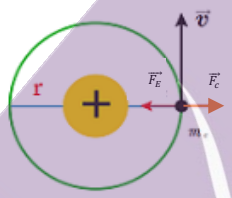
الدرس الأول **النماذج الذرية والطيوف:**

**س1: ماهي القوى التي يخضع الالكترون على مساره في ذرة الهيدروجين باعتبار حركته حول النواة دائرية منتظمة؟**

- تهمل قوى التجاذب الكتلي بين الالكترون والبروتون لصغرها.

**1- قوه كهربائية $(\vec{F}_E)$:** ناجمه عن جذب النواة الموجبة (البروتون) للإلكترون :



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

ثابت الجذب الكهربائي $K = \frac{1}{4\pi.\varepsilon_0}$, $\varepsilon_0$:سماحية الخلاء الكهربائية

**2- قوة العطالة النابذة $\vec{F}_C$:** سببها دوران الالكترون المستمر حول النواة بسرعه ثابته $\vec{v}$ :

$$F_C = m_e.a_c = m_e.\frac{v^2}{r}$$

$m_e$: كتلة الالكترون، $e$: شحنة الالكترون المطلقة،

$r$ نصف قطر المسار.

**س2: اذكر مبادئ بور في نموذجه لذرة الهيدروجين؟**

**1-** إن تغير طاقة الذرة مكمم.

**2-** لا يمكن للذرة أن تتواجد إلا في حالات طاقيه محدده لكل منها سوية طاقيه خاصة.

**3-** عندما ينتقل الالكترون في ذره مثاره من سوية طاقيه عليا $E_2$إلى سوية طاقيه دنيا $E_1$تصدر الذرة فوتون طاقته

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h.f$$

**س3: اذكر فرضيات بور لبنية الذرة (الهيدروجين)؟**

- **الفرضية 1:** حركة الالكترون حول النواة دائريه منتظمة

$$F_E = F_C$$

- **الفرضية 2:** هناك مدارات محدده يمكن للإلكترون أن يدور فيها حول النواة ذات أنصاف أقطار مختلفة يكون عزمه الحركي فيها من المضاعفات الصحيحة لـ $(\frac{h}{2\pi})$ :

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

ثابت بلانك : $h = 6{,}6.10^{-34} j.s$ , $n = 1,2,3,\ldots$

- **الفرضية الثالثة:** لا يصدر الالكترون طاقة طالما بقي متحركاً في مداره حول النواة:

**يصدر الكترون طاقة بكميات محدده $hf$ عند انتقاله لمدار أقرب للنواة.**

**يمتص الالكترون طاقة بكميات محددة عند انتقاله لمدار أبعد عن النواة.**

**س4: استنتج علاقة الطاقة الميكانيكية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره انطلاقاً من فرضية بور الأولى؟**

$$F_E = F_C \Rightarrow K.\frac{e^2}{r^2} = m_e.\frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{K.e^2}{m_e.r}$$

الطاقة الميكانيكية مجموع الطاقتين الحركية والكامنة

$$E = E_K + E_P$$

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

لكن: $E_P = -K.\frac{e^2}{r}$

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

سالبة طالما الالكترون مرتبط بالنواة وتنعدم في اللانهاية (عدم الارتباط)

**س5: استنتج الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين بدلالة رقم السوية $n$ ثم بين ماهي الطاقة الكافية التأين لذرة الهيدروجين؟**

من فرضية بور الثانية:

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

$$\boldsymbol{E_K = \frac{1}{2}m_e.v^2 = \frac{1}{2}m_e.\frac{n^2.h^2}{4\pi^2 m_e^2.r^2} = \frac{n^2.h^2}{8\pi^2 m_e.r^2}}$$

$$\boldsymbol{\frac{1}{2}K.\frac{e^2}{r} = \frac{n^2.h^2}{8\pi^2 m_e.r^2} \Rightarrow r = \frac{n^2.h^2}{4\pi^2 m_e.K.e^2}}$$

**نصف قطر بور**

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

$$r_n = n^2 . r_0 \Rightarrow E = -\frac{1}{2} K . \frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2} . K . \frac{e^2}{n^2 . r_0}$$

$$\Rightarrow E_n = \frac{1}{n^2}(-\frac{1}{2} . K . \frac{e^2}{r_0}) = \frac{1}{n^2} . E_0 = \frac{E_0}{n^2} = \frac{-13,6}{n^2} (e.V)$$

**طاقة التأين**: هي الطاقة التي يجب تقديمها لنقل الكترونها من حالة ارتباطه بسويته الأساسية $(E_1 = -13,6e.V)$ إلى حالة عدم الارتباط $(E = 0)$ في اللانهاية وهي أكبر أو تساوي $(13,6e.V)$

**س6: عرف الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مداره $n$ واكتب علاقتها وبماذا تتعلق؟**

الطاقة الكلية لإلكترون في مداره $n$ في جملة (الكترون – نواة) هي مجموع طاقتيه:

-الطاقة الكامنة الكهربائية: ناتجه عن تأثره بالحقل الكهربائي للنواة وهي طاقة سالبه.

-الطاقة الحركية: ناتجه عن دورانه المستمر حول النواة وهي طاقة موجبه.

الطاقة الكلية: $E_n = E_K + E_P = -\frac{13,6}{n^2}$ حيث $n$: رقم المدار.

الطاقة الكلية سالبه (لأنها طاقة ارتباط) طالما أن الالكترون مرتبط بالنواة وتزداد بابتعاده عنها حتى تنعدم في اللانهاية بالنسبة للنواة (حالة عدم الارتباط $E_\infty = 0$). وهي تتناسب عكساً مع مربع رقم المدار.

**س7: كيف تنشأ الطيوف الذرية وكيف يمكن تسجيل طيف الضوء المرئي(صادر عن مصباح تنغستن أوعن الشمس)؟**

عندما تثار ذرات ماده ما بإعطائها طاقة مناسبه فإن الكتروناتها ستنتقل من السويات الطاقية المثارة إلى السويات الأخفض أو الأساسية مصدرةً طاقة تساوي فرق الطاقة بين السويتين اللتين حدث بينهما انتقال الالكترون

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h . f$$

وبما أن سويات الطاقة مختلفة وعديده سنحصل على طيف ذري بتواترات مختلفة تختلف باختلاف نوع الذرة بشكل عدد من الخطوط الطيفية.

**س8: عرف الطيف الذري لعنصر وماهي أنواع الطيوف الذرية مع مثال لكل منها؟**

هو سلسلة التواترات الضوئية الصادرة عن ذرات هذا العنصر وأنواعها:

1- طيوف مستمرة (متصلة): مثل طيف الضوء المرئي الصادر عن الشمس "ألوان قوس قزح متصلة "

2- طيوف متقطعة: تظهر على شكل خطوط أو عصابات منفصلة مثل طيف إصدار ذرات الهيدروجين.

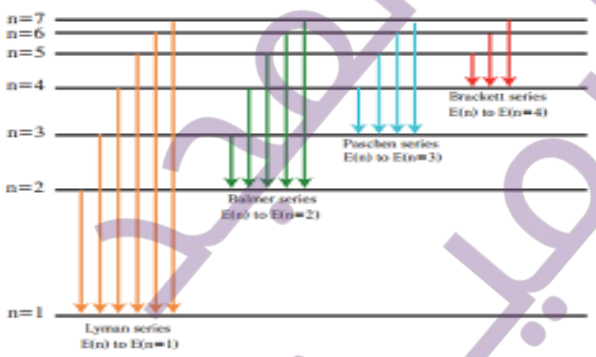
ملاحظة: جميع إصدارات الأجسام الصلبة الساخنة متصلة وجميع طيوف المصابيح الغازية متقطعة (مثل مصباح بخار الزئبق)

**س9: ارسم مخطط إصدار ذرة الهيدروجين موضحاً أنواع الانتقالات الطيفية الممكنة؟**

- سلسلة ليمان: أمواج ضوئية غير مرئية تواترها الكبير نحصل عليها عند عودة الالكترون من السويات العليا $n = 2,3,4,5,6,..$ إلى السوية الاولى وهي أكبر السلاسل.

- سلسلة بالمر: أمواج ضوئية يمكن رؤيتها وقياسها نحصل عليها عند عودة الالكترون من السويات العليا $n = 3,4,5,6,..$ إلى السوية المثارة الثاني.

- سلسلة باشن: أمواج ضوئية غير مرئية تواترها منخفض نحصل عليها عند عودة الالكترون من السويات العليا $n = 4,5,6,..$ إلى السوية المثارة الثالثة




اختيار من متعدد الكترونيات

1- **عندما ينتقل الالكترون من سوية طاقيه أقرب للنواة إلى سوية طاقيه أبعد عنها فإنه:**

a- يمتص طاقة b- يصدر طاقة.

C- يحافظ على طاقته d- تنعدم طاقته

**2- عندما ينتقل الالكترون من سوية طاقيه ما في الذرة إلى اللانهاية فإنه:**

a-يقترب من النواة b- يصدر طاقة

c- يحافظ على طاقته d- يصبح ذو طاقه معدومة

**3- بابتعاد الالكترون عن النواة فإن طاقته:**

a- تزداد b- تنقص

c- لا تتغير d- تنقص ثم تنعدم

**4- تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال:**

a- الإلكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أخفض.

b- الالكترون من سوية طاقية إلى سوية طاقية أعلى.

c- البروتون خارج الذرة.

d- الالكترون خارج النواة.

**5- نقدم طاقة للذرة على شكل إشعاع متواصل فتثار الذرة لإنها:**

a- تمتص كامل الطاقة المقدمة.

b- لا تمتص أي طاقة.

c- تمتص جزء من طاقة الإشعاع مطابق لفرق الطاقة بين سويتين مختلفتين.

d- تمتص جزء من طاقة الاشعاع.

**6- طاقة ذرة الهيدروجين في الحالة الأساسية هي:**

| | |
|---|---|
| a | $E_0 = -13.6\ eV$ |
| b | $E_0 = 13.6\ eV$ |
| c | $E_0 = -1.36\ eV$ |
| d | $E_0 = -13.6\ J$ |

**7- العلاقة المعبرة عن الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين على مداره هي:**

| | |
|---|---|
| a | $E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ eV$ |
| b | $E_n = -\frac{13.6}{n}\ eV$ |
| c | $E_n = \frac{13.6}{n^2}\ eV$ |
| d | $E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ j$ |

**8- عندما يبتعد الالكترون عن النواة فإن طاقة الإلكترون الكلية:**

| | |
|---|---|
| a | تزداد |
| b | تنقص |
| c | يحافظ على طاقته |
| d | تنعدم |

**9- قيمة طاقة ذرة الهيدروجين في اللانهاية:**

| | |
|---|---|
| a | معدومة |
| b | لانهائية |
| c | $E_0 = 2\ eV$ |
| d | $E_0 = 10\ j$ |

**10- تنشأ الطيوف الذرية نتيجة انتقال:**

| | |
|---|---|
| a | الإلكترون من سوية طاقية أعلى الى سوية طاقية أخفض |
| b | الإلكترون من سوية طاقية أخفض الى سوية طاقية أعلى |
| c | الإلكترون خارج الذرة |
| d | البروتون خارج الذرة |

## المسألة الأولى:

**بفرض أن نصف قطر مدار الإلكترون في ذرة الهدروجين $(r = 0.53 \times 10^{-10} m$ (وبإهمال قوى التجاذب الكتلي بين البروتون والإلكترون) المطلوب:**

**1- احسب قوة التجاذب الكهربائي بين البروتون والإلكترون.**

**2- احسب سرعة الإلكترون الخطية على مداره السابق هل يجب أن نأخذ في الاعتبار تغير كتلة الإلكترون وفق النظرية النسبية؟**

**3- احسب تواتر دوران الإلكترون.**

**(كتلة الإلكترون $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg$ ، شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ سماحية الخلاء الكهربائية $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$**

**الحل:**

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}\ ,\ \varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi \times 10^9}$$

$$r = 0.53 \times 10^{-10} \text{m}$$

**-1**

$$F_E = k\frac{e^2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{e^2}{r^2}$$

$$F_E = \frac{1}{4\pi\left(\frac{1}{36\pi \times 10^9}\right)}\left(\frac{1.602 \times 10^{-19}}{0.53 \times 10^{-10}}\right)^2$$

$$F_E = 81 \times 10^{-9}\text{N}$$

-2

بما أنّ $F_E = F_C$ فإنّ $F_E = m_e a_c$ ولكن $a_c = \frac{v^2}{r}$

إذاً: $F_E = m_e \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F_E . r}{m_e}}$

$$v = \sqrt{\frac{81 \times 10^{-19} \times 0.53 \times 10^{-10}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 2.17 \times 10^6\ m.s^{-1}$$

نلاحظ أنّ قيمة السرعة $v$ صغيرة أمام سرعة الضوء $c$ لذلك لا نأخذ تغير كتلة الالكترون (زيادة الكتلة) بعين الاعتبار.

-3 بما أنّ $\omega = 2\pi f$ وأنّ $\omega = \frac{v}{r}$

إذاً $2\pi f = \frac{v}{r}$

$$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{2.17 \times 10^6}{2\pi \times 0.53 \times 10^{10}}$$

$$f = 0.65 \times 10^{16}\ \text{Hz}$$

## المسألة الثانية:

**احسب الطاقة المتحررة وطول موجة الإشعاع الصادر عندما يهبط الإلكترون من السوية الثالثة ذات الطاقة $E_3 = -1.51eV$ إلى السوية الثانية ذات الطاقة $E_2 = -3.4eV$ ثابت بلانك $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}.s$**

**الحل:**

$E_3 = -1.51\ \text{e.V}$ , $E_2 = -3.4\ \text{e.V}$

$C = 3 \times 10^8\ \text{m}.s^{-1}$ , $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}.s$

$$\Delta E = E_2 - E_3$$

$$\Delta E = (-3.4) - (-1.21) = -1.89\ \text{e.V}$$

$$\Delta E = -1.89 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\Delta E = 3.024 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$\Delta E = h f = h\frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h\,c}{\Delta E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.024 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda = 6.63 \times 10^{-7}\text{m}$$

## المسألة الثالثة:

**تتألف ذرة الهدروجين من بروتون وإلكترون تعطى سويات الطاقة لذرة الهدروجين بالعلاقة: $E_n = \frac{13.6}{n^2}eV$ حيث n هو عدد صحيح موجب. في السوية ذات الطاقة الأخفض لدينا n=1 وفي سوية الطاقة المثارة الأولى لدينا n=2 وهكذا عندما تسعى n إلى اللانهاية نجد الحالة المُتأينة أي التي تخسر فيها ذرة الهيدروجين إلكترونها. المطلوب:**

1. **احسب النسبة بين قوة التجاذب الكتلي بين الإلكترون والبروتون والقوة الكهربائية التي تجذب بها النواة الإلكترون علماً أن المسافة بين الإلكترون والبروتون هي $a = 5.29 \times 10^{-11}m$ ماذا نستنتج؟ علماً أن: شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19}C$ ثابت الجذب الكهربائي $k = 9 \times 10^{-9}N.m^2.C^{-2}$ ثابت الجاذبية الكوني $G = 6.67 \times 10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$ كتلة البروتون $m_p = 1.67 \times 10^{-27}kg$ كتلة الإلكترون $m_e = 9.1 \times 10^{-31}kg$ سرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$**
2. **ما قيمة الطاقة في السوية الأساسية؟**
3. **ارسم مخططاً لطاقة السويات الخمس الأولى.**
4. **تتواجد الذرة في البداية في حالتها الأساسية تمتص هذه الذرة فوتون بتواتر $f = 2.91 \times 10^{15}Hz$ احسب الرقم n للسوية التي تتواجد فيها الذرة بعد الامتصاص.**

**الحل:**

-1 النسبة بين قوة الجذب الكتلي، وقوة الجذب الكهربائي بين الالكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين.

$$F_1 = G\frac{m_p . m_e}{a^2} \quad , \quad F_1 = k\frac{e^2}{a^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{G\ m_p . m_e}{k\ e^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.1 \times 10^{-31}}{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 10^{-39} \Longrightarrow F_2 = 10^{39} F_1$$

نستنتج أنّ $F_2 \gg F_1$ لذا نهمل قوّة الجذب الكتلي أمام قوة الجذب الكهربائي.

-2 الطاقة في السويّة $n_1 = 1$

$$E_n = -\frac{13.6}{(n)^2} = -\frac{13.6}{(1)^2} = -13.6\ \text{e.V}$$

$$E_1 = -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$E_1 = -21.76 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

- السويات الخمس الأولى للطاقة:

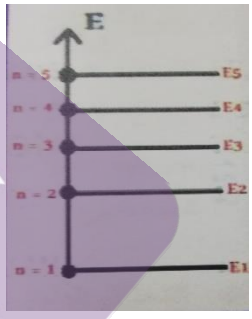
$$E_1 = -13.6\ \text{e.V}$$

$$E_2 = -\frac{13.6}{(2)^2} = -3.4\ \text{e.V}$$

$$E_3 = -\frac{13.6}{(3)^2} = -1.51\ \text{e.V}$$

$$E_4 = -\frac{13.6}{(4)^2} = -0.85\ \text{e.V}$$

$$E_5 = -\frac{13.6}{(5)^2} = -0.54\ \text{e.V}$$




- إيجاد السويّة التي تتواجد فيها الذرّة باعتبار أنّ:

$$f = 2.91 \times 10^{16}\text{Hz}$$

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

$$\Delta E = -\frac{13.6}{(n_2)^2} - \left(-\frac{13.6}{(n_1)^2}\right)$$

$$\Delta E = 13.6\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \ldots\ldots (1)$$

وبما أن:

$$\Delta E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.91 \times 10^{16}$$

$$\Delta E = 19.49333 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$\Delta E = \frac{19.49333 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12.13\ \text{e.V}$$

نعوض في 1:

$$12.13 = 13.6\left(\frac{1}{(1)^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

بالحل نجد أنّ: $n = 3$

## الدرس الثاني انتزاع الالكترونات وتسريعها

- تكون حركة الالكترونات الحرة داخل المعدن عشوائية وبسرع وسطيه تختلف باختلاف درجة الحرارة ولا يمكنها مغادرة سطح المعدن لخضوعها لقوى جذب كهربائية أكبر من الصفر تتجه نحو داخل المعدن تسببها الأيونات الموجبة في المعدن تتعلق قيمة طاقة الانتزاع لمعدن بمتحولات المعدن: العدد الذري Z – كثافة المعدن – طبيعة الروابط، ....، ونتيجة اختلاف هذه المتحولات من معدن لآخر، تختلف قيمة طاقة الانتزاع من معدن لآخر بحيث يمكن اعتبار قيمته خاصية مميزة للمعدن.

**س1: ما المقصود بطاقة انتزاع الالكترون الحر من سطح المعدن، استنتج علاقتها؟**

**طاقة الانتزاع:** هي الطاقة الواجب تقديمها لإلكترون حر من سطح المعدن لانتزاعه منه ونقله مسافة صغيره جداً $(d\ell)$ خارج سطح المعدن وهي أكبر أو تساوي عمل القوة الكهربائية التي تشده نحو داخل المعدن:

$$E_S = W_s = F.d\ell; F = e.E$$

$$E_S = e.E.d\ell : E.d\ell = U_S$$

$$E_S = e.U_S$$

$E$: الحقل الكهربائي المتولد عن الأيونات الموجبة داخل المعدن

$U_S$: فرق الكمون بين المعدن والوسط الخارجي.

**س 2: بين الحالات الناتجة عن اكتساب الالكترون لطاقه مقدمه له $E$ ومتى يتم انتزاعه؟**

1- $E < W_S$ : لا ينتزع الالكترون ويبقى منجذباً نحو داخل الكتلة المعدنية.

2- $E = W_S$ : يتحرر الالكترون من سطح المعدن أي بسرعه ابتدائية معدومة.

3- $E > W_S$ : يتحرر الالكترون من المعدن مع امتلاكه طاقه حركيه أي بسرعه ابتدائية: $E_K = E - E_S$

$$\frac{1}{2}m_e.v^2 = E - E_S$$

**س3: كيف يتم عملياً انتزاع الالكترون الحر من سطح المعدن وماهي طرق انتزاعه؟ وكيف يتم تسريعه بعد ذلك؟**

**1- الفعل الكهر ضوئي:** تقدم للإلكترون طاقة ضوئية تواترها كافٍ $E = h.f$

**2- الفعل الكهر حراري:** تقدم طاقة الانتزاع للإلكترون بشكل طاقة حرارية بتسخين المعدن فتكتسب الإلكترونات طاقة كافية تزيد من سرعتها وتنبعث خارج المعدن.

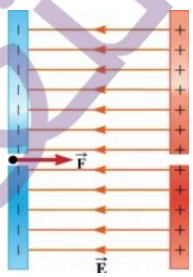
**3- مفعول الحث:** بقذف سطح المعدن بحزمه من الجسيمات ذات طاقة كافيه تسبب انتزاع الالكترونات الحرة عند صدمها له.

- يتم تسريع الالكترونات بإخضاعها لحقل كهربائي منتظم $(\vec{E})$ يتجه نحو المعدن المصدر للإلكترونات فتتحرك الالكترونات بعكس جهة الحقل كونها سالبة الشحنة.

**س4- نضع الكترون في نافذه في لبوس سالب لمكثفه مستويه شاقوليه التوتر بين لبوسيها $(V_{ab})$ والمسافة بينهما $(d)$:**

**1- ادرس حركة الالكترون داخل الحقل الكهربائي مبيناً طبيعتها؟**

**2- استنتج سرعة الالكترون لحظة وصوله لنافذه مقابله في اللبوس الموجب؟**



**1-** جملة المقارنة: خارجية

النقطة المدروسة: الالكترون

القوى الخارجية المؤثرة:

- القوة الكهربائية $(\vec{F})$ لها حامل الحقل الكهربائي $(\vec{E})$ وتعاكسه بالجهة

$$F = e.E = e.\frac{U}{d}$$

- ثقل الالكترون مهمل

**حسب قانون نيوتن الثاني:**

$$F = m_e.a \Rightarrow a = \frac{e.U}{m_e.d} = const$$

بما أن $(v_0 = 0)$ فالحركة مستقيمه متسارعة بانتظام.

**2-** عند وصول الالكترون إلى نافذة في اللبوس الموجب

$$x = d$$

$$\boldsymbol{v^2 - v_0^2 = 2a.x \Rightarrow v^2 - 0 = 2\frac{e.U}{m_e.d}.d}$$

$$\boldsymbol{v = \sqrt{2\frac{e.U}{m_e}}}$$

**ملاحظات:**

**1-** يمكن زيادة سرعة الالكترون بزيادة فرق الكمون بين اللبوسين

**2-** يمكن تطبيق العلاقة السابقة في السرعات الصغيرة للإلكترون بالنسبة لسرعة الضوء حيث يمكن اعتبار كتلة الالكترون ثابتة.

**س5: يتحرك الكترون أفقياً بسرعه $\vec{v}_0$ ليدخل بها إلى حقل كهربائي $\vec{E}$ منتظم شاقولي بين لبوسي مكثفه مستويه مشحونة لبوساها أفقيان يبعدان عن بعضهما مسافة $d$ وفرق الكمون بينهما $U_{ab}$ :**

**- ادرس حركة الالكترون ضمن الحقل الكهربائي وبين طبيعتها ثم استنتج معادلة حامل المسار؟**

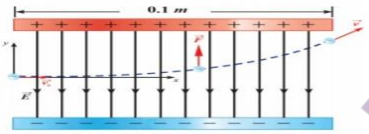
**- جملة المقارنة: خارجيه -النقطة المدروسة: الالكترون**

**القوى الخارجية المؤثره: - القوه الكهربائية $(\vec{F} = e.\vec{E})$**

**لها حامل الحقل الكهربائي $(\vec{E})$ وتعاكسه بالجهة**

**- ثقل الالكترون مهمل**

نطبق العلاقة الأساسية في التحريك:



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

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

ندرس الحركة بدراسة حركة المسقطين على المحورين المتعامدين $o\vec{x}, o\vec{y}$ وباعتبار مبدأ الزمن لحظة دخول الالكترون للحقل الكهربائي ومبدأ الفواصل نقطة دخول الالكترون لمنطقة الحقل:

① الإسقاط على $(\overrightarrow{ox})$

$$v_{0x} = v_0 = v$$

$$F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = const$$

إن حركة المسقط على $(\overrightarrow{x`x})$ هي حركة مستقيمة منتظمة $(x = v_x t + x_0)$ وبما أن $x_0 = 0$

التابع الزمني: $x = vt$

② الإسقاط على $(\overrightarrow{oy})$

$$v_{0_y} = 0$$

$$F_y = m_e.a_y$$

$$e.E = e\frac{U}{d} = m_e.a_y$$

$$a_y = \frac{e.U}{m_e.d} = const$$

- حركة المسقط على $o\vec{y}$ مستقيمه متسارعة بانتظام:

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

لكن $y_0 = 0$ وبالتالي:

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

**لإيجاد معادلة حامل المسار نحذف الوسيط t بين التابعين الزمنيين**

$$t = \frac{X}{V}$$

$$y = \frac{1}{2}.\frac{e.U}{m_e d}(\frac{X}{V})^2$$

$y = \frac{1}{2}.\frac{e.U}{m_e.d.V^2}.x^2$ حامل المسار جزء من قطع متكافئ

**ملاحظة:** حسب مبدأ العطالة فإن الالكترون عند خروجه من الحقل يتابع حركته بحركة مستقيمه منتظمة سرعتها الثابتة هي سرعة الالكترون لحظة خروجه من الحقل.

## اختيار من متعدد الكترونيات

**1- يمتص الالكترون طاقة عندما:**

a- ينتقل من مدار إلى أخر ضمن نفس السوية.

b- يهبط إلى سوية أقرب إلى النواة.

c- يقفز من سوية دنيا إلى سوية عليا.

d- عندما يسقط على النواة.

**2- يتحرر الالكترون من سطح معدن بشكل مؤكد عند:**

a -حصوله على طاقة أكبر أو تساوي طاقة الانتزاع لهذا المعدن.

b- رفع درجة حرارة المعدن إلى درجة حرارة أعلى أو تساوي تلك المكافئة لطاقة الانتزاع لهذا المعدن.

c- حصوله على طاقة أكبر أو تساوي طاقة الانتزاع بشكل متزامن مع كون جهة حركته نحو الخارج.

d - تحقق c إضافة لعدم اصطدامه بأي جسيم في أثناء خروجه من السطح.

**3- الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون الحر من سطح معدن تعطى بالعلاقة:**

| | |
|---|---|
| $w_s = e.U_s$ | a |
| $w_s = e.E$ | b |
| $w_s = \frac{e}{U_s}$ | c |
| $w_s = e.d$ | d |

**4- تعطى السرعة الابتدائية للإلكترون بعد أن يتحرر من سطح المعدن بالعلاقة:**

| | |
|---|---|
| $v = \sqrt{\frac{2(E-E_s)}{m_e}}$ | a |
| $v = \sqrt{\frac{(E-E_s)}{m_e}}$ | b |
| $v = \sqrt{\frac{2(E)}{m_e}}$ | c |
| $v = \sqrt{\frac{3(E-E_s)}{m_e}}$ | d |

**5- يمكن زيادة سرعة خروج الإلكترون من نافذة في اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة:**

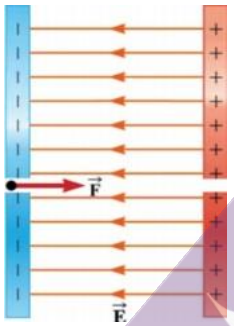
| | |
|---|---|
| بزيادة شحنة الإلكترون | a |
| بإنقاص كتلة الإلكترون | b |
| بإنقاص البعد بين اللبوسين | c |
| بزيادة فرق الكمون بين اللبوسين | d |

**6- سرعة الإلكترون من نافذة في اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة تعطى بالعلاقة:**

| | |
|---|---|
| $v = \sqrt{\frac{eU}{m_e}}$ | a |
| $v = \sqrt{\frac{2eU)}{m_e}}$ | b |
| $v = \sqrt{\frac{2eU}{E}}$ | c |
| $v = \sqrt{\frac{3em_e}{U}}$ | d |

## المسألة الأولى:

**ينطبق إلكترون بسرعة ابتدائية معدومة من فتحة في اللبوس السالب لمكثفة ليخرج من الفتحة المقابلة في اللبوس الموجب كما هو في الشكل جانباً فإذا علمت أن فرق الكمون بين لبوسي المكثفة هو $10^3\ v$ والمسافة بينهما (1cm) المطلوب:**



**استنتج العلاقة المحددة لسرعة هذا الالكترون لحظة خروجه من الفتحة في اللبوس الموجب ثم احسب قيمتها واحسب تسارع حركة هذا الإلكترون**

$\mathbf{e = 1.6 \times 10^{-19} C}$ ، $\mathbf{m_e = 9 \times 10^{-31} kg}$

**الحل:**

$\mathbf{d = 1\ cm}$ , $\mathbf{U = 10^3\ V}$ , $\mathbf{v = 0}$

$\mathbf{m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg}$ ,

- جملة المقارنة: خارجية.
- الجملة المدروسة: الالكترون داخل منطقة الحقل بإهمال ثقله.
- القوى الخارجيّة المؤثّرة:

$\vec{F}$ القوّة الكهربائيّة، حاملها منطبق على حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة، شدّتها ثابتة أي أنّ الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

**نطبّق نظريّة الطاقة الحركيّة بين وضعين:**

- الأول: الالكترون عند اللبوس السالب.
- الثاني: الالكترون عند اللبوس الموجب.

$$\overline{\Delta E} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = F.d = e\ E\ d$$

$$E_{k2} = e\ U \implies \frac{1}{2} m_e v^2 = e\ U$$

$$v = \sqrt{\frac{2ev}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times 1.602\times 10^{-19}\times 10^3}{9.1\times 10^{-31}}}$$

$$v = 1.876 \times 10^7 m.s^{-1}$$

الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

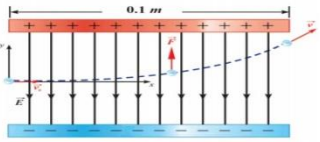
$$v^2 - 0 = 2a\ d$$

$$a = \frac{v^2}{2d} = \frac{(1.876 \times 10^7)^2}{2 \times 1 \times 10^{-2}}$$

$$a = 0.938 \times 10^8 \mathrm{m}.s^{-2}$$

## المسألة الثانية:

**يدخل إلكترون بسرعة ابتدائية $v_0 = 3 \times 10^6 m.s^{-1}$ إلى منطقة يسودها حقل كهربائي منتظم بشكل تتعامد فيه سرعة هذا الإلكترون مع خطوط الحقل كما في الشكل جانباً فإذا علمت أن شدة هذا الحقل هي $200 V.m^{-1}$ وطول كل من لبوسي المكثفة المستوية المولدة لهذا الحقل هو 0.1m المطلوب:**



**1. احسب تسارع الإلكترون في أثناء تواجده ضمن المنطقة التي يسودها الحقل الكهربائي.**

**2. احسب الزمن الذي يستغرقه الإلكترون للخروج من المنطقة التي يسودها الحقل الكهربائي.**

**يهمل ثقل الإلكترون**

$\mathbf{e = 1.6 \times 10^{-19} m.s^{-1}}$, $\mathbf{m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg}$

**الحل:**

$$v_0 = 3 \times 10^6 \mathrm{m}.s^{-1}$$

$\ell = 0.1\ \mathrm{m}$ , $\mathrm{E} = 200\ \mathrm{V}.m^{-1}$

- يخضع الالكترون لقوّة كهربائيّة $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ (يعامد سطحي اللبوسين) وتعاكس $\vec{E}$ بالجهة.
- نطبّق العلاقة الأساسيّة بالتحريك: $\vec{F} = m\,\vec{a}$ .
- نعتبر مبدأ الأزمنة لحظة دخول الالكترون للحقل ومبدأ الفواصل بداية الحقل.

**الحركة على $\overrightarrow{ox}$ :**

$$F_x = ma_x = 0$$

الحركة مستقيمة منتظمة.

$$v_x = v_o$$

$$x = v_0\ t \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

**الحركة على $\overrightarrow{oy}$ :**

$$F_y = F = m_e\ a_y$$

$$a = a_y = \frac{F}{m_e}$$

$$a = \frac{e\ E}{m_e} = Const \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

1) بالتعويض في 2:

$$a = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 200}{9 \times 10^{31}}$$

$$a = \frac{32}{9} \times 10^{+13}\ \text{m}.s^{-2}$$

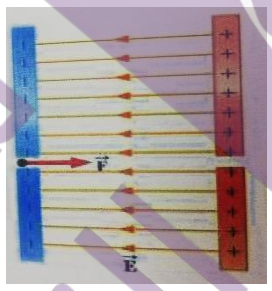
2)

$$x = \ell = 0.1\ \text{m}$$

$$t = \frac{x}{v_0} = \frac{0.1}{3 \times 10^6} = \frac{1}{3} \times 10^{-7}\ \text{s}$$

## مسألة $\frac{38}{281}$ عامة:

**نطبق فرقاً في الكمون قيمته 720 V بين اللبوسين الشاقوليين لمكثفة مستوية ندخل إلكتروناً ساكناً في نافذة من اللبوس السالب استنتج العلاقة المحددة لسرعة هذا الإلكترون عندما يخرج من نافذة مقابلة في اللبوس الموجب – بإهمال ثقل الإلكترون – ثم احسب قيمتها**



**الحل:**

$$U_{AB} = 720\ \text{V}\ ,\quad m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ C$$
$$e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$$

يخضع الالكترون ضمن الحقل الكهربائي المنتظم لقوّة كهربائيّة تقوم بنقله من اللبوس السالب نحو الموجب، فتقوم هذه القوة يعمل.

نطبق نظرية الطاقة الحركيّة بين وضعين:

الأول: نافذة في اللبوس السالب.

الثاني: نافذة في اللبوس الموجب.

$$\overline{\Delta E} = \sum \overline{W}_{\vec{F}}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \overline{W}_{\vec{F}\,(A \to B)}$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 - 0 = e\, U_{AB}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU_{AB}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 720}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 16 \times 10^6\ \text{m}.s^{-1}$$

## مسألة $\frac{39}{281}$ عامة:

**نولد حزمة من الإلكترونات أفقية نهدها متجانسة سرعتها $4 \times 10^7 m.s^{-1}$ في الخلاء ونجعلها تدخل بين لبوسي مكثفة مستوية أفقية يبعد أحدهما عن الآخر d=2cm وبينهما فرق في الكمون 900 V المطلوب:**

1. **احسب شدة الحقل الكهربائي المنتظم بين لبوسي المكثفة.**
2. **احسب شدة القوة الكهربائية التي يخضع لها إلكترون من الحزمة.**
3. **ادرس حركة إلكترون بين لبوسي المكثفة وحدد معادلة حامل مساره بالنسبة مراقب خارجي.**
4. **حساب شدة المغناطيسي المعامد للحقل الكهربائي المتولد بين لبوسي المكثفة الذي يجعل الإلكترون يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة.**

**الحل:**

$$U_{ab} = 900\ \text{V}\ ,\quad \text{d} = 2 \times 10^{-2}\ m$$
$$v = 4 \times 10^7 \text{m}.s^{-1},\quad m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$$
$$e = 1.602 \times 10^{-19}\text{C}$$

-1

$$E = \frac{U}{d} = \frac{900}{2 \times 10^{-2}} = 45 \times 10^3 \text{V}.m^{-1}$$

-2

$$F = e\,E = 1.602 \times 10^{-19} \times 45 \times 10^3$$
$$F = 72 \times 10^{-16}\text{N}$$

-3

الجملة المدروسة: إلكترون يهمل ثقله.

جملة المقارنة: خارجيّة.

يخضع الإلكترون عند دخول منطقة يسودها حقل كهربائي إلى تأثير قوة كهربائيّة $\vec{F}$ لها حامل $\vec{E}$ وتعاكسه بالجهة:

$$\sum \vec{F} = m_e.\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m_e.\vec{a}$$

- باعتبار مبدأ الزمن: لحظة دخول الإلكترون بين لبوسي المكثفة $t = 0$.
- مبدأ الفواصل: نقطة دخول الإلكترون.

$$x_0 = 0\ ,\quad y_0 = 0$$

**بالإسقاط على $\overrightarrow{ox}$ :**

$$F_x = 0 \ , \qquad a_x = 0$$

فالحركة مستقيمة منتظمة: $v_x = v_{0x} = v_0 = const$

$$x = v_0 t \ldots\ldots\ldots (1)$$

**بالإسقاط على $\overrightarrow{oy}$ :**

$$F_y = eE = m_e a$$

فالحركة متسارعة بانتظام: $a_y = \frac{eE}{m_e} = const$

التابع الزمني للحركة على $\overrightarrow{oy}$ باعتبار $a_y = a$:

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

$$y = \frac{1}{2}at^2 \iff v_{0y} = 0 \, , y_0 = 0$$

$$y = \frac{1}{2}\left(\frac{eE}{m_e}\right)t^2 \ldots\ldots\ldots (2)$$

لاستنتاج معادلة حامل مسار الإلكترون نحذف من إحداثيي $x, y$:

من (1) نجد:

$$t = \frac{x}{v_0}$$

$$y = \frac{1}{2}\frac{eEx^2}{m_e v_0^2} = \frac{1}{2}\frac{eU_{ab}}{m_e d v_0^2}x^2$$

$$y = \frac{1}{2}\frac{1.6 \times 10^{-19} \times 900}{9.1 \times 10^{-31} \times 2 \times 10^{-2} \times (4 \times 10^7)^2}$$

حامل المسار قطع مكافئ $y = \frac{5}{2}x^2$

**-4**

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

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

بالإسقاط وفق محور له منحنى وجهة $\vec{F}_e$:

$$F_e = F \implies eE = evB \, sin\theta$$

$$\vec{v} \perp \vec{B} \implies \theta = \left(\widehat{\vec{v}\,\vec{B}}\right)$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \implies sin\theta = 1$$

$$E = v\,B \implies B = \frac{E}{v} = \frac{45 \times 10^3}{4 \times 10^7} = 11.25 \times 10^{-4}\text{T}$$

## الدرس الثالث: الانفراغ الكهربائي والأشعة المهبطية

**س1: عرف الانفراغ الكهربائي في غاز وكيف يتم تغيير شكل الانفراغ ولون الضوء الصادر عنه بتغيير الضغط والتوتر المطبق؟**

الانفراغ الكهربائي: مرور شراره كهربائية بين ناقلين عبر الغاز الفاصل بينهما عندما نصلهما لتوتر كهربائي مناسب.

**تأثير الضغط:**

1) $P = 110mmHg$: لا نلاحظ انفراغ في الانبوب
2) $P = 100mmHg$: نسمع طقطقات تدل على حدوث انفراغ كهربائي في الانبوب.
3) $P = 10mmHg$: تختفي الطقطقات ونلاحظ عمود ضوء متجانس يمتد من المهبط إلى المصعد ليملأ كامل الأنبوب.
4) $P = 0{,}01mmHg$: يختفي الضوء المتجانس ويتألق الزجاج مقابل المهبط بلون أخضر بسبب إصدار المهبط أشعه غير مرئية تسمى الأشعة المهبطية.

**تأثير التوتر المطبق:**

- لا يظهر الضوء عند تطبيق توتر أقل من $500V$.
- تظهر أضواء بألوان مختلفة عند تطبيق توتر $500V$ مع سماع طقطقة.
- تزداد شدة الحزمة الضوئية ولا يتغير لونها بزيادة التوتر عن $500V$

**س2: ما هما شرطا توليد الأشعة المهبطيه وماهي طبيعتها (مم تكون)؟ وماهي آلية توليدها؟**

1- فراغ يتراوح فيه الضغط بين $(0{,}001 - 0{,}01)(mmHg)$ في الأنبوب

2- فرق كمون كبير نسبياً بين طرفي الأنبوب يولد حقل كهربائي كبير جداً بجوار المهبط.

**طبيعتها:** تتكون من الالكترونات الحرة المنتزعة من المهبط والكترونات ناتجه عن تأين ذرات الغاز بجوار المهبط.

(نتأكد من طبيعتها بانحرافها نحو اللبوس الموجب لمكثفه مشحونة)

**آلية توليدها:** يحتوي أنبوب الأشعة المهبطية على ذرات غازيه وأيونات موجبه ناتجه عن تصادم ذرات الغاز تتحرك هذه الأيونات بسرعه كبيره نحو المهبط بفعل فرق الكمون

الكهربائي المطبق فتؤين ما تلاقيه في طريقها من ذرات غازيه وعند اصطدامها بالمهبط يتم انتزاع بعض الكتروناته الحرة.

يدفع المهبط الالكترونات المنتزعة بسبب شحنتها السالبة ويسرعها الحقل الكهربائي لتؤين ذرات غازيه جديده وتتحرك الأيونات الموجبة من جديد نحو المهبط لتوليد المزيد من الالكترونات.

**س3- عدد مع الشرح خواص الأشعة المهبطية؟**

**(تعداد 5 خواص)**

**1-** تنتشر وفق خطوط مستقيمه ناظميه على سطح المهبط لذا يختلف شكل الحزمة حسب شكل المهبط:
- مهبط مقعر (حزمه متقاربة).
- مهبط محدب (حزمه متباعدة).
- مهبط مستوى (حزمه متوازية).

**2-** تسبب تألق بعض الأجسام عندما تسقط عليها لأنها تهيج ذرات تلك المواد كتألق الزجاج بلون أخضر.

**3-** ضعيفة النفوذية: لا تنفذ عبر صفيحه معدنيه موجودة أمامها فتشكل ظلاً لها على الزجاج المتألق خلفها.

**4-** تحمل طاقة حركيه: سرعتها قريبة من سرعة الضوء فيمكنها تدوير دولاب خفيف أمامها ويمكن أن تتحول إلى طاقه حرارية أو كيميائية إذا أصابت جسماً ما.

**5-** تتأثر بالحقل الكهربائي حيث تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفه مشحونة مما يدل أنها الكترونات سالبة الشحن.

**6-** تتأثر بالحقل المغناطيسي: تنحرف بتأثير قوة لورنز المغناطيسية عمودياً على خطوط الحقل المغناطيسي المؤثر فيها.

**7-** تنتج أشعه سينيه $(X-ray)$: عند اصطدامها بالمواد الصلبة ذات العدد الذري الكبير مثل التنغستن.

**8-** تؤين الغازات: تنتزع الكترون من الذرة الغازية فتتحول إلى أيون فيتوهج الغاز.

**9-** تؤثر في أفلام التصوير الحساسة للضوء.

## سبر ومراجعة لبعض الأساسيات في الكترون:

**①: طبيعة الأشعة المهبطية:** **( 1-2015 )**

| | |
|---|---|
| a | أمواج كهرطيسية |
| b | الكترونات |
| c | بروتونات |
| d | نيوترونات |

**②: تتولد الأشعة المهبطية في أنبوب الإنفراغ الكهربائي عندما نطبق بين قطبيه توتراً كبيراً مناسباً وتكون قيمة الضغط فيه مقدرة بواحدة $(mm.Hg)$ مساوية:** **( 1-2019 )**

| | |
|---|---|
| a | $1-10$ |
| b | $0.01-0.001$ |
| c | 100 |
| d | 1 |

**③: تتكون الأشعة المهبطية من:**

| | |
|---|---|
| a | الكترونات منتزعة من مادة المهبط ومن تأين الذرات الغازية بجوار المهبط |
| b | الكترونات منتزعة من مادة المهبط فقط |
| c | الكترونات منتزعة من مادة المصعد |
| d | أيونات موجبة |

**④: تنتشر الأشعة المهبطية وفق خطوط مستقيمة ناظمية على سطح المهبط فإذا كان المهبط محدباً فالحزمة:**

| | |
|---|---|
| a | متباعدة |
| b | متقاربة |
| c | متوازية |
| d | عشوائية |

**⑤: تشكل الأشعة المهبطية ظلاً لصفيحة معدنية على الزجاج المتألق خلفها وذلك لأنها:**

| | |
|---|---|
| a | ضعيفة النفوذ |
| b | شديدة النفوذ |
| c | تمتلك طاقة حركية كبيرة |
| d | تمتلك شحنة سالبة |

## حل المسألة الآتية:

**احسب السرعة التي يغادر بها الإلكترون المهبط المعدني إذا كانت طاقته الحركية تساوي $E_k = 10^{-18}\text{J}$ لحظة خروجه من المهبط إذا علمت أن $m_e = 9\times10^{-31}kg$ ، $e = 1.6\times10^{-19}C$**

**الحل:**

$$E_k = \frac{1}{2}m.v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2E_k}{m}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\times10^{-18}}{9\times10^{-31}}}$$

$$= \frac{\sqrt{20}}{3} \times 10^{+7} = \frac{2\sqrt{5}}{3} \times 10^{+7} m.s^{-1}$$

الدرس الرابع

## الفعل الكهر حراري:

**س1- عرف الفعل الكهر حراري وبين سبب حدوثه؟**

**الفعل الكهر حراري:** انتزاع الكترونات حره من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.

**تعليله:** تسخين المعدن يزيد سرعة الالكترونات الحرة وحركتها العشوائية مما يكسب بعضها طاقة أكبر من طاقة الانتزاع فيخرج من سطح المعدن إن لم يصطدم بغيره من الالكترونات الحرة.

يزداد عدد الالكترونات الحرة المنتزعة في الثانية:

- بنقصان الضغط المحيط بسطح المعدن – بارتفاع درجة حرارة المعدن.

**س2- علل تشكل سحابته الكترونية كثافتها ثابتة حول سلك معدني عند تسخينه؟**

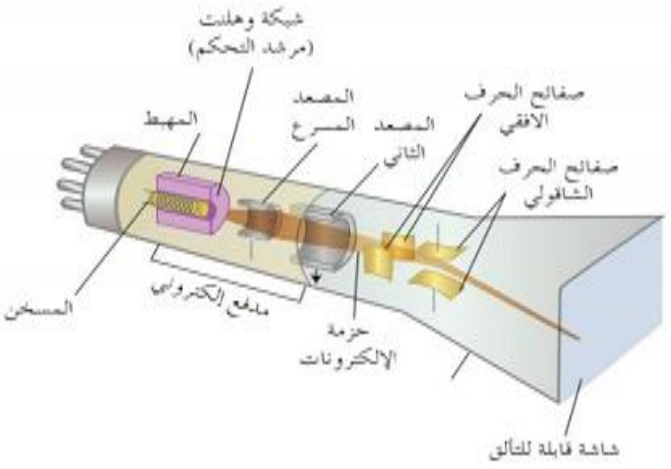
بسبب تساوي عدد الالكترونات الحرة المنتزعة من سطح المعدن في كل لحظه مع عدد الالكترونات العائدة إليه والتي تجذبها الشحنات الموجبة المتشكلة على سطح المعدن.

وبسبب هذه السحابة الإلكترونية يصبح الهواء المحيط بسلك متوهج إلى وسط ناقل.

**س3- مم يتألف راسم الاهتزاز الالكتروني؟**

أنبوب زجاجي مخروطي الشكل مفرغ من الهواء تقريباً يحوي:

1- مدفع الكتروني 2- جملة حارفة 3- شاشة متألقة




**س4-ماهي أقسام المدفع الالكتروني وما الدور المزدوج لشبكة وهلنت؟**

**1- المهبط:** يوصل بتوتر سالب ويصدر حزمه متباعدة من الالكترونات بالفعل الكهر حراري بتسخينه بسلك تنغستن يمر فيه تيار متواصل.

**2- شبكة وهلنت:** أسطوانة تحيط بالمهبط في قاعدتها ثقب ضيق توصل بتوتر سالب يمكن تغييره ولها دور مزدوج:

* **تجميع الالكترونات الحرة الصادرة عن المهبط في نقطه على محور الأنبوب.**
* **التحكم بعدد الالكترونات النافذة من ثقب الشبكة وبالتالي التحكم بشدة إضاءة الشاشة بتغيير التوتر السالب المطبق عليها.**

**3- مصعدان:** مهمتهما تسريع الالكترونات الصادرة عن المهبط لتخرج الحزمة متقاربه في نقطه ضيقه على مركز الشاشة ويتم ذلك على مرحلتين:

- **الأولى:** بين الشبكة والمصعد الأول بتطبيق توتر عالٍ موجب قابل للتغيير على المصعد $-800V - 500$.
- **الثانية:** بين المصعد الأول والثاني بتطبيق توتر عالٍ موجب ثابت

**س5- مم تتألف الجملة الحارفة وما هو دورها؟**

1- مكثفة لبوساها أفقيان حقلها الكهربائي شاقولي فتنحرف الحزمة الإلكترونية شاقولياً.

2- مكثفة لبوساها شاقوليان حقلها الكهربائي أفقي فتنحرف الحزمة الإلكترونية أفقياً.

- يتناسب انحراف الحزمة الإلكترونية طرداً مع التوتر المطبق بين اللبوسين فإذا كان هذا التوتر متناوب جيبي تهتز الحزمة لترسم خط مستقيم أفقي أو شاقولي وبتواتر التوتر المطبق نفسه.

**س6- مم تتألف الشاشة المتألقة وما هي آلية عملها؟**

1- طبقه سميكة من الزجاج.

2- طبقه ناقله من الغرافيت.

3- طبقه من ماده متألقة (كبريت الزنك).

- تغطي الشاشة من الداخل طبقه رقيقه من الألمنيوم (ثخنها عدة ميكرو نات) تعبر الالكترونات المسرعة طبقة الألمنيوم الرقيقة فتصطدم بالمادة المتألقة فتصدر ضوء تعكسه طبقة الألمنيوم لخارج الانبوب.

**يطلى الأنبوب الزجاجي من الداخل بطبقة الغرافيت مهمتها تلعب دور الواقي للحزمة الإلكترونية عن الحقول الكهربائية الخارجية وإعادة الالكترونات التي سببت التألق إلى المصعد لإغلاق الدارة.**

**س7- اذكر بعض استخدامات راسم الاهتزاز الالكتروني؟**

1- دراسة الحركات الدورية السريعة كالتيارات المتناوبة والاهتزازات الصوتية.
2- قياس فرق الكمون المتناوب والمستمر.
3- في أجهزة الاستقبال التلفزيونية.

**اختيار من متعدد الكترونيات**

**1- الفعل الكهر حراري هو انتزاع:**
a- النيوترونات من سطح المعدن بتسخينه.
b- الالكترونات الحرة من سطح المعدن بتسخينه لدرجة حرارة مناسبة.
c- البروتونات من سطح المعدن بتسخينه.
d- الفوتونات عند اصطدام الالكترونات بسطح مادة مفلورة.

**2- يتم التحكم بشدة إضاءة شاشة راسم الاهتزاز بواسطة التحكم:**
a- بتوتر الجملة الحارقة.
b- بدرجة حرارة المهبط.
c- بالتوتر المطبق على المصعد.
d- بالتوتر السالب المطبق على الشبكة

**3- مهمة شبكة وهلنت هي:**
a- ضبط الحزمة الالكترونية.
b- تسخين السلك.
c- إصدار الالكترونات.
d- حرف الحزمة الالكترونية.

**4- تطلى شاشة راسم الاهتزاز الالكتروني بطبقة من الغرافيت:**
a- لحماية الشاشة من الحقول الخارجية.
b- لالتقاط الفوتونات.
c- لامتصاص النترونات.
d- لإصدار البروتونات الزائدة.

**5- في راسم الاهتزاز الالكتروني الجزء الذي يعمل على تجميع الالكترونات الحرة الصادرة عن المهبط في نقطة تقع على محور الأنبوب هو:**

| | |
|---|---|
| a | المهبط |
| b | المصعدان |
| c | شبكة وهنلت |
| d | طبقة الغرافيت |

**6- في راسم الاهتزاز الالكتروني الجزء الذي يعمل على تسريع الحزمة الالكترونية على مرحلتين هو:**

| | |
|---|---|
| a | المهبط |
| b | المصعدان |
| c | المكثفة المستوية |
| d | طبقة الغرافيت |

**حل المسألة الآتية:**

**تبلغ الطاقة الحركية لأحد إلكترونات حزمة من الإلكترونات المنتزعة $1.8 \times 10^{-16}$ وهذه الحزمة الإلكترونية تكافئ تيار شدته $10\mu A$ المطلوب:**

1. **احسب سرعة الإلكترونات في هذه الحزمة.**
2. **احسب كمية الحرارة المنتشرة خلال 30 ثانية عند اصطدام هذه الحزمة بصفيحة معدنية وتحول طاقتها الحركية بالكامل إلى طاقة حرارية.**
3. **احسب عدد الإلكترونات التي تصل الصفيحة المعدنية في الثانية الواحدة.**

(كتلة الإلكترون $m_e = 9 \times 10^{-31} kg$ ، شحنة الإلكترون $(e = 1.6 \times 10^{-19} C$

**الحل:**

$$m_e = 9 \times 10^{-31}\text{kg} \ , e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$$
$$I = 10\ \mu\text{C} \ , E_{ke} = 9.6 \times 10^{-16}\ \text{J}$$

**-1**

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9.6 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = 4.6 \times 10^{7}\,\text{m}.s^{-1}$$

-2

$$N = \frac{q}{e} = \frac{It}{e} = \frac{10 \times 10^{-6} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$N = 62.5 \times 10^{12}$ إلكترون

-3

$$Q = E_{\text{حرارية}} = N` \times E_{ke} \ldots\ldots (1)$$

حساب عدد الالكترونات في 30 ثانية:

$$N` = 30\, N = 30 \times 62.5 \times 10^{12}$$

$N` = 1875 \times 10^{12}$ إلكترون

نعوض في 1:

$$Q = 1875 \times 10^{12} \times 9.6 \times 10^{-16} = 1.8\ \text{J}$$

## الدرس الخامس: نظرية الكم والفعل الكهرضوئي

**س1- ما هي أسس ميكانيك الكم؟**

1- فرضية بلانك: يتم تبادل الطاقة بين الضوء والمادة من خلال كمات منفصله من الطاقة (كمات الطاقة):

$$E = h.f = h.\frac{C}{\lambda}$$

2- فرضية إنشتاين: الحزمة الضوئية مكونه من فوتونات (كمات طاقة) وطاقة كل فوتون $E = h.f$ ويحصل تبادل الطاقة مع المادة من خلال امتصاص أو إصدار الفوتونات.

**س2- عدد خواص الفوتون؟**

1- يواكب موجه كهر طيسيه تواترها $f$

2- شحنته الكهربائية معدومة.

3- يتحرك بسرعة الضوء في الخلاء.

4- طاقته $E = h.f = \frac{h.c}{\lambda}$ حيث $h = 6{,}63.10^{-34}$ ثابت بلانك.

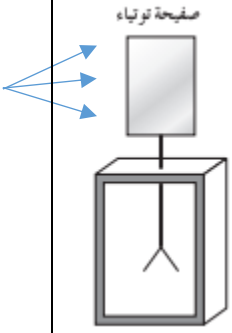
5- يمتلك كمية حركة: (**استنتاج**)

$$P = m.C = \frac{E}{C^2}.C = \frac{E}{C} = \frac{h.f}{C} = \frac{h.\frac{C}{\lambda}}{C} = \frac{h}{\lambda}$$

الفعل الكهر ضوئي: هو انتزاع الكترونات حرةمن سطح المعدن عند تعريضه لإشعاع كهر طيسي مناسب (طاقته أكبر من طاقة الانتزاع)

**تجربة هرتز:**

**س3- نضع صفيحه من الزنك على قرص كاشف كهربائي ونسلط عليها أشعه صادره عن مصباح بخار الزئبق صِف ما يحدث مع التعليل في الحالات التالية:**




**1- إذا كانت شحنة الصفيحة سالبة:**

يتناقص انفراج وريقتا الكاشف حتى تنطبقا

**التعليل:** الأشعة فوق البنفسجية انتزعت بعض الالكترونات الحرة من الصفيحة فتنافرت معها لكون الصفيحة سالبه بالتالي تفقد الصفيحة شحنتها تدريجياً حتى تتعادل كهربائياً.

**2- شحنة الصفيحة سالبه ووضعنا لوح زجاجي بين الصفيحة والمصباح:** لا يتغير انفراج الوريقتين

**التعليل:** الزجاج منع وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الصفيحة وسمح فقط بمرور الأشعة المرئية وتحت الحمراء والتي لا تملك طاقة كافيه لانتزاع الالكترونات فلم تتغير شحنة الصفيحة.

**ملاحظة: لو قربنا المصباح من الصفيحة أي زدنا شدة الضوء الساقط على الصفيحة لن يتغير الانفراج بالتالي فقدرة الضوء على انتزاع الالكترونات تتعلق بنوع الإشعاع وليس بشدتها.**

**3- شحنة الصفيحة موجبه وبدون لوح زجاجي:** لا يتغير انفراج الوريقتين

**التعليل:** الشحنة الموجبة للصفيحة تجذب الالكترونات المنتزعة منها فلا تتغير شحنتها ولا يتغير الانفراج.

**س4: عندما يسقط فوتون على سطح معدن ويصادف الكترون حر فإنه يقدم له كامل طاقته ماهي الاحتمالات الممكنة الناتجة عن امتصاص الالكترون للفوتون (شرح الفعل الكهر ضوئي وفق أينشتاين)؟**

1"- طاقة الفوتون أصغر من عمل الانتزاع $E < W_S \Rightarrow h.f < W_S$ يكتسب الالكترون طاقة حركيه مع بقائه مرتبطاً بالمعدن.

2"- طاقة الفوتون تساوي عمل الانتزاع $E = W_S \Rightarrow h.f = W_S$ ينتزع الالكترون ويتحرر من ارتباطه بالشبكة البلورية لكن بطاقه حركيه معدومة

$E_K = 0$ , ونسمي التواتر عندها تواتر عتبة الانتزاع

$h.f = E_S \Rightarrow h.f = h.f_S \Rightarrow f = f_S \Rightarrow \frac{C}{\lambda} = \frac{C}{\lambda_S} \Rightarrow \lambda = \lambda_S$

3"- طاقة الفوتون أكبر من طاقة الانتزاع:

ينتزع الالكترون من المعدن مع امتلاكه طاقة حركية يخرج بها حيث يصرف جزء من طاقة الفوتون للانتزاع ويحتفظ بالجزء الباقي بشكل طاقة حركيه يخرج بها:(معادلة اينشتاين في الانتزاع).

$$E_K = E - W_S = h.f - h.f_S = h.f - \frac{h.c}{\lambda_S}$$

$$E_K = h.\frac{C}{\lambda} - h.\frac{c}{\lambda_S} = h.C(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_S})$$

$\lambda_S$ : عتبة الانتزاع (أكبر طول موجة فوتون لازم للانتزاع)

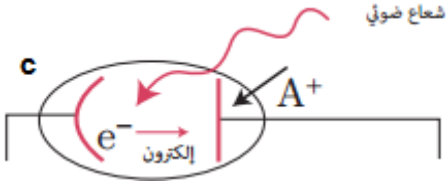
**أي أن شرط حدوث الفعل الكهر ضوئي:**

$E > E_S \Rightarrow h.f > h.f_S \Rightarrow f > f_S \Rightarrow \frac{C}{\lambda} > \frac{C}{\lambda_S} \Rightarrow \lambda < \lambda_S$

**س5- استطاعت معادلة انشتاين تفسير ما عجزت عنه النظرية الموجية الكلاسيكية اشرح ذلك؟**

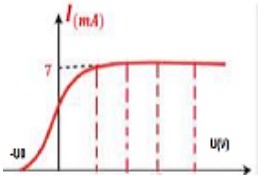
| اينشتاين | النظرية الموجية |
|---|---|
| لا يحدث الفعل الكهر ضوئي إذا كان تواتر الضوء أصغر من تواتر العتبة $f_S$ | الفعل الكهر ضوئي يحدث عند جميع التواترات حسب شدة الضوء |
| لا تزداد الطاقة الحركية العظمى $E_k$ بزيادة شدة الضوء لأن الالكترون لا يمتص سوى فوتون واحد | تزداد الطاقة الحركية العظمى $E_k$ بزيادة شدة الضوء لأنه يحمل طاقة أكبر |
| تزداد الطاقة الحركية العظمى $E_k$ بزيادة تواتر الضوء الوارد | لا علاقة بين طاقة الالكترون وتواتر الضوء |
| يحدث الانتزاع آنياً مهما كانت شدة الضوء الوارد | يحتاج الالكترون زمن لامتصاص الفوتون حتى ينتزع |

**س6- ارسم المنحني المميز لدارة الخلية الكهر ضوئية الذي يصف تغيرات التيار بدلالة التوتر وناقش مرور التيار في الحالات التالية:**




1- عندما يكون كمون المهبط أعلى من كمون المصعد $U_{AC} < -U_0$: تخضع الالكترونات لقوه كهربائية تعيد الالكترونات إلى المهبط ولا يمر تيار في الخلية.

2- $(U_{AC} = -U_0)$ يدعى كمون الايقاف: تبدأ بعض الالكترونات بالوصول إلى المصعد بالرغم من إبطاء الحقل الكهربائي لحركتها فيمر تيار تزداد شدته بنقصان القيمة المطلقة لفرق الكمون السالب




3- كمون المهبط أعلى من كمون المصعد $U_{AC} > 0$ : تزداد شدة التيار في الداره تدريجياً بزيادة فرق الكمون حتى الوصول لتيار الإشباع $I_S$

لأن القوة الكهربائية تعمل على تسريع وجذب المزيد من الالكترونات الصادرة عن المهبط وإيصالها للمصعد ويصل إلى تيار الإشباع عند جذب جميع الالكترونات المتحررة من المهبط.

**س7- ما هو تأثير استطاعة الحزمة الضوئية على تيار الحجيرة؟**

$P = N.h.f$ حيث $N$: عدد الفوتونات التي يتلقاها السطح

تزداد شدة تيار الحجيرة بزيادة استطاعة الحزمة الضوئية أي بزيادة عدد فوتوناتها بسبب تحرر المزيد من الالكترونات ونصل إلى تيار إشباع أعلى من سابقه.

-لا يتغير كمون الإيقاف بزيادة استطاعة الحزمة الضوئية لأنه يتعلق بطاقة الفوتون وليس بعدد الفوتونات أي بالسرعة العظمى لخروج الالكترون من المهبط.

اختيار من متعدد الكترونيات

**1- الحزمة الضوئية حزمة من الجسيمات غير المرئية تسمى:**

a- نترونات b- فوتونات c - إلكترونات d- بروتونات

**2- يزداد عدد الالكترونات المقتلعة من مهبط الحجيرة الكهر ضوئية بازدياد:**

a- تواتر الضوء الوارد.

b- شدة الضوء الوارد.

c- كتلة صفيحة مهبط الحجيرة.

d- تواتر العتبة.

**3- تزداد الطاقة الحركية للإلكترون لحظة مغادرته مهبط الحجيرة الكهر ضوئية بازدياد:**

a- تواتر الضوء الوارد.

b- شدة الضوء الوارد.

c- سماكة صفيحة مهبط الحجيرة.

d- تواتر العتبة.

**4- يحدث الفعل الكهر ضوئي بإشعاع ضوئي وحيد اللون تواتره:**

a- $f = 0$

b- $f < f_s$

c- $f = f_s$

d- $f > f_s$

**5- يجري انتزاع الإلكترون من سطح معدن ما إذا كانت طاقة الفوتون:**

a- معدومة

b- تساوي طاقة الانتزاع.

c- أكبر من طاقة الانتزاع.

d- أصغر من طاقة الانتزاع.

**6- من خواص الفوتون:** **( 1- 2017 )**

| | |
|---|---|
| a | شحنته موجبة |
| b | لا يمتلك كمية حركة |
| c | شحنته سالبة |
| d | شحنته معدومة |

**7- تعطى كمية حركة الفوتون بالعلاقة:** **( 1-2016 )**

| | |
|---|---|
| a | $p = h.\lambda$ |
| b | $p = h.f$ |
| c | $p = \frac{f}{\lambda}$ |
| d | $p = \frac{h}{\lambda}$ |

**8- العلاقة المعبرة عن استطاعة حزمة فوتونات في الثانية تعطى بالعلاقة:**

| | |
|---|---|
| a | $p = N.h.f$ |
| b | $p = h.c.f$ |
| c | $p = \frac{f}{\lambda}$ |
| d | $p = \frac{h}{\lambda}$ |

**9- عند وضع لوح زجاجي بين المنبع الضوئي وصفيحة الزنك المشحونة نلاحظ:**

| | |
|---|---|
| a | تنطبق وريقتا الكاشف لإن الزجاج يسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية المنزعة للإلكترونات |
| b | لا يتغير انفراج وريقتا الكاشف لإن الزجاج يمتص الأشعة فوق البنفسجية المنزعة للإلكترونات |
| c | تنطبق وريقتا الكاشف لإن الزجاج يسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء المنزعة للإلكترونات |
| d | لا يتغير انفراج وريقتا الكاشف لإن الزجاج يمتص الأشعة تحت الحمراء المنزعة للإلكترونات |

**10- تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنتزع من مهبط الحجرة الكهرضوئية:**

| | |
|---|---|
| a | بزيادة شدة الضوء الوارد |
| b | بزيادة تواتر الضوء الوارد |
| c | بزيادة سماكة صفيحة مهبط الحجيرة |
| d | بزيادة تواتر العتبة |

**11- في الفعل الكهرضوئي الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنزع تعطى بالعلاقة (معادلة اينشتاين في الانتزاع)**

| | |
|---|---|
| a | $E_k = h\,c\,(\frac{1}{\lambda_s} - \frac{1}{\lambda})$ |
| b | $E_k = h\,c\,(\frac{1}{\lambda_s} + \frac{1}{\lambda})$ |
| c | $E_k = hc\,(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s})$ |
| d | $E_k = hc\,(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_s})$ |

## المسألة الأولى:

**يسقط ضوء بتواتر $5 \times 10^{14} Hz$ على معدن طاقة الانتزاع لديه $3.2 \times 10^{-19}$ J والمطلوب:**

1. **بين بالحساب أتنتزع الإلكترونات من سطح المعدن أم لا؟**
2. **احسب طاقتها الحركية في حال انتزاعها.**

**الحل:**

$$f = 5 \times 10^{14} \text{Hz}\,, h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J.s}$$
$$E_s = 3.2 \times 10^{-19} \text{J}$$

-1

$$E = h\,f = 6.6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{14}$$
$$= 33 \times 10^{-20} \text{J}$$

بما أنّ طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة الانتزاع، يتم انتزاع الإلكترونات من سطح المعدن.

-2

$$E_k = E - E_s = 48.18 \times 10^{-20} - 33 \times 10^{-20}$$
$$E_k = 17 \times 10^{-20}\ \text{J}$$

## المسألة الثانية:

**يضيء منبع ضوئي وحيد اللون طول موجته 0.5μm حجيرة كهر ضوئية طاقة انتزاع الإلكترون فيها $E_s = 33 \times 10^{-20}$J المطلوب:**

1. **احسب تواتر العتبة.**
2. **احسب طول موجة عتبة الإصدار.**
3. **احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة وسرعته.**

**الحل:**

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J.s}\,,\ E_s = 33 \times 10^{-20} \text{J}$$
$$\lambda = 0.5\ \mu m$$

-1

$$E_s = hf_s \Longrightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{33 \times 10^{-20}}{6.6 \times 10^{-34}}$$
$$f_s = 5 \times 10^{14} \text{Hz}$$

-2

$$C = \lambda_s f_s \Longrightarrow \lambda_s = \frac{C}{f_s} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}}$$
$$\lambda_s = 0.6 \times 10^{-6} \text{m}$$

أو $E_s = hf_s = h\frac{C}{\lambda_s} \rightarrow \lambda_s = \frac{h\,C}{E_s}$

$$E_k = E - E_s = h\,f - E_s$$
$$E_k = h\frac{C}{\lambda} - E_s$$
$$E_k = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.5 \times 10^{-6}} - 33 \times 10^{-20}$$
$$E_k = 6.6 \times 10^{-20} \text{J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-16}}{9 \times 10^{-31}}} = 3.82 \times 10^5 \text{m.}\,s^{-1}$$

## المسألة الثالثة:

**إذا كان أكبر طول موجة يلزم لانتزاع الإلكترون من سطح مهبط حجيرة كهر ضوئية يساوي $66 \times 10^{-6} m$ المطلوب:**

1. **طاقة انتزاع الإلكترون من مادة المهبط.**
2. **كمية حركة الفوتون الوارد عندما يضاء سطح صفيحة المهبط بضوء وحيد اللون طول موجته $44 \times 10^{-8} m$**
3. **الطاقة الحركية للإلكترون لحظة خروجه من مهبط الحجيرة الكهر ضوئية.**
4. **قيمة كمية الإيقاف.**

**الحل:**

$$\lambda_s = 66 \times 10^{-8}\ \text{m}\,,\quad \lambda = 44 \times 10^{-8} \text{m}$$
$$C = 3 \times 10^8\ \text{m.}\,s^{-1}\,,\quad h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J.s}$$

-1

$$E_s = hf_s \Longrightarrow E_s = h\frac{C}{\lambda_s}$$

$$E_s = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{66 \times 10^{-8}} = 3 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

-2

$$P = mc \Longrightarrow P = \frac{E}{c^2} c \Longrightarrow P = \frac{E}{c}$$

$$P = \frac{hf}{\lambda f} \Longrightarrow \text{P} = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{44 \times 10^8}$$
$$P = 1.5 \times 10^{-27} \text{kg.}\,\text{m.}\,s^{-1}$$

-1

$$E_s = hf_s \Rightarrow f_s = \frac{E_s}{h} = \frac{3\times10^{-19}}{6.6\times10^{-34}}$$

$$f_s = 4.5\times10^{16}\text{Hz}$$

-2

$$E_k = E - E_s = h\,f - E_s \Rightarrow E_k = h\frac{C}{\lambda} - E_s$$

$$E_k = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{5\times10^{-7}} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 0.96\times10^{-19}\ \text{J}$$

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\times0.96\times10^{-19}}{9\times10^{-31}}} = 0.46\times10^{6}\text{m}.s^{-1}$$

## مسألة $\frac{37}{280}$ عامة:

**يضيء منبع وحيد اللون طول موجته 0.5µm حجيرة كهر ضوئية طاقة انتزاع الإلكترون فيها $E_s = 33\times10^{-20}$J**

**المطلوب:**

1. **احسب طول موجة عتبة الإصدار.**
2. **احسب الطاقة الحركية للإلكترون لحظة انتزاعه من المهبط وسرعته العظمى.**

**$m_e = 9\times10^{-31}kg$ ، $h = 6.6\times10^{-34}\text{J}.s$**
**$c = 3\times10^{8}m.s^{-1}$**

**الحل:**

-1

$$E_s = hf_s = h\frac{C}{\lambda_s} \Rightarrow \lambda_s = \frac{h\,C}{E_s}$$

$$\lambda_s = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{33\times10^{-20}} = 0.6\times10^{-6}\text{m}$$

-2

$$E_k = E - E_s = h\,f - E_s \Rightarrow E_k = h\frac{C}{\lambda} - E_s$$

$$E_k = 6.6\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{0.5\times10^{-6}} - 33\times10^{-20}$$

$$E_k = 6.6\times10^{-20}\ \text{J}$$

-3

$$E_k = E - E_s = h\,f - hf_s$$

$$E_k = hc\,(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_s})$$

أو نحسب $E$ من:

$$E = hf = h\frac{C}{\lambda} = 6.6\times10^{-34}\frac{3\times10^{8}}{44\times10^{-8}}$$

$$E = 4.5\times10^{-19}\ \text{J}$$

نعوض في:

$$E_k = E - E_s = 4.5\times10^{-19} - 3\times10^{-19}$$

$$E_k = 1.5\times10^{-19}\text{J}$$

-4

- كمون الإيقاف (توتر الإيقاف) $U_0 = 0$ أقل توتر كهربائي (عكسي) يكفي لمنع وصول الالكترونات الضوئيّة من المهبط على المصعد.
- نطبق نظرية الطاقة الحركيّة على الإلكترون بين وضعين:

الأول: لحظة خروجه من المهبط بسرعة عظمى.

الثاني: لحظة وصوله إلى المصعد بسرعة معدومة (توقف).

$$\overline{\Delta E} = \sum \overline{W}_{\vec{F}\,(\text{كهربائيّة})}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = -eU_0$$

$$0 - E_{ke} = -eU_0$$

$$U_0 = \frac{E_{ke}}{e} = \frac{1.5\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 0.9375\ \text{Voult}$$

## المسألة الرابعة:

**احسب تواتر العتبة لخلية كهر ضوئية تحوي صفيحة من معدن السيزيوم عندما يرد عليها ضوء وحيد اللون طول موجته $5\times10^{-7}m$ علماً أن طاقة الانتزاع لدى السيزيوم تساوي $3\times10^{-19}$J ثم احسب الطاقة الحركية للإلكترون المنتزع وسرعة الإلكترون.**

**$c = 3\times10^{8}m.s^{-1}$ ثابت بلانك، $h = 6.64\times10^{-34}\text{J}s$**
**سرعة انتشار الضوء في الخلاء، $m_e = 9.1\times10^{-31}kg$ كتلة الإلكترون**

**الحل:**

$$C = 3\times10^{8}\ \text{m}.s^{-1}\ ,\quad h = 6.6\times10^{-34}\text{J}.s$$

$$\lambda = 5\times10^{-7}\text{m}\ ,\quad E_s = 3\times10^{-19}\text{J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-20}}{9 \times 10^{-31}}} = 3.82 \times 10^5 \mathrm{m}.s^{-1}$$

## " الفيزياء الطبية "

الأشعة السينية ( x – ray ) : اكتشفها روتنخن أثناء دراسته للأشعة المهبطية و كانت مجهولة لذلك سميت: $X - Ray$

**س1: اشرح أجزاء أنبوب كوليدج لتوليد الأشعة السينية؟**

أنبوب زجاجي مخلى من الهواء حتى ضغط $10^{-6} mmHg$ يحتوي سلك من التنغستين يسخن لدرجة التوهج بإمرار تيار كهربائي فيه.

يحيط بالسلك مهبط معدني مقعر الشكل يعكس حزمة الإلكترونات المنبعثة من السلك ويجمعها على الهدف الموصول بالمصعد (مقابل المهبط).

يصنع الهدف من معدن ثقيل درجة انصهاره مرتفعة جداً مثل البلاتين أو الموليبيدن.و يثبت على إسطوانة نحاسية أكبر حجماً منه متصلة بمبرد .

**س2: اشرح آلية توليد الأشعة السينية في أنبوب كوليدج ذي المهبط الساخن؟**

عند تسخين سلك التنغستين تنبعث منه الكترونات حرة بالفعل الكهر حراري.

تسرع الالكترونات بتطبيق توتر عالٍ متواصل $(U)$ من رتبة $(10^4 - 10^5 V)$ بين المهبط والمصعد.

عند اصطدام الالكترونات المسرعة بذرات الهدف فإن جزءاً منها تسبب انتزاع الكترون من الكترونات الطبقات الداخلية في ذرات الهدف ويخلف وراءه ثقباً فيهبط أحد الكترونات الطبقات الأعلى لذرات الهدف ليحل في الثقب مترافقاً مع إصدار فوتونات ذات طاقة عالية هي الأشعة السينية. الجزء المتبقي من الالكترونات المسرعة تتحول طاقتها الحركية كاملة لطاقة حرارية كبيرة في مادة الهدف تسبب ارتفاع درجة حرارته مما يتطلب تبريده.

**س3: استنتج علاقة طول أقصر موجه $(\lambda_{min})$ لفوتونات الأشعة السينية الصادرة و أكبر تواتر مقابل لها؟**

نحصل على أعظم طاقة لفوتونات الأشعة السينية إذا تحولت الطاقة الحركية للإلكترونات المسرعة إلى طاقة فوتون:

$$E_K = E_{\text{فوتون}}$$

$$eU = h.f_{max}$$

$$f_{max} = \frac{eU}{h}$$

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

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

$f_{max}$: التواتر الأعظمي للأشعة السينية

$\lambda_{min}$: أقصر طول لأمواج الأشعة السينية ويتوقف على $U_{AC}$ التوتر الكهربائي المطبق بين طرفي الأنبوب.

**س4: عرف الأشعة السينية وما هي خواصها؟؟**

**الأشعة السينية:** أمواج كهرطيسية عالية الطاقة ذات أطوال موجية أقصر بكثير من أطوال الأمواج الضوئية تنتشر بسرعة الضوء وتصدر عن ذرات العناصر الثقيلة (ذات العدد الذري الكبير نسبياً) بعد إثارتها بطريقة مناسبة

**وخواصها:**

1- **ذات طبيعة موجيه:** أمواج كهر طيسيه أطوال موجتها قصيره لذلك تكون طاقتها عالية.

2-**نفوذيتها عالية:** بسبب قصر طول موجتها.

3-**تشبه الضوء المرئي** من حيث الانتشار المستقيم والانعكاس والانكسار والتداخل والانعراج وسرعتها تساوي سرعة الضوء.

4- **لا تمتلك شحنه كهربائية** لذلك لا تتأثر بالحقلين الكهربائي والمغناطيسي.

5-**تسبب تألق بعض المواد عندما تسقط عليها** بسبب قدرتها على إثارة ذرات هذه المواد عندما تسقط عليها.

6-**تسبب تأين الغازات لأن** فوتوناتها ذات طاقة كبيرة نسبياً تكفي لتأين ذرات الغاز الذي تمر فيه.

7-**تؤثر في الأنسجة الحية:** حيث تسبب تخريب الخلايا عند تعرضها المستمر لها بشكل حروق عميقة / ألبسة الرصاص تقي منها.

8- لا يمكن أن تصدر إلا من ذرات العناصر الثقيلة نسبياً.

**س5: ما هي العوامل التي تتوقف عليها قابلية المواد لامتصاصها للأشعة السينية وإنفاذها؟**

- تزداد امتصاصية المادة لأشعة (x) وتقل نسبة النفاذ:

1- بزيادة ثخن المادة.

2- بزيادة كثافة المادة كالرصاص والذهب والعظام لذلك تستخدم في تشخيص الكسور عند الإنسان.

3- بنقصان طاقة الأشعة السينية: نميز نوعين من الأشعة:

الأشعة اللينة: طاقتها منخفضة نسبياً وامتصاصها كبير ونفوذها قليل.

الأشعة القاسية: طاقتها عالية وامتصاصها قليل ونفوذها كبير.

اختيار من متعدد الكترونيات

1- **في أنبوب الأشعة السينية يمكن تسريع الإلكترونات بين المهبط والمصعد:**

a- بزيادة درجة حرارة سلك التسخين.

b- بزيادة التوتر المطبق على دارة تسخين السلك.

c- بزيادة التوتر المطبق بين المصعد والمهبط.

2- **يزداد امتصاص المادة للأشعة السينية:**

a- بزيادة طاقة الأشعة السينية.

b- بزيادة كثافة المادة.

c- بنقصان كثافة المادة.

d- بنقصان ثخانة المادة.

3- **الأشعة السينية أمواج كهرطيسية:**

a- أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها صغيرة.

b- أطوال موجاتها قصيرة وطاقتها كبيرة

c- أطوال موجاتها كبيرة وطاقتها كبيرة.

d- أطوال موجاتها كبيرة وطاقتها صغيرة.

4- **تصدر الأشعة السينية عن ذرات:**

a- الهيدروجين.

b- الكربون.

c- الهيليوم.

d- العناصر الثقيلة.

**حل المسألة الآتية:**

**يعمل أنبوب الأشعة السينية بتوتر $8 \times 10^4\ V$ حيث يصدر عن المهبط إلكترون سرعته معدومة عملياً. المطلوب:**

**1. احسب الطاقة الحركية للإلكترون عند اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف).**

**2. احسب سرعة الإلكترون لحظة الصدمة بالهدف.**

**3. احسب أقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة.**

سرعة الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$، كتلة الإلكترون $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg$، شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19} C$، ثابت بلانك $h = 6.64 \times 10^{-34}\ \mathrm{J}.s$

**الحل:**

1- نطبق نظريّة الطاقة الحركيّة بين موضعين:

الأول: عند المهبط.

الثاني: عند المصعد.

$$\overline{\Delta E} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \overline{W}_{\vec{F}(1\to 2)}$$

$$E_{k2} - 0 = eU$$

$$E_{k2} = 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^4 = 128 \times 10^{-16}\mathrm{J}$$

2-

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 128 \times 10^{-16}}{9.1 \times 10^{-31}}} = 17 \times 10^7 \mathrm{m}.s^{-1}$$

3-

الطاقة العظمى للفوتون المتحرر = الطاقة الحركيّة للإلكترون المسرع

$$E = E_k$$

$$hf_{max} = E_k$$

$$h\frac{c}{\lambda_{min}} = E_k$$

$$\lambda_{min} = \frac{c\,h}{E_k} = \frac{3 \times 10^8 \times 6.6 \times 10^{-34}}{128 \times 10^{-16}}$$

$$\lambda_{min} = 0.155 \times 10^{-10}\mathrm{m}$$

## مسألة $\frac{40}{281}$ عامة:

**أشعة سينية تواترها $3 \times 10^{18} Hz$ الأعظمي تصدر عن أنبوب لتوليد الأشعة السينية. بإهمال سرعة الإلكترون لحظة مغادرته المهبط. المطلوب:**

1. **احسب طول الموجة الأصغري للأشعة السينية الصادرة**
2. **احسب فرق الكمون بين المصعد المهبط.**
3. **احسب سرعة الإلكترون لحظة اصطدامه بمقابل المهبط (الهدف).**

**( $h = 6.6 \times 10^{-34} \mathrm{J}s$ ، $c = 3 \times 10^{8} m.s^{-1}$ ، $m_e = 9 \times 10^{-31} kg$ ، $e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$ يهمل ثقل الإلكترون.**

**الحل:**

$$C = 3 \times 10^{8}\ \mathrm{m}.s^{-1}, \quad h = 6.64 \times 10^{-34} \mathrm{J}.\mathrm{s}$$
$$m_e = 9 \times 10^{-31} \mathrm{kg}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \mathrm{C}$$
$$f = 3 \times 10^{18} \mathrm{Hz}$$

**-1**

$$C = \lambda_{min} f_{max} \Longrightarrow \lambda_{min} = \frac{C}{f_{max}}$$

$$\lambda_{min} = \frac{3 \times 10^{8}}{3 \times 10^{18}} = 10^{-10} \mathrm{m}$$

**-2** نطبق نظريّة الطاقة الحركيّة بين موضعين:

الأول: عند المهبط.

الثاني: عند مقابل المهبط (الهدف).

$$\overline{\Delta E} = \sum \overline{W}_{\vec{F}(1 \to 2)}$$

$$E_{k2} - E_{k1} = \overline{W}_{\vec{F}(1 \to 2)}$$

$$E_{k2} - 0 = eU \Longrightarrow U = \frac{E_{k2}}{e}$$

الطاقة العظمى للفوتون المتحرر = الطاقة الحركيّة للإلكترون المسرع

$$E = E_{ke} = hf$$

$$U = \frac{hf_{max}}{e} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{18}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$U = 12375\ \mathrm{Voult}$$

**-3**

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{2\ E_{ke}}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{18}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$v = 66.33 \times 10^{6} \mathrm{m}.s^{-1}$$

**حل المسألة 36 عامة صـ280:**

**نفس المسألة صـ 245.**

## "أشعة الليزر"

إشعاع كهرطيسي (أمواج كهرطيسيه تتكون من فوتونات عالية الطاقة متساوية في التواتر ومتفقة في الطور والاتجاه) يرسل كميات متساوية من الضوء تندمج مع بعضها لتصبح على هيئة حزمة ضوئية تتسم بالطاقة العالية وذات تماسك شديد.

**س1: ما هو شرط امتصاص الذرة للضوء؟**

لكي تمتص الذرة الضوء الوارد إليها يجب أن تكون طاقة الفوتون الوارد تساوي فرق الطاقة بين سويتين من سويات طاقة الذرة:

$$h.f = \Delta E = E_2 - E_1$$

حيث ينتقل الكترون من السوية الأساسية إلى سويات عليا (مثارة)

**س3: اشرح الاصدار التلقائي والمحثوث للضوء موضحاً الفرق بينهما من حيث: شرط الحدوث، الاتجاه، فرق الطور؟**

**الإصدار التلقائي:** الذرة المثارة تميل إلى حالة الاستقرار فتعود تلقائياً إلى المستوى الأدنى وهذا يصاحبه إصدار فوتون طاقته $h.f = \Delta E = E_2 - E_1$

**الإصدار المحثوث:** يحدث عند تعرض الذرة المثارة لحزمة ضوئية يحقق تواترها $h.f = \Delta E$ فيؤدي مرور فوتون بجوار الذرة المثارة إلى تحفيز الكترون الذرة المثارة للعودة إلى السوية الأساسية فيصدر فوتون آخر يتمتع بالخواص:

1- طاقته تساوي طاقة الفوتون الوارد أي لهما التواتر ذاته.

2- جهة حركته تنطبق على جهة الفوتون الوارد.

3- طوره يطابق طور الفوتون الوارد.

| الإصدار التلقائي | الإصدار المحثوث |
|---|---|
| يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة أو بعدم وجودها | يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة يحقق تواترها $h.f = \Delta E = E_2 - E_1$ |
| يحدث في جميع الاتجاهات | جهة الفوتون الصادر نفس جهة الوارد |
| طور الفوتون الصادر يمكن أن يأخذ أي قيمة | طور الفوتون الصادر يطابق طور الفوتون الوارد |

**س3: عدد أجزاء جهاز الليزر؟**

- الليزر هو تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للأشعة.

1- الوسط الفعال (المضخم) 2- حجرة التضخيم

3-جملة الضخ

**س4: عرف الوسط المضخم واكتب الشرط الواجب توافره ليكون الوسط مضخماً مع التعليل؟**

- الوسط الفعال: هو المادة الفعالة التي تصدر ذراتها ضوء الليزر.

- يكون الوسط مضخماً للضوء إذا كان عدد ذراته المثارة $(N^*)$ أكبر

من عدد الذرات في السوية الأساسية $(N)$ أي $(N^* > N)$

لأن:

عدد الفوتونات الناتجة عن الإصدار المحثوث أكبر من عدد الفوتونات التي سيجري امتصاصها⇐تزداد شدة الحزمة الضوئية بعد عبورها الوسط. وهذا ما لا يتحقق في حال الوسط الغير مضخم $(N > N^*)$ .

**س5: مم تتألف حجرة التضخيم (المرنان) و ما هي آلية عملها؟**

- تتألف من مرآتين يوضع بينهما المادة الفعالة (الوسط المضخم) إحداهما عاكسة كلياً والأخرى عاكسة جزئياً تسمح بمرور جزء من الحزمة الضوئية إلى الوسط الخارجي (حزمة الليزر).

- تعكس المرآتان الحزمة الضوئية من جديد باتجاه الوسط المضخم فتسبب إصدارات محثوثة جديدة تتفق مع الحزمة بالاتجاه ومع الفوتونات بالتواتر والطور الابتدائي ⇐ زيادة استطاعة الحزمة وتضخيمها.

**س6: ماهي الغاية من الضخ، اذكر الطرق التي يتم بهما؟**

- الغاية: لإبقاء الوسط مضخماً يجب تقديم طاقة خارجية لإثارة ذراته من جديد بعد عودتها لحالتها الأساسية عند الإصدار المحثوث أي ليبقى $(N^* > N)$ محققاً:

1- الضخ الضوئي (باستخدام ليزر ياقوتي)

2- الضخ الكهربائي (باستخدام ليزرات غازيه)

3- الضخ الكيماوي (التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال)

**س7: عدد خواص حزمة الليزر؟**

1 - **وحيدة اللون** (لها التواتر نفسه)

2 – **مترابطة بالطور** (فوتوناتها لها طور الفوتون الذي حثها)

3- **انفراج حزمة الليزر صغير:** لا يتوسع مقطع الحزمة كثيراً عند الابتعاد عن المنبع

**بعض أنواع الليزر:**

1-الليزر الغازي (الوسط المضخم غاز مثل الهيليوم).

2- ليزر صلب (ليزر نصف ناقل يستخدم في الاتصالات).

3- ليزر سائل: يستخدم كلوريد الأمونيوم المذاب في الكحول الاتيلي.

4- ليزر ياقوتي: الوسط المضخم مادة الياقوت.

**يستخدم الليزر:**

1- في الصناعة: لحام – قص – تقسية المعادن.

2-في الطب: (طب العيون – إزالة الشعر والوشم – والجراحة).

3-في البيئة: مراقبة تلوث الجو

4- استخدامات عسكرية: إرشاد الصواريخ إلى أهدافها.

اختيار من متعدد الكترونيات

**1- تتمتع حزمة الليزر بإحدى الخواص التالية:**

a- مترابطة في الطور.

b- لها أطوار مختلفة.

c- انفراج حزمة الليزر يضيق عند الابتعاد عن منبع الليزر.

d- طول موجتها أكبر من طول موجة الضوء الوارد.

**2- الإصدار التلقائي:**

a- لا يحدث إلا بوجود حزمة ضوئية واردة.

b- يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرة المثارة أم لم يكن هناك حزمة.

c- يحدث باتجاه محدد.

d- فوتوناته تطابق فوتونات الأشعة الواردة على الذرة.

**3- إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن امتصاص الفوتونات يتناسب طردا مع:**

a- عدد ذرات في السوية غير المثارة N.

b- عدد الفوتونات.

c- درجة الحرارة.

d- عدد الذرات في السوية المثارة.

**4- إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن إصدار الفوتونات بالإصدار المحثوث يتناسب طردا مع:**

a- عدد الذرات في السوية غير المثارة.

b- عدد الفوتونات.

c- درجة الحرارة.

d- عدد الذرات في السوية المثارة $N^*$ .

**5- تتمتع حزمة الليزر بإحدى الخواص التالية:**

| | |
|---|---|
| a | مترابطة في الطور |
| b | لها أطوار مختلفة |
| c | انفراج حزمة الليزر يضيق عند الابتعاد عن منبع الليزر |
| d | طول موجتها أكبر من طول موجة الضوء الوارد |

**6- الإصدار التلقائي:**

| | |
|---|---|
| a | لا يحدث إلا بوجود حزمة ضوئية واردة |
| b | يحدث بوجود حزمة ضوئية واردة على الذرة المثارة أم لم يكن هناك حزمة |
| c | يحدث باتجاه محدد |
| d | فوتوناته تطابق فوتونات الأشعة الواردة على الذرة |

**7- إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن امتصاص الفوتونات يتناسب طردا مع:**

| | |
|---|---|
| a | عدد ذرات في السوية غير المثارة N. |
| b | عدد الفوتونات |
| c | درجة الحرارة |
| d | عدد الذرات في السوية المثارة |

**8- إذا عبرت حزمة ضوئية تتمتع بتواتر مناسب الوسط المضخم فإن إصدار الفوتونات بالإصدار المحثوث يتناسب طردا مع:**

| | |
|---|---|
| a | عدد الذرات في السوية غير المثارة |
| b | عدد الفوتونات |
| c | درجة الحرارة |
| d | عدد الذرات في السوية المثارة $N^*$ |