أوراق عمل في

الإلكترونيات

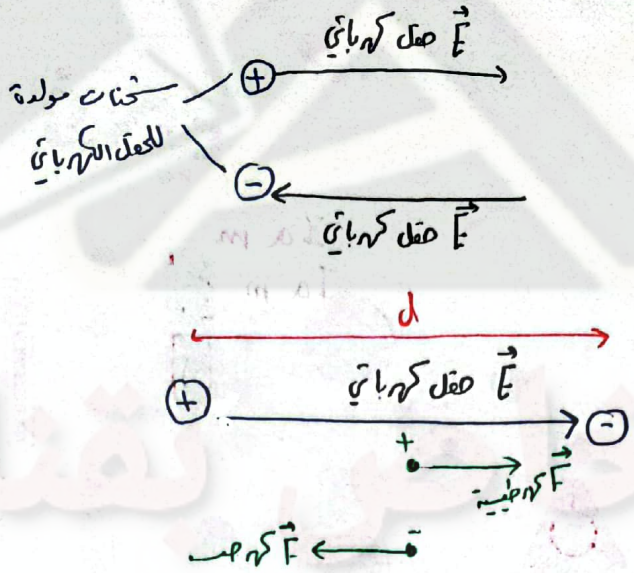
الأستاذ
محمد جعيداني

AL BASHAE ER
البشائر
مكتبة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مراجعة كاملة :

①



يكون جهة القوة الكهربائية :

- بجهة الحقل الكهربائي $\vec{E}$ إذا كانت الشحنة $q > 0$
- بعكس جهة الحقل الكهربائي $\vec{E}$ إذا كانت الشحنة $q < 0$

② قوانين للحفظ

① شدة القوة الكهربائية

$F = qE$

$F = eE$

N C شدة الحقل الكهربائي $E = \frac{F}{e} = \frac{N}{C}$

② نوع الكهرباء : التوتر الكهربائي

$U = E.d \Rightarrow E = \frac{U}{d} (V.m^{-1})$

V (m)

③ عمل القوة الكهربائية المؤثرة بالالكترون

$W_{\vec{F}} = e.U$

$W = F.d = eE.d = eU$

④ عدد الالكترونات

$q = ne$ ، $q = I.t$

$n = \frac{q}{e} = \frac{I.t}{e}$

تذكر

الحركة المستقيمة المنتظمة :

$v = v_0 = const$

$a = 0\ m.s^{-1}$

$\bar{x} = v_0 t + x_0$

$x_0 = 0$

$x = vt$

الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام

$a = const$

$\bar{y} = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t + y_0$

$v_{0y} = 0$ $y_0 = 0$

$\bar{y} = \frac{1}{2} \bar{a}_y t^2$

لإيجاد معادلة مسار الحركة نحذف t بين x و y

العلاقة الخالية من الزمن

$v^2 - v_0^2 = 2ad$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

« انتزاع الإلكترونات وتسريعها »

طاقة انتزاع الكترون من سطح معدن :

يتمركز الإلكترون الحر داخل المعدن بسرعة وطاقة تتعلق بدرجة حرارة المعدن ، ويكون هناك حاجز لقوى جذب كهربائي محصلتها موجبة من الصفر لذرات التي عند الأيونات الموجبة المبعثرة حوله .

لكي : من أجل الكترون واقع على سطح المعدن يصبح لهذه القوى الجاذبة محصلة تختلف عند الصفر وجهها نحو داخل المعدن دوماً ، إذ انتزاع الكترون من سطح معدن يحتاج إلى هرض طاقة .

• طاقة الانتزاع : E_s ، W_d ، W_s

الطاقة الدنيا اللازمة لانتزاع الكترون من سطح معدن

ولانتزاع الكترون من سطح معدن ونقله مسافة صغيرة dl خارج المعدن يجب تقديم طاقة أكبر من عمل القوى الكهربائية التي تجذب الكترون نحو داخل المعدن

وبالتالي

$$W_s = F.dl \quad ; \quad F = eE$$

$$W_s = eE.dl \quad ; \quad U_s = E.dl$$

$$W_s = E_s = eU_s$$

E_s : طاقة الانتزاع ، W_s : عمل الانتزاع

U_s : كمون الانتزاع : فرق كمون الانتزاع بين سطح المعدن والسطح الخارجي

E : الحقل الكهربائي المتولد عند الأيونات الموجبة عند سطح المعدن

مناقشة :

E الطاقة الممنوحة للإلكترون (يمتصها) نميز الحالات

1) $E < E_s$: لا ينتزع الإلكترون ويبقى منجذباً نحو داخل المعدن

2) $E = E_s$: يتحرر الإلكترون من سطح المعدن بسرعة ابتدائية معدومة

3) $E > E_s$: يتحرر الإلكترون من سطح المعدن ومعه سرعة ابتدائية

حسب من العلاقة :

$$E_k = E - E_s$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = E - E_s \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E-E_s)}{m_e}}$$

طرق انتزاع الكترون من سطح معدن :

1) الفعل الكهروضوئي : تقدم الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون من سطح معدن على شكل طاقة ضوئية تواترها كافي $E = hf$

2) الفعل الكهرحراري : وتكون الطاقة المقدمة على شكل طاقة حرارية ، يسخن المعدن فتكتسب بعض الكترونات السطحية مقدراً كافياً من الطاقة تزيد من سرعتها وحركتها وتبعثها خارج المعدن

3) مفعول لنيت / الأشعة المهبطية / الحركية

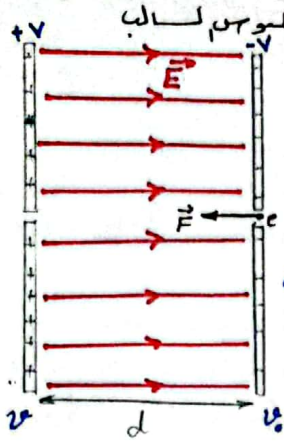
لنيتقذف سطح المعدن بحزمة من جسيمات ذات طاقة كافية فيؤدي ذلك إلى تصادم بعض جسيمات هذه الحزمة مع الإلكترونات الحرة في سطح المعدن ، مما يؤدي إلى انتقال جزء من طاقة الجسيم الصادم إلى الإلكترون ، وعندما يكون الجزء المنتقل أكبر أو يساوي طاقة الانتزاع عين الإلكترون الحر الواقع عند سطح المعدن أن يتقلع من هذا المعدن

تسريع إلكترونات في منطقة حقل كهربائي فنتظم :

1) تأثير حقل كهربائي منتظم في الكترون ساكن :

صفيحتان مستويتان مشحونتان لبوسهما متقابلان ، المسافة بينهما d

يدخل الكترون ساكن من نافذة في اللبوس السالب



تخضع الكترونة الكهربائية الشحنة e عند وضعها في حقل كهربائي ساكن $\vec{E}$ لقوة كهربائية $\vec{F}$

$$\vec{F} = q\vec{E} = m_e\vec{a}$$

وبإيجاد العلاقة المحددة لسرعة خروج الإلكترون من نافذة مقابلة في اللبوس الموجب

طبيعة الحركة : خارجية

الحركة المدروسة : الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي

القوى الخارجية المؤثرة : (بإهمال ثقل الإلكترون)

$\vec{F}$: القوة الكهربائية : الداخل $\vec{E}$ ومماسه باتجاهه

$$F = eE$$

وشدتها ثابتة

وحسب ما نعلم من قانون نيوتن الثاني :

$$F = m_e a \Rightarrow$$

$$a = \frac{F}{m_e} = \frac{eE}{m_e} \qquad \text{لكن} \quad E = \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow a = \frac{eU}{m_e d} = const$$

وبما أن الحركة بدأت من السكون وهي باتجاه ثابت

$\Leftarrow$ الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$v^2 - 0 = 2\frac{eU}{m_e d}.d$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2\frac{eU}{m_e}}$$

نتائج :

1) يمكن زيادة سرعة خروج الإلكترون من نافذة اللبوس الموجب بزيادة فرق الكمون بين اللبوسين .

2) نحصل الطاقة الحركية من أجل السرعات الصغيرة للإلكترون بالنسبة لسرعة الضوء (يمكن اعتبار الكتلة ثابتة)

عناصر الحقل الكهربائي $\vec{E}$ المتولد بين لبوسي المكثفة

الحامل : محمول على مستوي اللبوسين

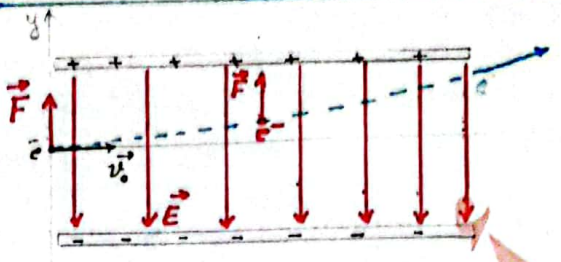
الجهة : من اللبوس الموجب إلى اللبوس السالب .

الشدة : $E = \frac{U}{d}$.

U : فرق الكمون المطبق .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② تأثير حقل كهربائي منتظم على الكترون متحرك بسرعة ابتدائية من $\vec{E}$ إلى $\vec{v_0}$



$\vec{v_0}\begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{cases}$ ، $\vec{F}\begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = F \end{cases}$

بإعتبار :

- مبدأ المعاصل : نقطة دخول الإلكترون لمنطقة الحقل الكهربائي المنتظم

$x_0 = 0$ ، $y_0 = 0$

- مبدأ الأزمنة : لحظة دخول الإلكترون منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

جملة المقارنة : غاليلية .

الجملة المدروسة : الإلكترون داخل منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

القوى الخارجية المؤثرة : (بإهمال ثقل الإلكترون)

$\vec{F}$: القوة الكهربائية حيث : الحامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة

وشدتها ثابتة $F = eE$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = e\vec{E} = m_e\vec{a}$$

$$\vec{F} = m_e\vec{a}$$

بالإسقاط على محور $\vec{x'x}$ الأفقي

$0 = m_e a_x \Rightarrow a_x = 0$

$\Rightarrow v_x = v_0 = const$

$\Leftarrow$ حركة المسقط على $\vec{x'x}$ هي حركة مستقيمة منتظمة

$x = v_0 t$ ①

بالإسقاط على محور $\vec{y'y}$ الشاقولي

$F = m_e a_y \Rightarrow$

$a_y = \frac{F}{m_e} = \frac{eE}{m_e} = \frac{eU}{m_e d} = const$

$\Leftarrow$ حركة المسقط على $\vec{y'y}$ هي حركة مستقيمة متسارعة بانتظام

$y = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{eU}{2m_e d}t^2$ ②

وهي معادلة القطع المكافئ

من ① نعوض $t = \frac{x}{v_0}$ في ②

$$y = \frac{eU}{2m_e d v_0^2}x^2$$

احدهما درجة أولى والثاني درجة ثانية

$\Leftarrow$ المسار محمول على جزء من قطع مكافئ .

« الأشعة المهبطية »

الإفراغ الكهربائي : هو شرارة تحدث عبر العازل (هواء - غازات) الفاصل بين جسمين مشحونين بفرق كمون كاف.

الإفراغ الكهربائي

تشكل الغازات المتأينة الكهربائي عند تأينها وتكون لمتأملية (أيون - الكترون)

شرط توليد الأشعة المهبطية :

① فراغ كبير في الأنبوب يتراوح الضغط فيه بين

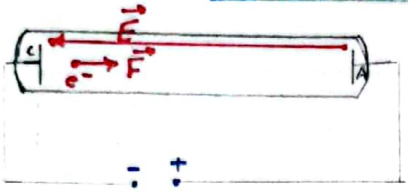
(0,01 - 0,001 mmHg)

② توتر كبير نسبيا بين قطبي الأنبوب حيث يولد حقل كهربائي شديد يجبر المهبط .

ملاحظة : أنبوب التفريغ الكهربائي في الغازات هو عبارة عن أنبوب زجاجي متين ومغلق تماما طوله 50cm وقطر 4 cm مملوء بالغاز المطلوب دراسته . يثبت في الطرفين قطبين كهربائيين أحدهما : مهبط c والثاني مصعد A

كما يوجد ثقبة توصل الأنبوب بمخلية غاز P بواسطتها يمكن التحكم بضغط الغاز

آلية توليد الأشعة المهبطية وطبيعتها :



يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على كمية غازية تتكون من ذرات غازية وأيونات موجبة .

عند تطبيق توتر كهربائي كبير بين قطبي الأنبوب : تتجه هذه الأيونات الموجبة نحو المهبط بسرعة كبيرة ، وتتوقف ما كلاسيكية عن طريق سد ذرات غازية حتى تصل للمهبط وتصدمه ، ساعد هذا الصدم على انتزاع بعض من الإلكترونات الحرة من سطح المعدن (المهبط) ، الذي يقوم بدفع لتبتعد عنه نظرا لشحنتها السالبة ، وبسرعة الحقل الكهربائي لتصدم ذرات غازية جديدة ، أثناء توجهها نحو المصعد تسبب تأينها ، تتجه الأيونات الموجبة الجديدة نحو المهبط لتنتزع الإلكترونات جديدة وهكذا ...

تتكون الأشعة المهبطية : (طبيعة الأشعة المهبطية)

- الإلكترونات منتزعة من مادة المهبط
- الإلكترونات تأتي من الذرات الغازية بجوار المهبط

وتسري ملايين الإلكترونات بواسطة الحقل الكهربائي لتتجه نحو القوة المطبقة بين قطبي الأنبوب / الإلكترونات مسرعة /

خواص الأشعة المهبطية :

① تنتشر وفق خطوط مستقيمة ناظمية على سطح المهبط ، لذا تختلف شكل حزمة الأشعة حسب شكل المهبط ، فإذا كان المهبط :

- مستويا ← الحزمة متوازية
- مقعرا ← = متقاربة
- محدبا ← = متباعدة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

4 تسبب تأثير بعض الأجسام : تهيج الأنسجة الحيوية ذات بعض المواد التي تتساقط عليها نتيجة تأثرها بالإشعاع معينة / زجاج عادي باللون الأخضر - كبريتات الكالسيوم باللون الأصفر الفاتح

يتفاوت من هذه الخاصية مما : الكشف عن الأشعة الحيوية

3 ضعيفة النفوذ : لا تنفذ من صفيحة معدنية وتكون ظلاً لها على الزجاج المتأثر عليها فيظهر / بالرشاش ورقة الألمنيوم /

4 تحمل طاقة حركية : سرعة الأشعة الحيوية تقترب من سرعة انتشار الضوء في الخلاء (2×10^{7} m/s ⟵ 6×10^{7} m/s)

لذلك يمكننا أن : تدير دولاب خفيف

كما يمكن لهذه الطاقة الحركية أن تتحول إلى أشكال أخرى من الطاقة مثل : كيميائية - حرارية - إشعاعية

5 تتأثر بالحقل الكهربائي : تنحرف نحو اللبوس الموجب للصفيحة مشحونة مما يدل على أنها مشحونة بشحنة سالبة / إلكترونات

6 تتأثر بالحقل المغناطيسي : تنحرف بتأثير قوة لورنتز المغناطيسية عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي الذي يؤثر عليها .

7 تنتج أشعة ثانوية : إذا صدمت صفيحة معدنية مشحونة سرعة ثقيل

8 تؤين الغازات : إذا اخترقت غاز تقوم بتأيينه مما يؤدي إلى توصيل الغاز

9 تعمل عمل الأشعة الضوئية في تأثيرها بأنواع المصور الضوئي الحساسة للضوء .

نتائج :

• يتغير مظهر التفريغ الكهربائي بتغير ضغط الغاز من أجل الضغط حوالي :

110 mm	: لا يحدث التفريغ في الأنبوب
100 mm Hg	: سمع طقطقات / حدث تفريغ كهربائي /
10 mm Hg	: تختفي الطقطقات ويظهر عمودي ضوئي بنفسجي
0,01 mm Hg	: يختفي الضوء تماماً / أشعة مهبطية /

وكل ما سبق عند تطبيق توتر 500V وما فوقه

« الفعل الكهرضوئي » الجزء الثاني

سؤال : نسخن سلكاً معدنياً إلى درجة حرارة معينة :

• ماذا يحدث لبعض الإلكترونات الحرة عند بدء التسخين :

تكتسب بعض الإلكترونات الحرة الطاقة الحركية الكافية لتتخلص من ذرات السطح المعدني .

• ماذا يحدث عند استمرار التسخين :

تكتسب بعض الإلكترونات الحرة طاقة كافية لتتخلص من ذرات السطح المعدني .

ما الكمية الكهربائية التي يكتسبها السطح المعدني :

يكتسب سطح المعدن شحنة موجبة

ما الذي يفسر التجاذب بين المعدن والإلكترونات / تشكل السحابة /

باستمرار التسخين يزداد خروج الإلكترونات من سطح المعدن وتزداد شحنة المعدن مما يزيد قوة جذب المعدن للإلكترونات المنطلقة وفي لحظة ما : يتساوى عدد الإلكترونات المنطلقة مع عدد الإلكترونات العائدة للسطح المعدني ، فتشكل سحابة إلكترونية كثافتها ثابتة حول سطح المعدن / الفعل الكهرضوئي /

• ماذا يحصل إذا طبقنا حقل كهربائي على سحابة الإلكترونية :

- عند تطبيق حقل كهربائي ثابت للإلكترونات الخارجة من سطح المعدن لا تعود إليه . تتراكم فوق الصفيحة (مما يساعد على إحداث الكترونات جديدة) وتتابع الإلكترونات تكوين هزمة الكترونية .

• كيف نزيد عدد الإلكترونات المنتزعة في الثانية لواحدة من سطح المعدن

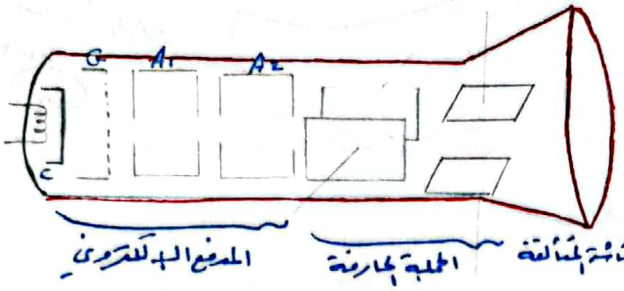
- طبعاً : 1- نقل الضغط المحيط بسطحه (لذلك يتم تفريغ الأنبوب من الهواء)

2- ارتفاع درجة حرارة المعدن

نتيجة :

الفعل الكهرحراري : هو انتزاع الإلكترونات الحرة من سطح معدن بتسخينه إلى درجة حرارة مناسبة .

رسم الجهاز الإلكتروني :



تتألف رسم الجهاز الإلكتروني من الأجزاء الرئيسية الآتية :

① المدفع الإلكتروني ② الحلبة الحارفة ③ الشاشة المتألقة .

1- المدفع الإلكتروني : يتألف من الأجزاء التالية :

(حيث تملأ المادة الغاز)

* المهبط : صفيحة معدنية يطبق عليها توتر سالب ، يصدر الإلكترونات بالفعل الكهرحراري عند طريق تسخينه تسخيناً غير مباشر بواسطة سلك من التنغستن (تمر فيه تيار متواصل)

* شبكة وصلية : أسطوانة تحيط بالمهبط في قاعدتها ثقب صغير (ضيق) وتوصل بتوتر سالب قابل للتغيير وهو دور مزدوج لضبط الحزمة الإلكترونية

- تجمع الإلكترونات الصادرة عن المهبط في بقعة تقع على محور الأنبوب

- التحكم بعدد الإلكترونات النافذة من ثقبها من خلال تغيير التوتر السالب المطبق على الشبكة مما يغير من إضاءة الشاشة .

* مصعداه : لتسريع الحزمة الإلكترونية على مرحلتين : (سبب الحركة على xx)

• الأولى : بين الشبكة والمصعد الأول بتطبيق توتر عال موجب قابل للتغيير

• الثانية : بين المصعدين بتطبيق توتر عال موجب ثابت . (سبب الحركة على yy)

2- الحلبة الحارفة : تتألف من :

1- مكثفة لبوسها أفقيان (حقل كهربائي شاقولي)

تحرف الحزمة الإلكترونية شاقولياً .

2- مكثفة مستوية لبوسها شاقوليان (حقل كهربائي أفقي)

تحرف الحزمة الإلكترونية أفقياً .

• يمكن استخدام زوجين من الصفائح أحدهما أفقية والأخرى شاقولية بدلاً من الصفائح .

I تيار ⊕ توتر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$E = 1J$ ✗

$E = 2J$ ✓

$E = 3J$ ✗

$E = 4J$ ✓

$E = 5J$ ✗

$E = 6J$ ✓

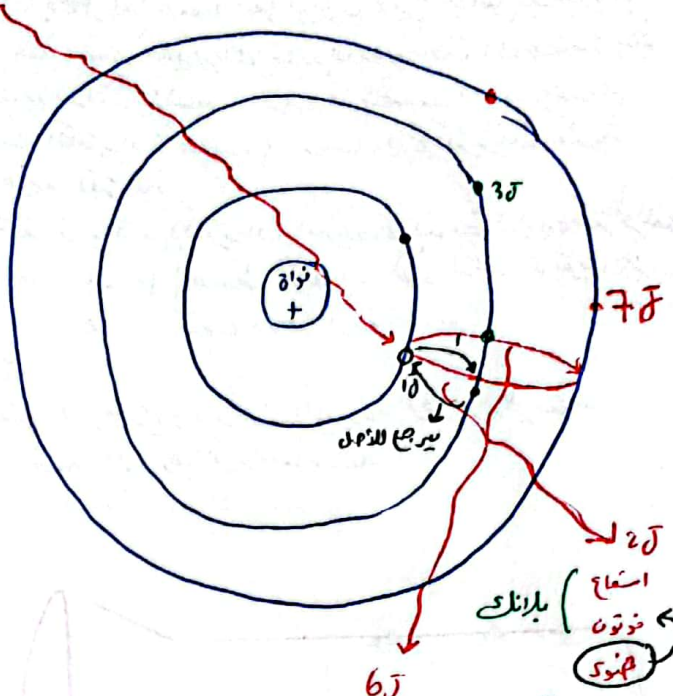
$E_{فوتون} = 2J$

$E_{فوتون} = 6J$

$E_{فوتون} = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda}$

ثابت بلانك في الاشعاع — تواتر الإشعاع

$h = 6.63 \times 10^{-34} Js$



$6J$

$2J$ ← استعاد فوتون بلانك ← اشتعاني ← ضوئي

السرعة = المسافة / الزمن

طول الموجة = السرعة × الزمن / التردد

$\lambda = v \cdot T$

$\lambda = vT = \frac{v}{f}$

$v = c$

$\lambda = c.T = \frac{c}{f}$

$\boxed{f = \frac{c}{\lambda}} \Rightarrow c = \lambda . f$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بلانك : الضوء والمادة يتبادلان الطاقة على شكل كوانتا

اينشتاين : الضوء = فوتونات

1- الخلية الضوئية : تتألف من :

① طبقة حساسة من الزجاج ② طبقة رقيقة شبه ناقلة من البلاتين والسيزيوم

③ طبقة رقيقة من مادة ناقلة (كبريتيد الزئبق)

تتطلق الخلية من الداخل بطبقة رقيقة من البلاتينيوم مما يسمح بمرور الإلكترونات المتسرعة بالضوء متصادم بالمادة القابلة للتأثر بينعكس على طبقة البلاتينيوم الذي تعكسه بدورها خارج الأنبوب يتصل الأنبوب الزجاجي من الداخل بطبقة من الفلزات تعمل دور المهبط للإلكترونية من الحوامل الخارجية كما أنها تصيد بالإلكترونات التي سبق لها أن أطلقت إلى المصعد وتغلقه الدارة.

استخدام الخلية الضوئية :

لدراسة الحركات الدورية السريعة كالمتذبذبات المتناوبة

في الإشارات الصوتية.

تتأثر من مرور الكون المستمر أو المتناوب

يستخدم في أجهزة الإنذار مثل التلفزيونية

في أجهزة التكبير مثل المجهر

في أجهزة الإدارة.

(نظرية الكم و الفعل الكهروضوئي)

نظرية : وفقا قوانين الفيزياء التقليدية :

- تعدد الإلكترون حول النواة يؤدي إلى امتصاصها تدريجيا الطاقة بالتالي إلى استقرارها من النواة لتستقر فيها . وهذا لا يحدث في الطبيعة .

مهد لوضع نظرية الكم .

أسس نظرية الكم : (الفرضيات) كمية = معينة

فرضية بلانك : افترض بلانك أن الضوء والمادة يتبادلان الطاقة من خلال كميات منفصلة من الطاقة تسمى كمات الطاقة - فوتونات - . تعطى طاقة كل كمة بالعلاقة :

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

فرضية أينشتاين : افترض اينشتاين أن الحزمة الضوئية من فوتونات (كمات الطاقة) يحمل كل منها طاقة تساوي $E = hf$. ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص وإصدار الفوتونات .

خواص الفوتون : (هفوفا) بالفوتون

الفوتون (هبيبة الطاقة) هو جسيم يوالب موجة كهرطيسية ذات التواتر f

خواصه الكهربائية : معدومة .

يتحرك بسرعة انتشار الضوء

طاقته تساوي $E = hf$ حيث

$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J\,s$ ثابت بلانك .

يمتلك كمية حركة :

الفوتون يملك $\rightarrow m = \frac{E}{c^2}$

$P = mc$

$$P = \frac{E}{c^2}\cdot c = \frac{E}{c} = \frac{hf}{\lambda f} \Rightarrow$$

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

الفعل الكهروضوئي : تحويل الطاقة من الكهربائية الخلية الشمسية/

تستخدم الخلية الشمسية لإنارة الشوارع ويعتمد عملها على انتزاع الإلكترونات الحرة من المادة عند تعرضها للإشعاعات كهرطيسية مناسبة . وهذا ما يسمى بالفعل الكهروضوئي / العالم هرتز/

تجربة هرتز :

س1 : نضع صفيحة توتياء مشحونة بشحنة سالبة على مرض كاشف كهربائي ، ثم نسلط عليها إشعاع ناتج عن مصباح بخار الزئبق ، ماذا يحدث مع التعليل :

تملك الأشعة فوق البنفسجية طاقة مناسبة تكفي لانتزاع الإلكترونات الحرة من سطح صفيحة التوتياء السالبة

- تنتزع بعض الإلكترونات الحرة من صفيحة التوتياء السالبة بالفعل الكهروضوئي ، وترفعهم شحنة الصفيحة السالبة فتبتعد الإلكترونات عن الصفيحة مما يؤدي إلى فقدان شحنتها السالبة تدريجيا حتى تتعادل وتصبح متعادلة الشحنة حتى تنطفئ .

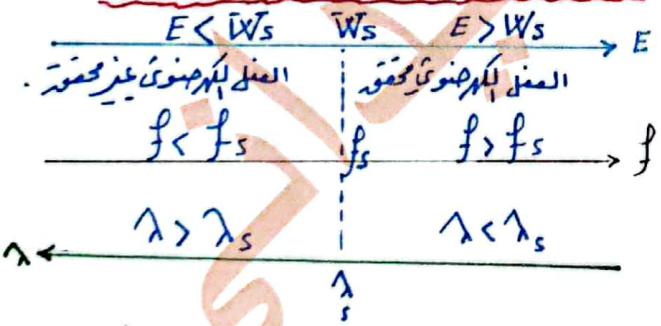
س2 : السؤال السابق مع إضافة : ماذا لو وضع لوح زجاج عائم بين المصباح والصفيحة السالبة .

- لتبقى انتزاع وتبقى الكاشف الكهربائي لأن اللوح الزجاجي يمتص الأشعة فوق البنفسجية المسؤولة عن انتزاع الإلكترونات ويمنعها من الوصول إلى الصفيحة بينما يسمح بمرور الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء التي لا تملك الطاقة الكافية لانتزاع الإلكترونات .

س3 : أعد السؤال الأول : باعتبار صفيحة التوتياء موجبة .

- لتبقى انتزاع وتبقى الكاشف : إن الإلكترونات التي يجري تزعزع ، تعاد جذبها إلى الصفيحة بسبب شحنتها الموجبة .

شرح الفعل الكهروضوئي بالاستعانة بالفرضية أينشتاين :



اقترح اينشتاين أنه : عندما يسقط فوتون على معدن فإن هذا الفوتون يمكنه أن يصادف الكترونا ويقدم له كامل طاقته والفوتون يكون بذلك قد جرى امتصاصه وتبقى ثلاث حالات :

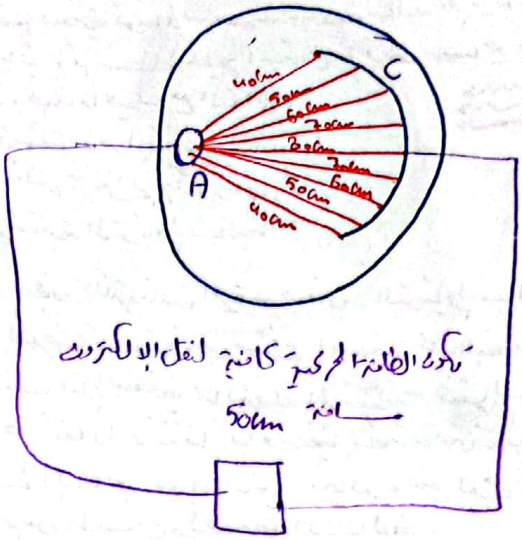
1) طاقة الفوتون مساوية لعمل الانتزاع $E_s = hf_s$ تؤدي ذلك إلى انتزاع الإلكترون وخروجه من المعدن وتكتسب الطاقة حركية معدومة ، وتواتر الموجة عندئذ يمثل تواتر العتبة اللازمة لانتزاع الإلكترون .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لنفرض عدد الفوتونات ($E_{ph} > E_s$) : 9 فوتونات ← يحرر 9 إلكترونات كل ثانية

عدد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد بنفس الثانية	مزق الكمون المعيق
0	-4
0	-3
0	-2
2	-1
4	0
6	1
9	2
9	3
9	4

$E_{ph} > E_s$



تكون الطاقة الحركية كافية لنقل الإلكترون
50cm لمسافة

0

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$U_{AC} < -2$

2 إذا أُنيرت طاقة الفوتون أكبر من أو تساوي طاقة الانتزاع يحدث انتزاع إلكترون من المعدن بإشعاع لأن طاقة الفوتون تساوي مجموع طاقة انتزاع الإلكترون مع طاقة حركية أي يخرج الإلكترون من المعدن بطاقة حركية فائضة.

$E_k = E - E_s = hf - hf_s = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s}\right)$ معادلة أينشتاين في التأثير الكهروضوئي

3 إذا أُنيرت طاقة الفوتون أصغر من طاقة الانتزاع يكتسب الإلكترون طاقة حركية ويبقى مرتبطاً بالمعدن.

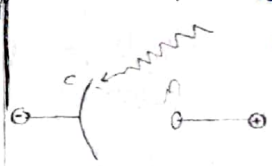
نتيجة: يحدث انتزاع الإلكترونات من المعدن إذا أُنير بطول موجة الحزمة الضوئية الواردة على المعدن أصغر أو مساوٍ لطول موجة العتبة للانتزاع.

ملاحظة: فسرت معادلة أينشتاين ما عجزت النظرية الموجية الكلاسيكية عن تفسيره وهي:

وفق تفسير أينشتاين	وفق النظرية الموجية الكلاسيكية
1 لا يحدث التأثير الكهروضوئي إذا كان تواتر الضوء الوارد أقل من تواتر العتبة الذي يتعلق بطبيعة المعدن أي $f < f_s$	1 يحدث التأثير الكهروضوئي من أجل جميع التواترات عند سقوط الضوء الوارد.
2 لتزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع E_k بزيادة شدة الضوء لأن الإلكترون الواحد يمتص حسراً من فوتون واحد من الفوتونات الواردة.	2 اعتبرت النظرية الموجية الضوء ذا الشدة العالية يحمل طاقة أكبر للمعدن وبالتالي تزداد الطاقة الحركية للإلكترون بزيادة شدة الضوء الوارد
3 حيث انتزاع الإلكترونات من سطح المعدن آنياً مهما كانت شدة الضوء الوارد (نوع الطاقة)	3 حيث الإلكترون لزمن امتصاص الفوتونات الوارد حتى ينتزع

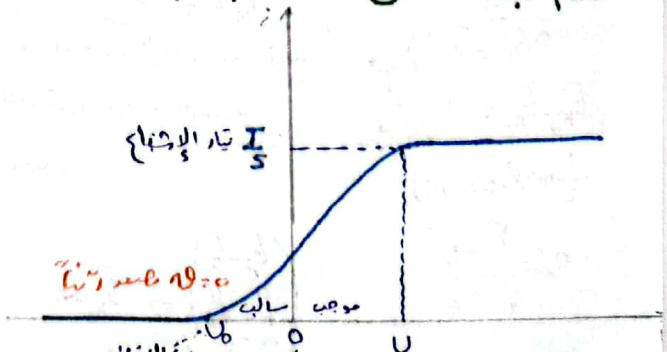
خلية الكهروضوئية: تتألف من:

- جرة زجاجية من الهواء تحوي مسرى معدني يغطى سطحه طبقة رقيقة من معدن قلوي تتلقى الضوء وهو ما ندعوه (مهبط c)
- مسرى آخر يسمى المصعد (A)



العوامل المؤثرة في شدة تيار الخلية:

1 التوتر المطبق 2 استطاعة الحزمة الضوئية.



5

عند تعرض المهبط للحزمة الضوئية تنتزع بعض الإلكترونات من الصفيحة وتنطلق بسرعة غير معدومة:

$U_{AC} < 0$

- إذا كان $U_{AC} < -U_0$ (كمون المهبط أعلى من كمون المصعد): تخضع الإلكترونات لقوة كهربائية تعاكس جهة الحقل الكهربائي $\vec{E}$ يتبع من المهبط إلى المصعد) وتعمل هذه القوة على إعادة الإلكترونات إلى المهبط. ولا يمر تيار كهربائي في الخلية
- إذا كان $U_{AC} = -U_0$ (U_0 كمون الإيقاف)

تبدأ بعض الإلكترونات بالوصول إلى المصعد على الرغم من ابتعاد الحقل الكهربائي طريقها باتجاه المصعد، فيمر تيار، وكلما ازداد كمون المصعد تقترب الإلكترونات من المصعد. ازداد عدد الإلكترونات التي تصل إلى المصعد، فتزداد شدة التيار تبعاً لذلك

- إذا كان $U_{AC} > 0$ (كمون المصعد أعلى من كمون المهبط)

تعمل القوة الكهربائية على تسريع الإلكترونات باتجاه المصعد وتزداد بذلك عدد الإلكترونات التي تصل إليه، وتزداد شدة التيار تبعاً لذلك حتى تصل إلى قيمة عظمى $I = I_s$ وعند هذه القيمة تصل جميع الإلكترونات المنتزعة من المهبط إلى المصعد. ونقول أن التيار وصل إلى حالة الإشباع.

سؤال 1: ما هو توتر الإيقاف:::

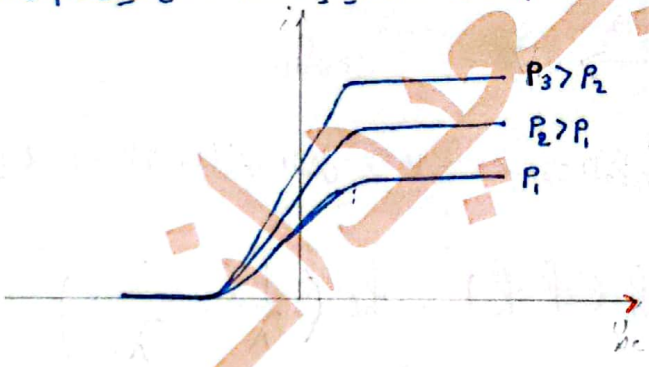
أقل توتر كهربائي عكسي يكفي لمنع وصول الإلكترونات الضوئية من المهبط إلى المصعد: أي لجعل التيار الكهروضوئي معدوماً.

سؤال 2: ماذا يحدث لو زدنا استطاعة الحزمة الضوئية

تزداد شدة تيار الإشباع بزيادة استطاعة الضوئية

$P = N E_f$ $P = N hf$ حيث استطاعة الحزمة الضوئية

N: عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح في وحدة الزمن



علل: عدم تيار الخلية الكهروضوئية إذا كان $U = 0$

لأن بعض الإلكترونات الحرة المنتزعة من مادة المهبط تصل إلى المصعد بفضل طاقة الحركية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظات لحل المسائل:

1. أصغر تواتر يلزم لحدوث الانتزاع : تواتر عتبة الإصدار : تواتر الانتزاع : f_s
2. أكبر طول موجة يلزم لحدث الانتزاع : طول موجة عتبة الإصدار : طول موجة الانتزاع : λ_s
3. طاقة الفوتون $E_{فوتون} = h.f = h\frac{c}{\lambda}$
4. طاقة الانتزاع $E_s = h.f_s = h\frac{c}{\lambda_s} \cdot eV_s$
5. شرط الفعل الكهروضوئي: $\lambda < \lambda_s \quad f > f_s$ فـ $E > E_s$
6. شرط عمل الخلية الكهروضوئية: $\lambda \leq \lambda_s \quad , \quad f \geq f_s \quad , \quad E \geq E_s$ فـ
7. كمية حركة الفوتون $p = \frac{h}{\lambda}$
8. تحويلات:

$\mu m \xrightarrow{\times 10^{-6}} m$

انفستروم $A^\circ \xrightarrow{\times 10^{-6}} m$

J جول $\xrightarrow{\div 1.6\times 10^{-19}} eV$ الإلكترون

9. حساب الطاقة الحركية العظمى عند المهبط (السرعة العظمى) عند المهبط:

$$E_{K_{C_{max}}} = E - E_s = h(f - f_s) = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s}\right)$$

$E_{K_C} = \frac{1}{2}m_e v^2$

10. حساب توتر الإيقاف V_0: نطبق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين المهبط والمصعد باعتبار سرعة الإلكترون عند المصعد معدومة:

$$\overline{\Delta E_K} = \sum W_{\vec{F}} \quad (1\to 2)$$
$$E_{K_B} - E_{K_C} = W_{\vec{F}}$$
$$0 - E_{K_C} = -eV_0$$
$$V_0 = \frac{E_{K_C}}{e}$$

11. حساب سرعة الإلكترون عند المصعد وذلك بتطبيق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين المهبط والمصعد وباعتبار

$\begin{pmatrix} E_i = E_s \\ f = f_s \\ \lambda = \lambda_s \end{pmatrix} \Rightarrow E_{K_C} = 0$

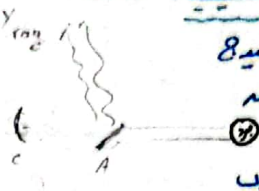
نطبق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين المهبط والمصعد

$$\overline{\Delta E_K} = \sum W_{\vec{F}}$$
$$E_{K_B} - E_{K_C} = W_{\vec{F}}$$
$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = eU$$
$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفيزياء الطبية / « الأشعة السينية »

آلية توليد الأشعة السينية : كيف ؟



يستخدم لذلك أنبوب كوليدج
وهو أنبوب زجاجي مخلى من
الهواء تخلية شديدة (10⁻⁶ mmHg)، ويحوي الأنبوب
سلكاً من التنغستن، يسخن لدرجة التوهج بواسطة تيار كهربائي
وذلك بوصله لعدة مولدات، يحيط بالسلك مهبط معدني
مقعر الشكل يعمل على عكس حزمة الإلكترونات المنبعثة من السلك
وتجميعها على الهدف المصنوع بالمعدن (مقابل المهبط) وهو عبارة عن
معدن ثقيل / كالموليبدين / ويميل بزاوية 45° على محور الأنبوب
ويوصل الأنبوب بمولد

السؤال:

① ماذا يحدث عند تسخين سلك التنغستن:
تنزع الإلكترونات من سلك التنغستن نتيجة تسخينه لزوم تأكسده

② ماذا يحدث عند تطبيق توتر عالي متواصل U_{AC} بين المصعد والمهبط
تسرع الإلكترونات المنزوعة بالحقل الكهربائي الشديد بالطبقة بين
المصعد والمهبط (من كون الشحنة)

③ ماذا يحصل عند اصطدام الإلكترونات المسرعة بذرات الهدف
وما تفسير ذلك؟
عند اصطدام الإلكترونات المسرعة بذرات الهدف، يؤدي جزء منها
إلى انتزاع الكترون من الإلكترونات الطبقة الداخلية في ذرات الهدف
ويخلف وراءه ثقباً. ينتقل أحد الإلكترونات من الطبقات الأعلى
(العليا) لذرات مادة الهدف بسرعة ليملأ في الثقب ويترافق ذلك
بإصدار فوتونات ذات طاقة عالية جداً (أمواج الكهرطيسية)
وهي الأشعة السينية / طيف منفصل /
عند مرور الإلكترون بسرعة عالية بالقرب من النواة فإنه يخضع لتأثير
حقل ساره فينقل لمعة الكهربائية الجاذبة، فينقد جزء من طاقته
وتتحول إلى أشعة (X) أشعة البريمز / طيف مستمر /

④ على سبب وجود الجزء المتصل بأطوال الموجات؟
يؤدي اصطدام الجزء الكبير من الإلكترونات المسرعة بذرات الهدف
إلى تحول كامل طاقتها الحركية إلى طاقة حرارية في مادة الهدف فترتفع
حرارتها، مما يستدعي تبريدها

⑤ استنتج علاقة أقصر طول موجة λ_{min} يمكن أن تنطلق بها
فوتونات الأشعة السينية وعلى ماذا تتوقف قيمتها؟
إن الطاقة العظمى للفوتون تساوي الطاقة الحركية للإلكترون
المسرع الذي سبب إصدارها.

$$E = E_K \Rightarrow h f_{max} = e U_{AC} \Rightarrow h \frac{c}{\lambda_{min}} = e U_{AC}$$

$$\Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{e U_{AC}}$$

تتوقف قيمتها على فرق الكمون الكهربائي المطبق بين طرفي أنبوب
توليد الأشعة السينية.

بشكل أشعة سينية يجب أن تقوم الإلكترون (ينتقل الإلكترون من طبقة عالية
إلى طبقة داخلية فيفقد طاقة كبيرة) ليس طاقة حراري

فائدة:
- لتغيير طاقة الأشعة السينية: نغير فرق الكمون المطبق U_{AC}
- شدة (كثافة) الأشعة: نغير درجة حرارة التخنية
بتغيير شدة التيار

خواص الأشعة السينية:

1- ذات طبيعة موجية، أمواج كهرطيسية، أطوال موجاتها صغيرة جداً
تتراوح بين 13,6nm و 0,01nm أطوال الأمواج الضوئية.
← طاقتها عالية جداً وهي أقصر بكثير من أطوال الأمواج الضوئية.
2- ذات مقدرة عالية على النفاذ بسبب قصر طول موجتها.
3- تصدر نقطة من ذرات العناصر الثقيلة نتيجة تهجيرها
بطريقة مباشرة أو من الإلكترونات سرعة بعد كبح حين وسط
مادي.
4- تشبه الضوء المرئي من حيث الانتشار المستقيم والانعكاس
والتداخل والاستقطاب، سرعة انتشارها تساوي سرعة انتشار
الضوء في الخلاء.
5- لا تملك شحنة كهربائية، فلا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي
6- تسبب تألق المواد التي تسقط عليها، بسبب مقدرتها على إثارة
ذرات هذه المواد، وتؤثر في أفلام التصوير.
7- تؤثر في الأنسجة الحية، تخرب الخلايا الحية إذا استمر تعرضها
لهذه الأشعة. لهذا تستعمل الدلبسة التي يدخل الرصاص في
تركيبها للوقاية من الجرعة التي تسببها.
8- تؤين الغازات: فوتونات الأشعة السينية ذات طاقة كبيرة
تكفي لتأيين الغاز الذي تمر به.

مقابلة النفوذية والامتصاص / التناقض الامتصاص /

تتوقف مقابلة امتصاصها ونفاذها على:
1 كثافة المادة: تزداد نسبة الأشعة الممتصة، وتقل نسبة النافذة
عندما كلما ازداد كثافة المادة.
2 ثخانة المادة: تزداد نسبة الأشعة الممتصة بازدياد ثخانة
المادة (الرصاص - الذهب - العظام) وتقل نسبة النافذة عند
انعدام ثخانة المادة (الخشب - البلاستيك - جلد الإنسان)
لذلك يستخدم مئزر من الرصاص للكشف عن الإنسان
3 طاقة الأشعة: تتعلق نفوذية الأشعة السينية
بطاقتها المرتبطة بقيمة فرق الكمون المطبق على أنبوب توليدها
وتميز نوعين:
- الأشعة اللينة: أطوال موجاتها $1nm < \lambda < 13,6nm$
طاقتها منخفضة نسبياً امتصاصها كبير ونفوذها قليل.
- الأشعة القاسية: أطوال موجاتها $0,01nm < \lambda < 1nm$
طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير.

مثال يطلق أشعة سينية فقط / إذا كان في جرارة
يحيي انتقال الإلكترونات أمثال الجرارة تتعلق فوتونات
طارئ أشعة سينية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

قارن بين إصدار الأشعة السينية والفعل الكهروضوئي من حيث الإصدار

إن إصدار الأشعة السينية عكس الفعل الكهروضوئي.

ففي الأشعة السينية يرد الكترون فيتحرر فوتون يواكب موجة كهرطيسية.

بينما في الفعل الكهروضوئي يرد فوتون يواكب موجة كهرطيسية فيتحرر الكترون.

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

(د) أشعة الليزر

/ تفهيم الضوء بالإصدار المحثوث للأشعة /

الليزر: عبارة عن إشعاع كهرطيسي (موجات كهرطيسية) تتكون من فوتونات عالية الطاقة متساوية في التواتر ومتفقة في الطور والإتجاه) يرسل كميات متساوية من الضوء متجهة التواتر والطور، تتميز مع بعضها البعض على هيئة حزمة ضوئية تتسم بالطاقة العالية وذات تماسك شديد.

آلية عمل الليزر:

1) **امتصاص الضوء:** حيث انتقال الذرة من مستوى طاقة أدنى E_1 إلى مستوى طاقة مثار E_2، وذلك بإمتصاص فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين هذين المستويين $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$

2) **الإصدار التلقائي:** إذا أثيرت ذرة فهي تميل دائماً إلى حالة الإستقرار فتعود تلقائياً بعد مدة زمنية قصيرة إلى المستوى الأدنى، وهذا يصاحبه إصدار فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hf$$

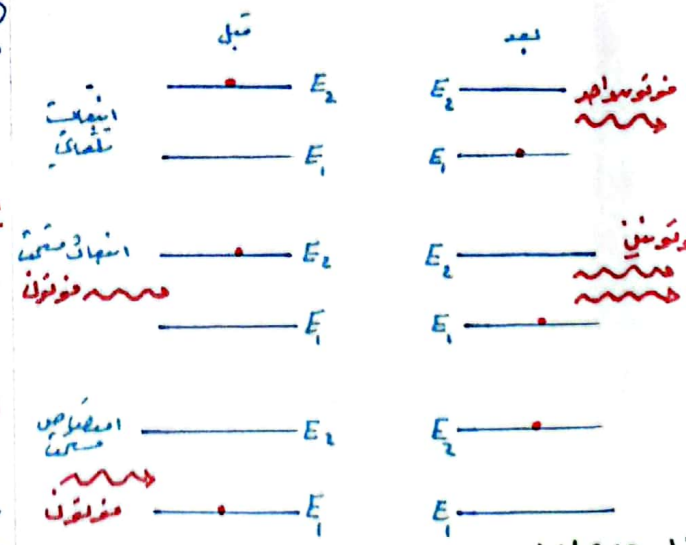
يكون اتجاه الإصدار التلقائي عشوائياً، والفوتونات الصادرة غير مترابطة، أي فرق الطور بين الأنواع الكهرطيسية الناتجة غير ثابت.

3) **الإصدار المحثوث:**

حيث عند تعرض الذرة المثارة لحزمة ضوئية يتفق تواترها $\Delta E = hf$ حيث ΔE: فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية في هذه الحالة يتودي مرور فوتون بجوار الذرة المثارة إلى تحفيز الفوتون الذرة المثارة للعودة إلى السوية الأساسية فيصدر فوتون.

خواص فوتون الليزر:

- طاقته تساوي طاقة الفوتون الوارد أي لهما التواتر ذاته.
- جهة حركته تنطبق على جهة حركة الفوتون الوارد.
- طوره يطابق طور الفوتون الوارد.



خواص حزمة الليزر:

- وحيدة اللون - أي لها التواتر نفسه
- مترابطة بالطور، فوتونات الإصدار المحثوث لها طور الفوتون الذي حفزها نفسه
- اتفراج حزمة الليزر صغيرة، تستخدم في دقة القياس وتخطيط الشوارع وخطوط نقل النفط والغاز

الفرق بين الإصدار المحثوث والإصدار التلقائي:

الإصدار التلقائي	الإصدار المحثوث
1- حيث بوجود حزمة ضوئية واردة أو بعدم وجودها	1- حيث بوجود حزمة ضوئية تتفق تواترها العلاقة $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$ ΔE: فرق الطاقة بين السوية المثارة والسوية الأساسية.
2- حيث في جميع الإتجاهات	2- جهة الفوتون الصادر هي نفس جهة الفوتون الوارد
3- طور الفوتون الصادر يمكن أن يأخذ أي قيمة	3- طور الفوتون الصادر يطابق طور الفوتون الوارد

مكونات جهاز الليزر:

1) **الوسط الفعال:**

N: عدد الذرات في السوية الأساسية غير المثارة / تتناسب مع امتصاص المادة / تتناسب معها الإصدار المثارة / تتناسب معها الإصدار

N^*: " " " " " "

إذا كان: $N < N^*$: فإن عدد الفوتونات الناتجة عن طريقة الإصدار المحثوث سيكون أكبر من عدد الفوتونات التي تم امتصاصها ← تزداد شدة الحزمة الضوئية ← وسط يصلح لتوليد الليزر

وإذا كان $N^* < N$: عدد الفوتونات الصادرة أقل من عدد الفوتونات الممتصة ← لا يصلح لتوليد الليزر

2) **جهة التضخيم (الرنان)**

عبارة عن مرآتان توضع المادة الفعالة (الوسط الفعال) بينهما

3) **عملية الضخ:**

الإصدار المحثوث يعيد الذرات إلى السوية الأساسية فلا يحدث مؤثر خارجي (مصدر ضوئي مناسب) وتميز:

a) الضخ الضوئي: وميض (مصباح) / الليزر الياقوتي /

b) الضخ الكهربائي: تفريغ كهربائي لغاز الأرغون / ليزر غازي - هيليوم نيون /

c) الضخ الكيميائي: التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال

بعض أنواع الليزر:

الليزرات الغازية: الوسط الفعال غاز: ليزر (هيليوم - نيون) / التفريغ الكهربائي لإثارة الذرات /

الليزرات الصلبة: ليزر الصفر ناتل / الياقوت /

الليزر الياقوتي: المادة الفعالة: الياقوت

الليزر السائل: الوسط الفعال: كلوريد النيوديوم المذاب في الكحول الإيثيلي

استخدامات الليزر: يستخدم في:

- مجال الطب: طب العيون والعمليات الجراحية والجلد / إزالة الوشم والشعر /
- إظهار الصور ثلاثية الأبعاد (الهولوغرام)
- المجالات العلمية والتجارية: ماسحات الباركود - مؤشرات الليزر
- الصناعة: لحام المعادن وقصها وثقبها.
- البيئة: مراقبة تلوث الجو.
- المجالات العسكرية: تحديد المدى والتوجيه الصواريخ.
- الإتصالات اللاسلكية عبر الجسيمات الذرية وعبر الفضاء

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(النماذج الذرية والطيوف)

نموذج بور:

إستخدم بور تكميم الصفود لشرح الطيوف الذرية وقدم وضع المبادئ:

1- إن تغير طاقة الذرة مكمم

2- لا يكون للذرة أن تتواجد إلا في حالات طاقية محددة، كل حالة منها تتميز بسوية طاقة محددة.

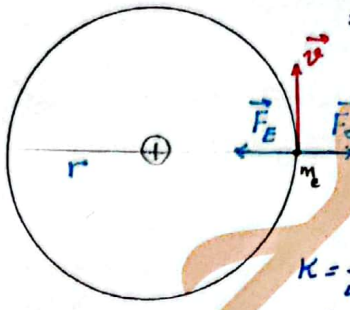
3- عندما ينتقل الإلكترون في ذرة مثارة من سوية طاقية E_2 إلى سوية طاقية E_1 فإن الذرة تصدر فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين السويتين أي:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hf$$

التكميم في ذرة الهيدروجين:

يخضع الإلكترون لتأثير قوتين:

- القوة الكهربائية الناجمة عن جذب النواة (البروتون) له:



$$F_E = K\frac{e^2}{r^2}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$$

ε_0: سماحية الخلاء الكهربائية، r نصف قطر المدار الذي يتحرك عليه الإلكترون.

- قوة الممانعة الناجمة عن الدوران $F_c = m_e\frac{v^2}{r}$

- إن حركة الكترون ذرة الهيدروجين حول النواة هي حركة دائرية منتظمة لأن القوة الكهربائية الناجمة عن جذب النواة له تساوي قوة الممانعة.

فرضيات بور:

الفرض الأول: حركة الإلكترون حول النواة دائرية منتظمة:

$$F_E = F_c \Rightarrow K\frac{e^2}{r^2} = m_e\frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = K\frac{e^2}{m_e r} \quad (*)$$

الفرض الثاني: عزم كمية الحركة للإلكترون على مداره يساوي بالعلاقة مع مضاعفات الصحيحة لـ $\frac{h}{2\pi}$

$$m_e v.r = n\frac{h}{2\pi}$$

حيث $h = 6,63\times10^{-34}$ J.s ثابت بلانك و $n = 1,2,3,\dots$ رقم المدار

الفرض الثالث: لا تصدر الإلكترون طاقة طالما بقي مستقراً في أحد مداراته حول النواة، لكنه يمتص طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أبعد عن النواة، ويصدر طاقة بكميات محددة عندما ينتقل من مداره إلى مدار أقرب إلى النواة حسب العلاقة

$$\Delta E = h.f$$

f: تواتر الإشعاع، h ثابت بلانك.

حسابات الطاقة في ذرة الهيدروجين:

لدينا

$$m_e v.r = n\frac{h}{2\pi} \Rightarrow v^2 = n^2\frac{h^2}{4\pi^2 r^2 m_e^2}$$

بالمساواة مع (*)

$$K\frac{e^2}{m_e r} = n^2\frac{h^2}{4\pi^2 r^2 m_e^2}$$

$$r = n^2\frac{h^2}{4\pi^2 e^2 K m_e}$$

من أجل المدار الأول:

$$n=1 \Rightarrow r_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 e^2 K m_e}$$

$$\Rightarrow r = n^2 r_0$$

الطاقة في ذرة الهيدروجين:

$$E = E_p + E_K$$

E_p: الطاقة الكامنة الكهربائية $E_p = -K\frac{e^2}{r}$

E_K: الطاقة الحركية:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m_e K\frac{e^2}{m_e r} = \frac{1}{2}K\frac{e^2}{r}$$

$$\Rightarrow E = -K\frac{e^2}{r} + \frac{1}{2}K\frac{e^2}{r} = -K\frac{e^2}{2r}$$

بتعويض

$$r = n^2\frac{h^2}{4\pi^2 e^2 K m_e}$$

$$E = -K\frac{e^2}{2n^2\frac{h^2}{4\pi^2 e^2 K m_e}} = -\frac{1}{n^2}\frac{2\pi^2 m_e K^2 e^4}{h^2}$$

من أجل المدار الأول:

$$n=1 \Rightarrow E_0 = -\frac{2\pi^2 e^4 K^2 m_e}{h^2} = -13,6\ V$$

$$\Rightarrow E = \frac{E_0}{n^2}$$

طاقة التأين لذرة الهيدروجين:

لكي تتأين ذرة الهيدروجين يجب إعطاؤها طاقة تكفي لنقل الإلكترون من السوية الأساسية إلى حالة عدم الإرتباط (طاقة معدومة) أي يلزم إعطاء طاقة أكبر أو تساوي 13,6 eV

طاقة الإلكترون في مداره:

لا يمكن تحديد موضع (أو سرعة) أي الكترون في لحظة سابقة وكما يمكن تحديد كثافة احتمال تواجد الإلكترون في لحظة ما في موضع ما

$$E = E_p + E_K$$

E_p: المقدم السالب من الطاقة، ناتجة عن تأثر الإلكترون بالحقل الكهربائي الناتج عن النواة

E_K: المقدم الموجب من الطاقة، الناتجة عن دوران الإلكترون حول النواة.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$

وهي طاقة سالبة لذا طاقة الإرتباط، تمثل طاقة السحب الكهربائية الجزء الأكبر منها.

- إن قيمة الطاقة للطاقة تتناسب عكساً مع مربع رتبة المدار (n) وتزداد طاقة الإلكترون بازدياد رتبة المدار (n) أي كلما ابتعد الإلكترون عن النواة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نشأ الطيوف الذرية :

انتقال الإلكترون بين مستويين طاقيين أدنى مؤدي
بعملية إشعاع (إصدار) طاقة تساوي فرق الطاقة بين المستويين ΔE
إذا إصدار انتقالات مختلفة بين مستويات الطاقة سوف نحصل
عند وصول انتقالات بتواترات مختلفة
على إصدارات

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

أنواع الطيوف :

① الطيوف المستمرة : تظهر فيها جميع ألوان الطيف على هيئة مناطق
متجاورة دون وجود فواصل بينها
مثال : طيف مصباح الكهرباء ذو مقاومة التنغستن (أجسام صلبة ساخنة)

② الطيوف المتقطعة : تتكون طيف الإصدار لهذه المنابع
من خطوط طيفية منفصلة
مثال : طيف إصدار ذرات الهيدروجين ، طيف مصباح بخار الزئبق
(طيوف المصابيح الغازية)

سلاسل الطيوف الذرية :

الانتقال

سلسلة ليمان :

$n = 2,3,4,5,6 \longrightarrow n = 1$
خطوط طيفية غير مرئية (تواترها كبير)

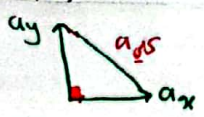
سلسلة بالمر :

$n = 3,4,5,6 \longrightarrow n = 2$
خطوط مرئية

سلسلة باشن :

$n = 4,5,6 \longrightarrow n = 3$
خطوط غير مرئية (تواترها منخفض)

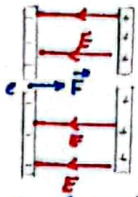
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



مسألة [1] : ينطلق الكترون بسرعة ابتدائية معدومة من نقطة في البوسن السالب ليخرج من النقطة المقابلة في البوسن الموجب كما في الشكل المجاور ، بافتراض أن فرق الكمون بين البوسين المتكافئة هو $180\ V$ والمسافة بينهما $1cm$

المطلوب : أحسب سرعة وصول هذا الإلكترون لحظة خروجه من المنطقة

$m_e = 9\times10^{-31}\ kg$, $e = 1,6\times10^{-19}\ C$ (يهمل ثقل الإلكترون)



الحل :

حملة الدراسة : خارجية ، الجملة المدروسة : الإلكترون في منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

القوى الخارجية المؤثرة : (يهمل ثقل الإلكترون)

القوة الكهربائية : $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة

$$F = eE$$

بتطبيق العلاقة الأساسية في المرجع

$$\Sigma \vec{F} = m_e \vec{a} \Rightarrow F = m_e a \Rightarrow a = \frac{F}{m_e} = \frac{eE}{m_e} = \frac{eU}{m_e d}$$

الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام $\Leftarrow a = cons\,t$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad \Rightarrow v^2 - 0 = 2\frac{eU}{m_e d}.d$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times1,6\times10^{-19}\times180}{9\times10^{-31}}} = 8\times10^{6}\ m.s^{-1}$$

$$a = \frac{eU}{m_e d} = \frac{1,6\times10^{-19}\times180}{9\times10^{-31}\times10^{-2}} = 32\times10^{14}\ m.s^{-2}$$

مسألة [2] : تولد حزمة من الإلكترونات أفقية بقدها سرعة $4\times10^{7}\ m.s^{-1}$ في الخلاء وتدخل بين لبوسي مكثفة مستوية أفقية يبعد أحدهما عن الآخر $d = 2cm$ وبينهما فرق كمون $900V$

المطلوب :

[1] أحسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم المتولد بين لبوسي المكثفة .

[2] أحسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها الإلكترون من الحزمة

[3] أدرس حركة الإلكترون من الحزمة بين لبوسي المكثفة وحدد معادلة مسار حامل المسار بالنسبة للمعلم المتعامد المتجانس

[4] بافتراض طول كل من لبوسي المكثفة $10\ cm$ أحسب سرعة خروجه من المكثفة

Q أحسب تسارع الإلكترون أثناء تواجده ضمن منطقة الحقل الكهربائي

[6] أحسب الزمن الذي يستغرقه الإلكترون للخروج من منطقة الحقل الكهربائي .

[5] أحسب شدة الحقل المغناطيسي المعاكس للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل حركة الإلكترون مستقيمة منتظمة .

$m_e = 9\times10^{-31}\ kg$, $e = 1,6\times10^{-19}\ C$ (يهمل ثقل الإلكترون)

الحل :

[1] $U = E.d \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{9\times10^{2}}{2\times10^{-2}} = 45000\ V.m^{-1}$

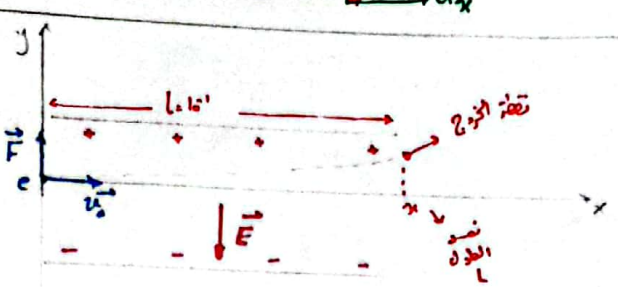
[2] $F = eE = 1,6\times10^{-19}\times45\times10^{3} = 72\times10^{-16}\ N$

[3] $\vec{v}\ \begin{vmatrix} v_{0x} = v \\ v_{0y} = 0 \end{vmatrix}$; $\vec{F}\ \begin{vmatrix} F_x = 0 \\ F_y = F \end{vmatrix}$

وباعتبار :

مبدأ الفواصل : لحظة دخول الإلكترون لمنطقة الحقل الكهربائي المنتظم

مبدأ الزمن : لحظة دخول الإلكترون لمنطقة الحقل الكهربائي المنتظم $x_0 = 0, y_0 = 0$



حملة الدراسة : خارجية .

الجملة المدروسة : الإلكترون المتحرك في منطقة الحقل الكهربائي المنتظم

القوى الخارجية المؤثرة : (يهمل ثقل الإلكترون)

القوة الكهربائية : $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة وشدتها ثابتة

$$F = eE$$

بتطبيق العلاقة الأساسية في المرجع

$$\Sigma \vec{F} = m_e \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m_e \vec{a}$$

بالإسقاط على محور $\vec{ox}$: $o = m_e a_x \Rightarrow a_x = 0$

إذن حركة إسقاط $\vec{x'x}$ حركة مستقيمة منتظمة .

$\bar{x} = \bar{v}t$; $x_0 = 0$ ... (1)

$\bar{x} = \bar{v}_0 t$

بالإسقاط على محور $\vec{oy}$: $v_{0y} = 0$

$F = m_e a_y \Rightarrow a_y = \frac{F}{m_e} = \frac{eE}{m_e} = \frac{eU}{m_e d} = cons\,t$

إذن حركة إسقاط $\vec{y'y}$ حركة مستقيمة متغيرة بانتظام متسارعة .

$y = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{eU}{2m_e d}t^2$ ... (2)

$t = \frac{x}{v}$ من (1) نجد : وبإجراء معادلة حامل المسار

نعوض في (2) نجد :

$$y = \frac{eU}{2m_e d v^2}x^2$$

$$y = \frac{1,6\times10^{-19}\times9\times10^{2}}{2\times9\times10^{-31}\times2\times10^{-2}\times16\times10^{14}}x^2 = \frac{10}{4}x^2$$

$y = 2,5\,x^2$ ← حامل المسار جزء من قطع مكافئ

[4] $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{0 + a_y^2} = a_y = \frac{F}{m_e} = \frac{72\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}$

$a = 8\times10^{15}\ m.s^{-2}$

$t = \frac{x}{v_0} = \frac{10^{-1}}{4\times10^{7}} = \frac{1}{4}\times10^{-8}\ s = 0,25\times10^{-8}\ s$

[5] $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

$\vec{F} + \vec{F}' = \vec{0}$

لورنتز كهربائية

بالإسقاط على محور $\vec{oy}$:

$F_{لورنتز} - F_{كهربائية} = 0$

$F_{لورنتز} = F_{كهربائية} \Rightarrow evB\sin\theta = eE$

$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2}\ rad \Rightarrow \sin\theta = 1$

$E = v.B$

$B = \frac{E}{v} = \frac{45\times10^{3}}{4\times10^{7}} = 11,25\times10^{-4}\ T$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مسألة 3 : إذا كانت شدة التيار داخل أنبوب الإشعاع $4,8\times10^{-12}\ A$ ، أوجد عدد الإلكترونات (أنواع الإلكترونات المنطلقة) خلال واحدة الزمن عند جزء طفيف خارجي [$e=1,6\times10^{-19}\ C$]

الحل : عدد الإلكترونات المنطلقة = عدد الإلكترونات

$$N=\frac{q}{e}=\frac{I.t}{e}=\frac{4,8\times10^{-12}}{1,6\times10^{-19}}=3\times10^{7}$$ إلكترون.

مسألة 4 : تبلغ الطاقة الحركية للإلكترون عند وصوله للمصعد $18\times10^{-17}\ J$ لحظة وصول المصعد في اتجاه الإلكترون وباعتبار أن الإلكترونات تركت المهبط دون سرعة ابتدائية

1) أوجد سرعة الإلكترونات لحظة وصول المصعد
2) أوجد شدة مزيد الكهرباء المطبقة بين المصعد والمهبط .
3) أوجد عدد الإلكترونات التي تصل إلى المصعد في الثانية الواحدة باعتبار شدة التيار المتولد $16\ mA$
4) أوجد كمية الحرارة المتشكلة خلال دقيقة واحدة عند اصطدام هذه الحزمة بالمصعد باعتبار كامل الطاقة الحركية تتحول إلى طاقة حرارية .

الحل : 1) $E_K=\frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow v^2=\frac{2E_K}{m_e}=\frac{2\times18\times10^{-17}}{9\times10^{-31}}$

$\Rightarrow v=2\times10^{7}\ ms^{-1}$

2) تطبيق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون (بإهمال ثقله) بين وضعيتين : أول : لحظة تركه المهبط بدون سرعة ابتدائية . ثاني : لحظة وصوله للمصعد

$$\Delta E_K=\sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Rightarrow E_{K_2}-E_{K_1}=W_{\vec{F}}$$

$$E_K=eU \Rightarrow U=\frac{E_K}{e}=\frac{18\times10^{-17}}{1,6\times10^{-19}}=\frac{18000}{16}=1125\ V$$

3) خلال ثانية $N=\frac{q}{e}=\frac{I.t}{e}=\frac{16\times10^{-3}\times1}{1,6\times10^{-19}}=10^{17}$ إلكترون

4) $Q=E_K$ الحرارية = عدد الإلكترونات $\times$ E_K للإلكترون $=60\,N\,E_K$ لجميع الإلكترونات

$=60\times10^{17}\times18\times10^{-17}=1080\ J$

مسألة 5 :

إذا كان أكبر طول موجة يلزم لانتزاع الإلكترون من سطح مهبط خلية كهروضوئية يساوي $\lambda_0=66\times10^{-8}\ m$ المطلوب حساب :

1) طاقة انتزاع الإلكترون من مادة المهبط .
2) كمية حركة الضوء الوارد عندما يضيء سطح صفيحة المهبط بضوء وحيد اللون طول موجته $\lambda=44\times10^{-8}\ m$ أصغر من λ_0 ينتزع ويزع
3) الطاقة الحركية للإلكترون لحظة خروجه من سطح المهبط الخلية الكهروضوئية .
4) سرعة الإلكترون لحظة انتزاعه

($m_e=9\times10^{-31}\ kg$, $e=1,6\times10^{-19}\ C$, $h=6,6\times10^{-34}\ J.S$, $c=3\times10^{8}\ m$)

الحل : 1) $E_S=hf_S=h\frac{c}{\lambda_S}=6,6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{66\times10^{-8}}=3\times10^{-19}\ J$

$P=\frac{h}{\lambda}=\frac{6,6\times10^{-34}}{44\times10^{-8}}=\frac{3}{2}\times10^{-27}=1,5\times10^{-27}\ kg\,ms^{-1}$ 2)

3) $E_K=E-E_S=h(f-f_S)=hc\left(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_S}\right)$

$E_{K_C}=6,6\times10^{-34}\times3\times10^{8}\left(\frac{1}{44\times10^{-8}}-\frac{1}{66\times10^{-8}}\right)$

$E_K=\frac{3}{2}\times10^{-19}=1,5\times10^{-19}\ J$

4) نطبق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين المهبط والمصعد باعتبار سرعة الإلكترون عند المصعد معدومة .

$$\Delta E_K=\sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Rightarrow E_{K_A}-E_{K_C}=W_{\vec{F}}$$

$$0-E_K=-eU_0 \Rightarrow U_0=\frac{E_{K_C}}{e}=\frac{1,5\times10^{-19}}{1,6\times10^{-19}}=0,94\ V$$

المسألة 6 : يعمل أنبوب الأشعة السينية بتوتر $U=8\times10^{4}\ V$ حيث يصير الإلكترون سرعة معدومة عملياً عند المهبط .

المطلوب :

1) أحسب الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف)
2) أحسب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بالهدف .
3) أحسب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة .

$e=1,6\times10^{-19}\ C$, $m_e=9\times10^{-31}\ kg$, $h=6,6\times10^{-34}\ J.S$

الحل :

1) تطبيق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون (بإهمال ثقله) بين وضعيتين : أول : عند المهبط (بدون سرعة ابتدائية) ثاني : لحظة وصوله لمقابل المهبط .

$$\Delta E_K=\sum W_{\vec{F}(1\to2)} \Rightarrow E_{K_2}-E_{K_1}=W_{\vec{F}}$$

$$E_K-0=eU \Rightarrow E_K=1,6\times10^{-19}\times8\times10^{4}=128\times10^{-16}\ J$$

2) $E_K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v=\sqrt{\frac{2E_K}{m_e}}=\sqrt{\frac{2\times128\times10^{-16}}{9\times10^{-31}}}$

$v=\sqrt{284,4}\times10^{7}\ ms^{-1}$

3) $E=E_K$

$hf_{max}=eU \Rightarrow$

$h\frac{c}{\lambda_{min}}=eU \Rightarrow$

$\lambda_{min}=\frac{hc}{eU}=\frac{6,6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1,6\times10^{-19}\times8\times10^{4}}$

$\lambda_{min}=0,154\times10^{-10}\ m$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الإلكترون ساكن وطبق عليه فرق كمون ⊖ فقط حتى توفر الإيقاف يكون عمل القوة الكهربائية سالب

الإلكترون اكتسب طاقة حركية

ثانياً : نستبدل الضوء السابق بضوء وحيد اللون طول موجته شادي طول موجة عتبة الإصدار للمعدن السابق ، ثم طبق فرق جهد بين الإلكترون بين المصعد والمعدن قيمته 4kV ، استنتج علاقة سرعة الإلكترون لحظة وصوله للمصعد واحسب قيمتها ؟

$$\lambda = \lambda_s \Rightarrow E = E_s \Rightarrow E_{K_C} = 0$$

نطبق نظرية الطاقة الحركية على الإلكترون بين المعدن والمصعد

$$\overline{\Delta E_K} = \sum W_{\vec{F}}$$

$$E_{K_A} - E_{K_C} = W_{\vec{F}}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^3}{9 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 4 \times 10^6 \ m.s^{-1}$$

ملكية

$E_{\text{بنفسجي}} > E_{\text{أحمر}}$

بعيد ← يقرب

$F_{\vec{G}}$

فوق بنفسجية

بنفسجي

مرئية

تزداد الطاقة

تحت حمراء

حمراء

الأرض

مراقب أرضي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner