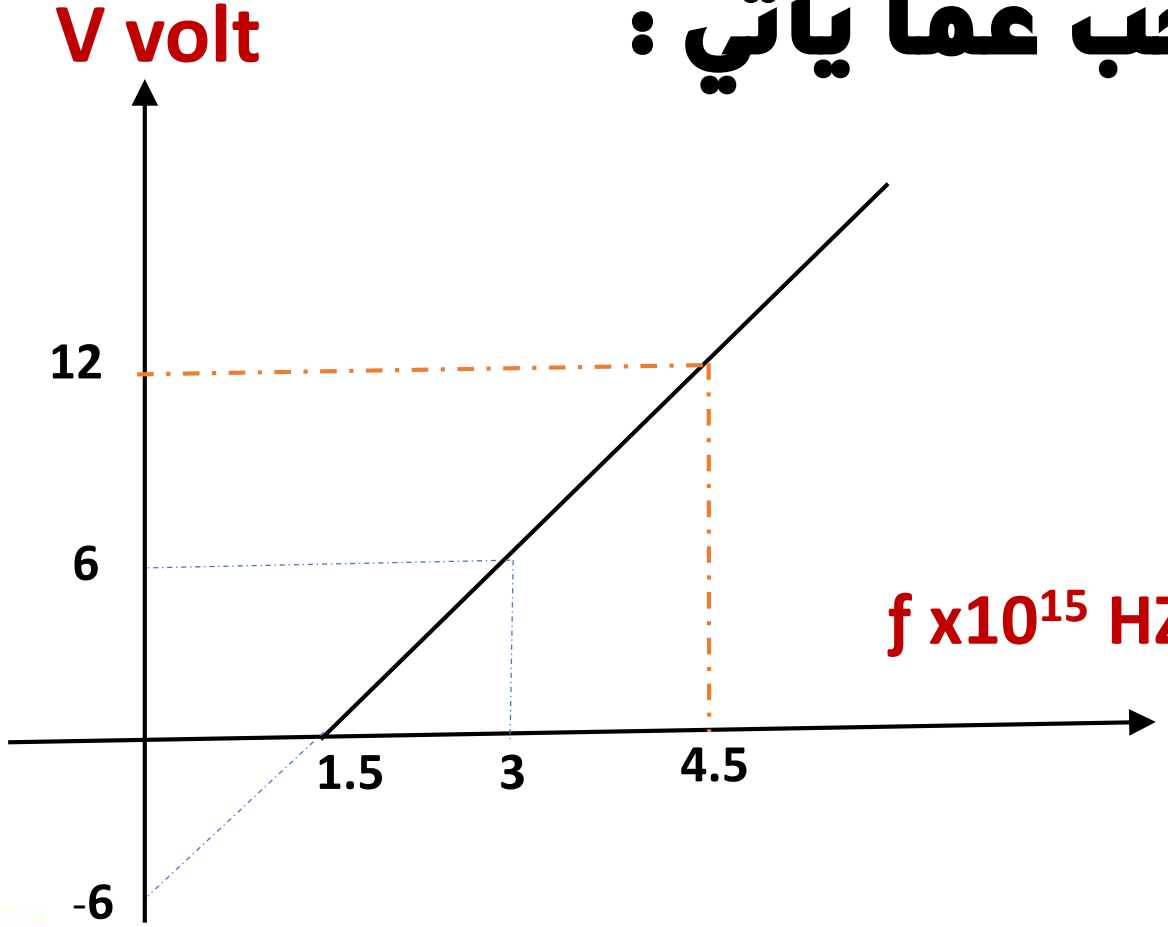
2- ما اقتران الشغل ؟

3- ما تردد العتبة للفلز ؟

4- إذا قمنا بزيادة شدة الضوء الساقط على مهبط الخلية . ماذا يتغير في الرسم البياني ؟

مثال 3/

في الشكل الآتي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط وجهد القطع في خلية كهروضوئية ، اعتماداً على الشكل ، أجب عما يأتي :



1- ما ثابت بلانك ؟

$h = \text{slope} \times q_e$

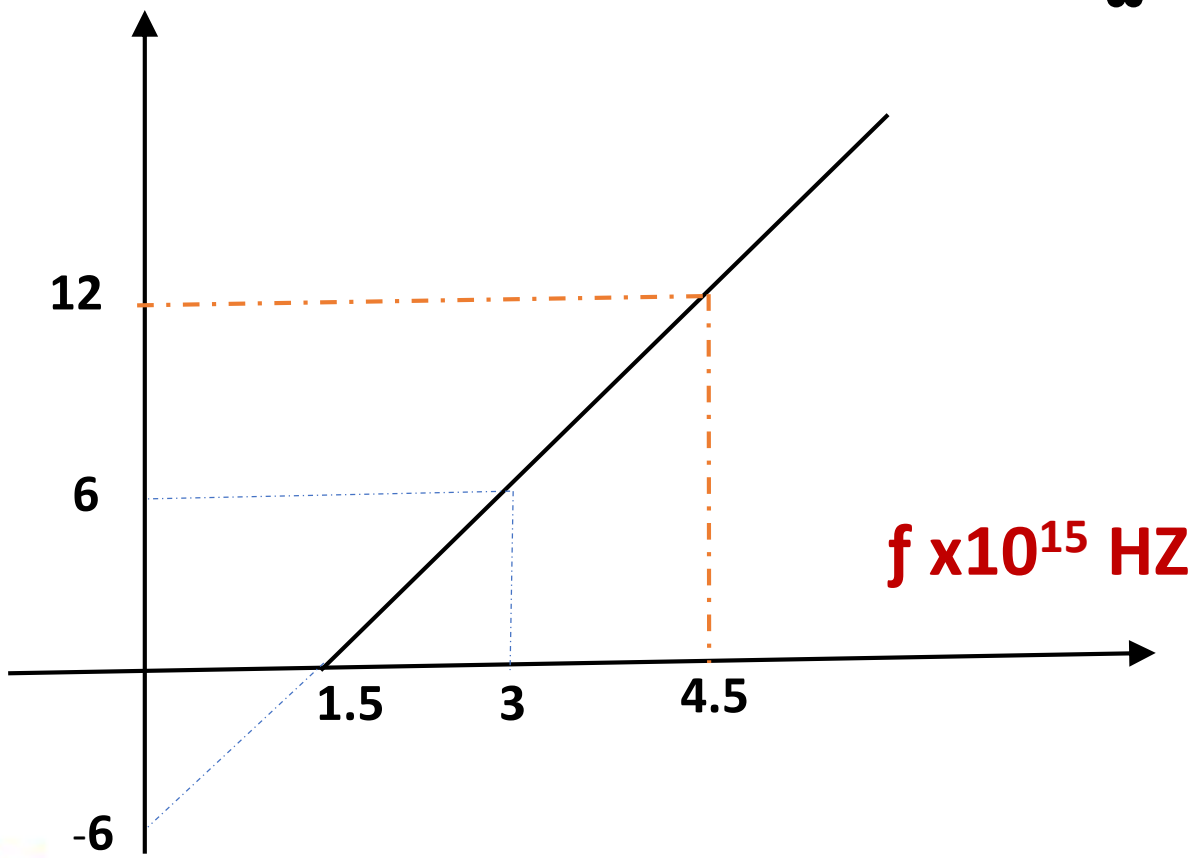
$h = q_e \times \frac{\Delta V}{\Delta f}$

$h = 1.6\times10^{-19} \times \frac{(12-6)}{(4.5-3)\times1015}$

$h = 6.64 \times10^{-34}\ J.s$

مثال 3/

في الشكل الآتي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط وجهد القطع في خلية كهروضوئية ، اعتماداً على الشكل ، أجب عما يأتي :



2- ما اقتران الشغل ؟

من الرسم تمثل القيمة العددية للمقطع الصادي

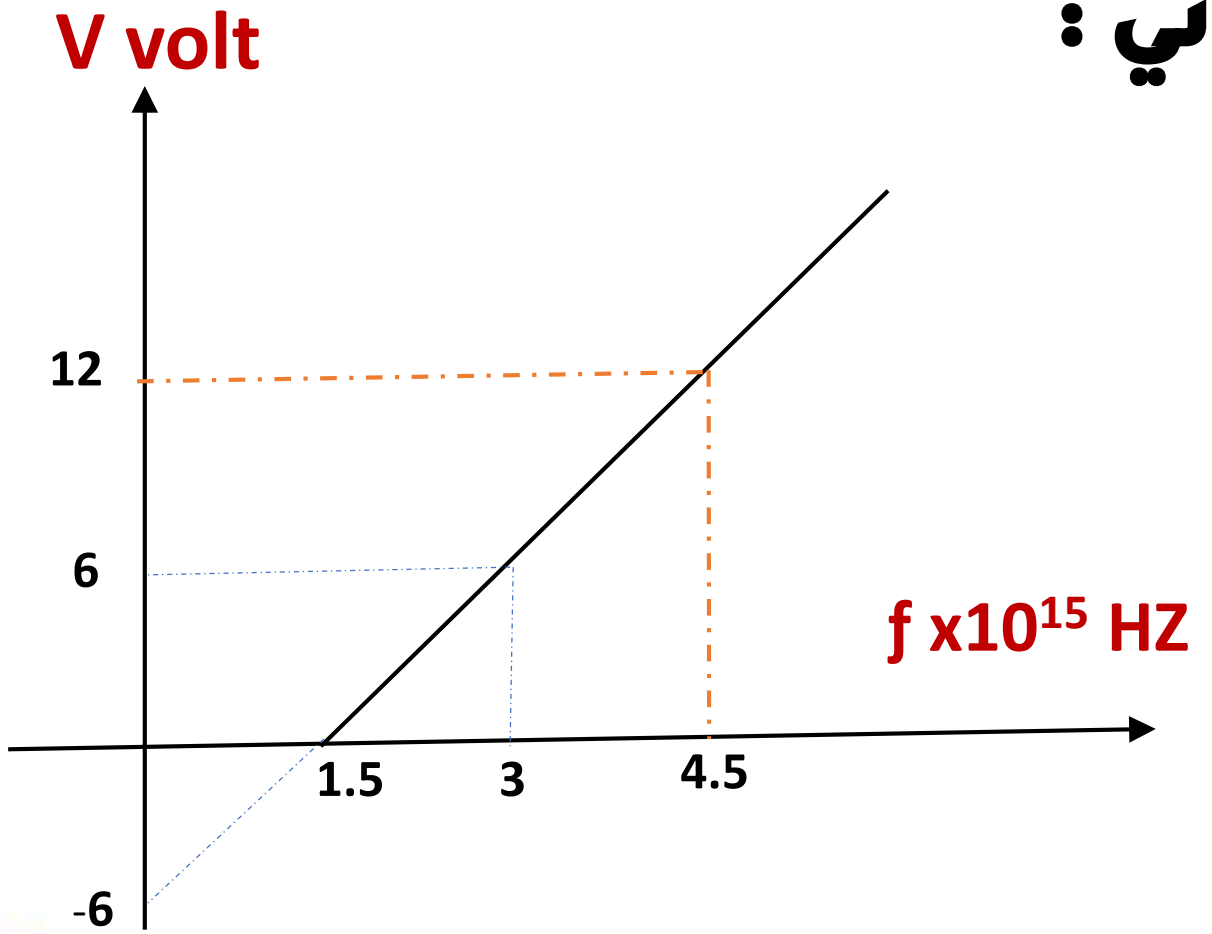
$\phi = 6\ e.v$

$\phi = 6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 9.6 \times 10^{-19}\ J\phi$

مثال 3/

في الشكل الآتي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط وجهد القطع في خلية كهروضوئية ، اعتماداً على الشكل ، أجب عما يأتي :



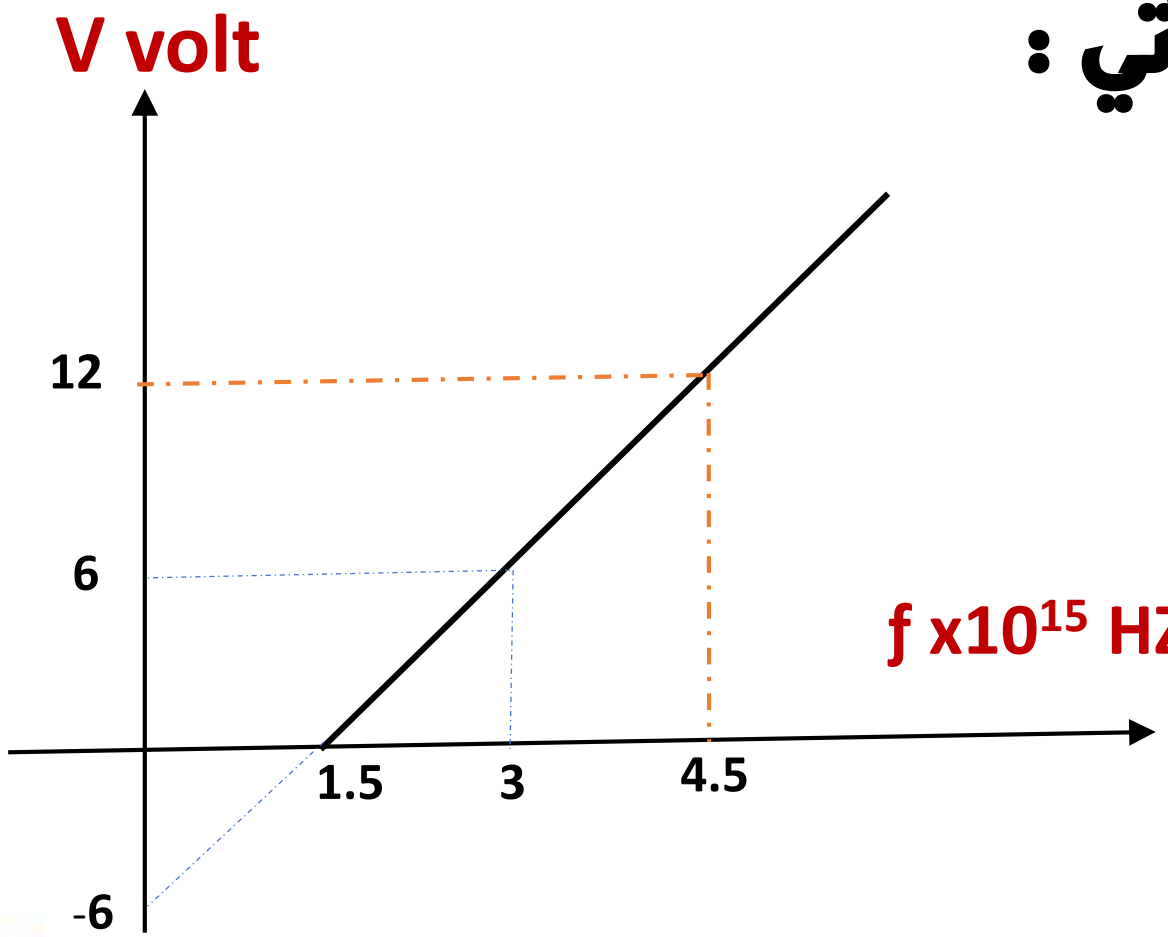
3- ما تردد العتبة للفلز ؟

من خلال الرسم يمثل المقطع السيني تردد العتبة

$$f_o = 1.5 \times 10^{15}\ Hz$$

مثال 3/

في الشكل الآتي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط وجهد القطع في خلية كهروضوئية ، اعتماداً على الشكل ، أجب عما يأتي :



4- إذا قمنا بزيادة شدة الضوء الساقط على مهبط الخلية . ماذا يتغير في الرسم البياني ؟

لا يحدث أي شيء لأن شدة الضوء الساقط لا تؤثر على جهد الإيقاف (القطع)

تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية

تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية

1- الوصلة الثنائية أحد مكونات الأجهزة الكهربائية التي تعتمد في تصنيعها على الظاهرة الكهروضوئية .

- عند سقوط الفوتونات على سطح الفلز يتم امتصاص الفوتونات والذي يؤدي إلى انطلاق الإلكترونات وبالتالي تتغير قدرة الوصلة الثنائية

- من هذه الأجهزة جهاز الإنذار، الماسح الضوئي في الكاميرا الذي يتحكم في اتساع فتحة الكاميرا.

تطبيقات عملية على الظاهرة الكهروضوئية

2- الظاهرة الكهروضوئية لها علاقة ما يحدث في عملية البناء الضوئي حيث تحتاج صبغة الكلوروفيل إلى تسع فوتونات من ضوء الشمس لتحويل جزئ واحد من ثاني أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات نافعة وغاز الأكسجين

سؤال /

هل عدد الفوتونات في 1 جول من الضوء الأحمر أكبر من عدد الفوتونات في 1 جول من الضوء الأزرق أم يساويه، أم أصغر منه ؟ وضح ذلك .

- **الحل :**

$$E = n\,h\,f = n\,h\,\frac{c}{\lambda}$$

$$n = \frac{E\,\lambda}{h\,c}$$

لاحظ أن العلاقة بين عدد الفوتونات والطول الموجي علاقة طردية ، الضوء الأحمر طوله الموجي أكبر من الطول الموجي للضوء الأزرق، لذلك عدد الفوتونات الضوء الأحمر هي الأكثر