بسم الله الرحمن الرحيم

الأول
من نوعه في اليمن

حالياً في الأسواق

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتان على الآتي :

١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن تسجيلات التوبة فرزة الهاشمي جوار مطعم ردفان

وقريباً بإذن الله تعالى ستتوفر في حضرموت والحديدة و....

الإشعـــــــــــــــاع والمـــــــــــــــادة

هنالك العديد من الظواهر الناتجة عن تفاعل الإشعاع مع المادة منها **الظاهرة الكهروضوئية** و**توليد الأشعة السينية** و**أشعة الليزر** وسندرس هذه الثلاث الظواهر بشيء من التفصيل في هذه الوحدة

تعريفها : هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح الفلزات عند تعرضها لضوء بتردد مناسب .

ملاحظات: ١- تسمى الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز بسبب سقوط الضوء عليه **بالإلكترونات الضوئية** .

٢- اكتشف الظاهرة الكهروضوئية العالم الألماني هنريش **هيرتز** عام **١٨٨٧م** عندما كان يحاول التأكد من وجود **الأمواج الكهرومغناطيسية** التي تنبأ بها **ماكسويل** عام **١٨٨٤م .**

٣- لم يستطع العلماء تفسير الظاهرة الكهروضوئية عندما طبقوا مبادئ **النظرية الموجية التقليدية** (الكلاسيكية) للضوء.

٤- استطاع العالم الألماني البرت اينشتاين عام ١٩٠٥م أن يفسر الظاهرة الكهروضوئية وذلك بالاعتماد على **نظرية تكميم الطاقة الإشعاعية (للعالم بلانك).**

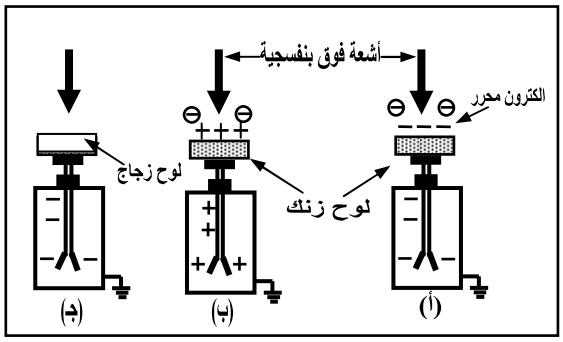
س: اشرح تجربة توضح من خلالها أن الإلكترونات تنبعث من سطح المعدن عند سقوط الضوء علية ؟

أدوات التجربة :١- كشاف كهربائي وظيفته الكشف عن نوع الشحنات الكهربائية ٢- قطعة من الفراء (أو الصوف)

٣- قضيب من الايبونيت (المطاط القاسي) ٤- مصباح بخار الزئبق (مصدر للأشعة فوق البنفسجية)

٦- لوح من الزنك (الخارصين) ٥- لوح من الزجاج

خطوات التجربة:



١ - نضع لوح الزنك على قرص الكشاف بعد تنظيفه

٢- ندلك قضيب الإيبونيت بالصوف فيشحن فيكتسب الإيبونيت شحنة كهربائية سالبة ويكتسب الصوف شحنة كهربائية موجبة

٣- نشحن لوح الزنك بشحنة سالبة وذلك من خلال ملامسته لقضيب الإيبونيت فتنفرج ورقتي الكشاف الكهربائي لأنهما شحنتا بشحنة من نفس النوع (سالبة) **(شكل (أ))**

٤- نسقط أشعة فوق بنفسجية من مصباح بخار الزئبق على لوح الزنك ونراقب ورقتي الكشاف **ماذا نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ أن انفراج ورقتي الكشاف الكهربائي يقل ثم تنطبق على بعضهما **(علل)** وذلك لأن الضوء (الأشعة فوق البنفسجية) تسبب انبعاث إلكترونات سالبة الشحنة (**الإلكترونات الضوئية**) من سطح لوح الزنك فيؤدي ذلك إلى ظهور شحنات موجبة على سطحه تتعادل مع الشحنات السالبة التي شحن بها معدن الزنك مع ورقتي الكشاف مما يسبب انطباق الورقتين.

٥- نشحن لوح الزنك (الخارصين) بشحنة موجبة وذلك بملامسته لقطعة الصوف فتشحن الورقتين بشحنة موجبه مما يسبب انفراجهما

٦- نسقط أشعة فوق بنفسجية على لوح الزنك . **(شكل (ب)) نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ أن ورقتي الكشاف تزداد انفراجاً **(علل)** وذلك لأن سقوط الأشعة فوق البنفسجية على لوح الخارصين يتسبب في انبعاث الكترونات سالبة الشحنة من سطحه فيؤدي ذلك إلى ظهور شحنات موجبة على سطحه إضافة إلى شحنته الموجبة التي شحن بها مما يسبب زيادة انفراج الورقتين.

٧- نضع لوح الزجاج على لوح الزنك ثم نشحن لوح الخارصين مرة بشحنة سالبة ومرة أخرى بشحنة موجبة وأسقط أشعة فوق بنفسجية في الحالتين، **(شكل (جـ))** ماذا **نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ عدم حدوث تغير في شحنة لوح الخارصين في الحالتين **(علل)** وذلك لأن لوح الزجاج يمتص الأشعة فوق البنفسجية الساقطة عليه ويمنعها من الوصول إلى سطح معدن الزنك الأمر الذي يمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية (انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز...) .

الاستنتاج : عند سقوط ضوء ذو تردد مناسب على سطح فلز (معدن) تنبعث منه الكترونات تسمى **بالإلكترونات الضوئية** وتسمى هذه الظاهرة **بالظاهرة الكهروضوئية** .

***الإلكترونات الضوئية** : هي الإلكترونات التي تنبعث من سطح المعادن نتيجة لسقوط الضوء على سطحها.

ملاحظة : تختلف حساسية العناصر للأشعة الضوئية الساقطة عليها فبعضها يحتاج للتعرض لأشعة ذات تردد عالي حتى ينبث من سطحها الكترونات والبعض الآخر يحتاج إلى أشعة ذات تردد منخفض لينبعث من سطحها الكترونات وسنتناول هذا الموضوع بالتفصيل في الدروس القادمة

س:علل استخدام الأشعة فوق البنفسجية (أشعة غير مرئية) في التجربة السابقة وليس الضوء المرئي ؟

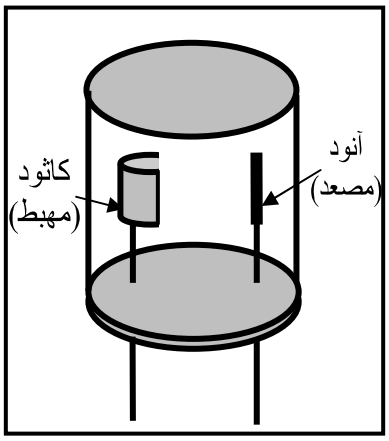
.....

الخليـــة الكهروضوئيـــة

تعريفها: هي جهاز الغرض منه تحويل **الطاقة الضوئية** إلى **طاقة كهربائية** بطريقة **غير مباشرة**.

فكرة عملها: مبنية على الظاهرة الكهروضوئية .

رمزها في الدوائر الكهربائية:



وظيفتها (الغرض منها): تحويل الطاقة الضوئية إلى كهربائية بطريقة غير مباشرة.

تركيبها: تتركب من ١ـ انتفاخ من الكوارتز مفرغ من الهواء .

٢ـ كاثود(مهبط) مقعر ومغطى من الداخل بمادة حساسة للضوء مثل السيزيوم .

٣ـ آنود(مصعد) على شكل قضيب معدني رفيع ويوضع الآنود عند مركز تكور الكاثود .

تعـلـيـــلات:

١ـ علل يصنع زجاج الخلية الكهروضوئية من الكوارتز؟

جـ : لان الكوارتز يسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية والمرئية .

٢ـ تفرغ الخلية الكهروضوئية من الهواء؟

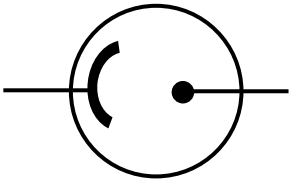
جـ : حتى لا يتأكسد الكاثود وحتى لا تصطدم الإلكترونات بجزيئات الهواء فتعيق حركتها.

٣ـ يكون الكاثود في الخلية الكهروضوئية على شكل سطح معدني مقعر؟

جـ: حتى تتجمع الإلكترونات المنبعثة منه في مركز تكوره حيث يوجد الآنود .

٤ـ يغطى الكاثود بطبقة من السيزيوم ؟

جـ: لأنه حساس للضوء فيبعث من سطحه الكترونات.



٥ـ يكون الآنود على شكل قضيب معدني رفيع ؟

جـ: حتى لا يحجب الضوء الساقط على الكاثود.

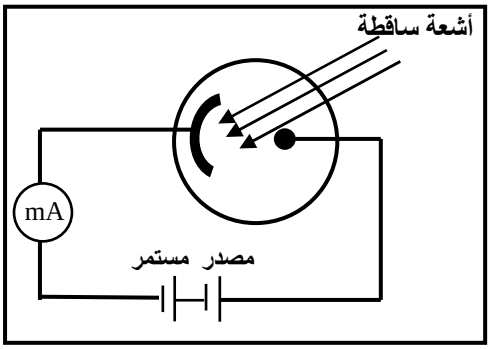
٦ـ يوضع الآنود عند مركز تكور الكاثود ؟

جـ: لأن الالكترونات تنبعث بشكل عمودي من سطح الكاثود فتتجمع عند مركز تكوره حيث يوجد الآنود.

س: ماذا يجب أن يراعى عند صناعة أجزاء الخلية الكهروضوئية وتركيبها . وزاري (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٠م)

شرح عملها:

س:وضح بتجربة أن الخلية الكهروضوئية تسمح بمرور التيار الكهربائي إذا سقط الضوء عليها ولا تسمح بمروره إذا حجب الضوء عنها



١ـ توصل الخلية الكهروضوئية كما بالشكل (يوصل الآنود بالقطب الموجب للبطارية و الكاثود بالقطب السالب لها ويوصل معهم على التوالي جلفاومتر لقياس شدت التيار)

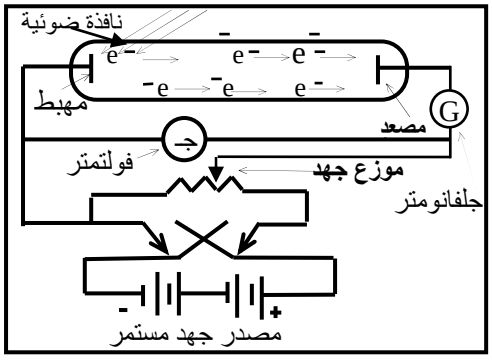
٢ـ نسقط ضوء بتردد مناسب على كاثود الخلية فنلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر مما يدل على مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية (علل) وذلك بسبب انبعاث الكترونات (الكترونات ضوئية) من الكاثود فيجذبها الآنود .

٣ـ نحجب الضوء عن الكاثود فنلاحظ عدم مرور تيار كهربائي بدائرة الخلية (علل) وذلك بسبب توقف انبعاث الالكترونات من سطح الكاثود (المهبط).

الاستنتاج: تسمح الخلية بمرور التيار عند سقوط الضوء عليها ولا تسمح بمروره إذا حجب الضوء عنها.

تجربة مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية

قـام العـالم الأمريكـي روبـرت مليكـان عـام ١٩١٦م بدراسـة تجريبيـة وافيـة للظـاهرة الكهروضوئية وتحقق من تفسير أينشتاين لها. واستخدم الجهاز المبين في الشكل لدراسة هذه الظاهرة.

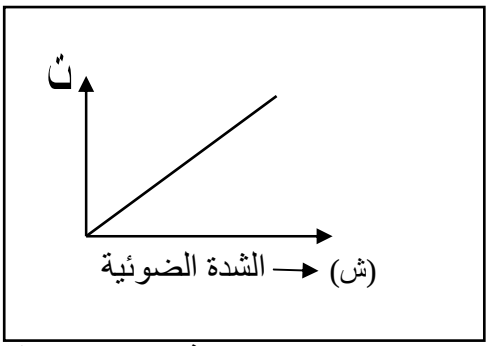


ملاحظة :

***تعريف شدة الضوء** (ش) : هي عبارة عن عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحة في وحدة الزمن .

ش = طا × ن

أولاً : دراسة العلاقة بين شدة الضوء الساقط على الخلية وشدة التيار (ت)



١ـ نثبت **فرق الجهد** (جـ) بين طرفي المهبط والمصعد وكذلك نثبت **تردد الضوء** (باستخدام مرشح ضوئي ذو لون معين)

٢ـ نجعل المصباح على بعد معين من مهبط الخلية ثم نعين قيمة شدة التيار من الجلفانومتر

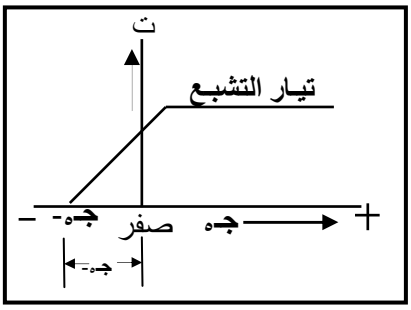
٣ـ نكرر الخطوة السابقة عدة مرات **مع تغيير شدة الضوء** وفي كل مرة نعين شدة التيار

الملاحظة: تزداد شدة التيار بزيادة شدة الضوء أي (بتقريب المصباح من الخلية)

الاستنتاج: تتناسب شدة التيار تناسباً طردياً مع شدة الضوء.

ثانياً: دراسة العلاقة بين شدة التيار (ت) وفرق الجهد(جـ)

١ـ نثبت كلا من تردد الضوء الساقط وذلك عن طريق وضع مرشح ذو لون معين أمام الخلية ، وكذلك نثبت شدة الضوء بجعل المصباح على بعد معين من الخلية ونجعل جهد الكاثود سالب و الآنود موجب .



٢ـ نأخذ عدة قيم لفرق الجهد **فنلاحظ** أنه كلما زاد فرق الجهد تزداد شدة التيار المار في الخلية حتى تصل شدة التيار إلى قيمة ثابتة لا تزداد مهما زادة قيمة فرق الجهد (**علل**)لأن الجهد الموجب للآنود يكون كافياً لجذب جميع الإلكترونات المنبعثة من الكاثود.

يسمى هذا التيار الثابت **بتيار التشبع:** وهو التيار الذي تظل قيمته ثابتة مهما زادت قيمة فرق الجهد الموجب للآنود. كما بالشكل المقابل

٢ـ نقلل فرق الجهد بين الكاثود و الآنود إلى الصفر، فنلاحظ مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية (**علل**)لان الضوء الساقط على الكاثود(المهبط) لا يكتفي بنزع الإلكترونات من سطحه بل يزود بعضها بطاقة حركية تمكنها من الوصول إلى الآنود(المصعد).

٣ـ نجعل جهد الآنود سالب و الكاثود موجب ثم نغير فرق الجهد عدة مرات ونعين قراءة التيار في كل مرة **فنلاحظ** أنه بزيادة فرق الجهد السالب للآنود يقل التيار (**علل**) وذلك بسبب تنافر الإلكترونات المنطلقة من الكاثود مع الآنود السالب ولا تصل إليه إلا الإلكترونات التي طاقتها الحركية (**٢/١ ك**$_e$ع^٢) أكبر من الطاقة الكهربائية (ش×جـ$_ه$) كما بالشكل أعلاه

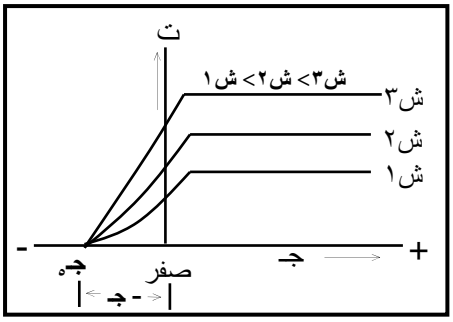
٤ـ عندما يصبح فرق الجهد السالب قادراً على منع أسرع هذه الإلكترونات من الوصول إلى الآنود يصبح التيار بصفر(ت = صفر)ويسمى عندئذٍ هذا الجهد **بجهد الإيقاف** ويرمز له بالرمز (**جـ ه**)

الطاقة الحركية للإلكترون =الطاقة الكهربائية المناظرة لهذا الجهد أي أن (**٢/١ ك**$_e$ع^٢)= (ش×جـ$_ه$)

*** تعريف جهد الإيقاف (جـ$_ه$):** هو أقل جهد سالب للآنود يكفي لرد جميع الإلكترونات من الوصول إليه.

* يسمى المنحنى الموضح بالشكل أعلاه **بالمنحنى المميز للخلية الكهروضوئية.**

ثالثاً: دراسة العلاقة بين جهد الإيقاف(جـ ه) وشدة الضوء الساقط على الخلية (ش)



١ـ نثبت **تردد الضوء** الساقط على كاثود الخلية ونغير **شدة الضوء** (وذلك بتغيير المسافة بين المصباح والخلية)

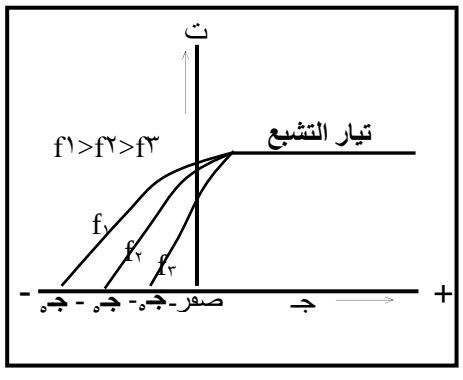
٢ـ نكرر ذلك عند ثلاث شدات مختلفة **فنلاحظ** أن:

أ- جهد الإيقاف **لا يتغير** بتغير **شدة الضوء** ،وهذا يعنى أن طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود لا تتغير بتغير شدة الضوء

ب ـ تزداد شدة التيار بزيادة شدة الضوء

جـ ـ يتغير تيار التشبع بتغير شدة الضوء. كما هو موضح بالشكل المقابل

رابعاً:دراسة العلاقة بين جهد الإيقاف (جـ$_ه$) و تردد الضوء الساقط على كاثود الخلية(f)



١ـ نثبت **شدة الضوء** الساقط على الخلية ونغير من **تردد الضوء**

٢ـ نجري الدراسة عند ثلاثة ترددات مختلفة وذلك باستخدام ثلاثة مرشحات بألوان مختلفة **فنلاحظ** أنه بزيادة تردد الضوء يزداد جهد الإيقاف(**علل**) وذلك لأنه بزيادة تردد الضوء تزداد طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود وبذلك نحتاج إلى زيادة الجهد اللازم لإيقافها.

س: علام يتوقف كل من جهد الإيقاف والتردد الحرج في الخلية الكهروضوئية.وزاري ٢٠٠٥م

س: ماذا يقصد بجهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية ؟ وما العلاقة بينه وبين تردد الضوء الساقط عليها . وزاري ٢٠٠٤ـ ٢٠٠٥م

س:صح أو خطأ : كلما زاد تردد الضوء الساقط قل جهد الإيقاف ( ) وزاري ٢٠١٢م

خامساً: التردد الحرج (f$_ه$) : وجد أنه لكي تنبعث الإلكترونات من سطح معين ينبغي أن لا تقل قيمة تردد الضوء الساقط (f) عن حد معين يسمى **بالتردد الحرج (f$_ه$)** .

*** التردد الحرج (f$_ه$) :** هو أقل تردد لضوء ساقط على فلز بحيث يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز دون أن يكسبه طاقة حركية

س : علل لا يمر تيار كهروضوئي إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

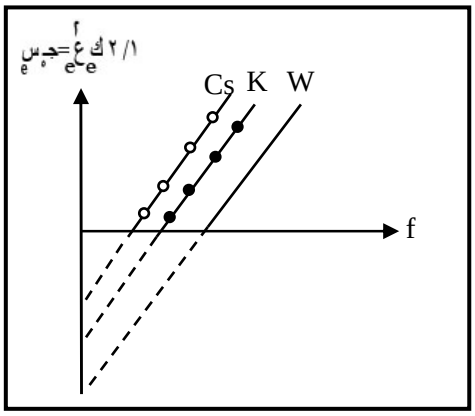
*** الطول الموجي الحرج (λ$_ه$) :** هو أكبر طول موجي لضوء ساقط على فلز بحيث يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز دون أن يكسبه طاقة ...

سادساً: وجد أن الإلكترونات تنبعث في أقل من (١٠$^{-٩}$) من الثانية بعد سقوط الضوء على السطح . أي أن الفاصل الزمني بين سقوط الضوء على سطح المهبط وانبعاث الإلكترونات منه صغير جداً يمكن إهماله.

والسبب في عدم وجود هذا الفاصل الزمني هو أن سرعة الفوتونات الضوئية كبيرة (٣×١٠^٨ م/ث)

سابعاً: دراسة العلاقة بين الطاقة الحركية للإلكترون المحرر وتردد الضوء الساقط:

توجد علاقة خطية بين الطاقة الحركية العظمى (٢/١ك ع^{٢}) للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط (f) والشكل المقابل الذي يظهر فيه ثلاثة منحنيات مستقيمة لثلاثة سطوح معدنية مختلفة وهي (السيزيوم (cs) والبوتاسيوم (k) والتنجستن (w) يوضح أن:



١ـ الطاقة الحركية العظمى تتناسب طرديا مع تردد الضوء الساقط

٢ـ تقاطع الخطوط البيانية الثلاثة مع محور السينات الممثل للتردد (f) يعطينا الترددات الحرجة (f_{o})

٣ـ ميل الخط المستقيم يعطينا قيمة ثابت بلانك (h)

٤ـ دالة الشغل مقدار ثابت وتختلف باختلاف معدن السطح وتمثل نقاط تقاطع الخط البياني مع محور طاقة الحركة (طاء) في الاتجاه السالب للمحور.

كما أنه يعبر رياضياً عن تلك المنحنيات التجريبية بالمعالة التالية :

٢/١ك$_{e}$ ع^{٢} = w_{o}-hf أي أن

***تعريف دالة الشغل (W_{o}):** هي أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إعطائه طاقة حركية. ويعبر عنها رمزيا بالعلاقة $W_{o}=hf_{o}$.

س : تعبر الكمية الفيزيائية (hf_{o}) عن دالة ..... سطح الفلز أو المعدن . وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢)

التفسير التقليدي (الكلاسيكي) للظاهرة الكهروضوئية

١ـ تتنبأت هذه النظرية بأن شدة تيار الخلية الكهروضوئية تتناسب طرياً مع الشدة الضوئية وهذا يتوافق مع النتيجة الأولى لتجربة مليكان ، ولكن بقية تنبؤاتها تتناقض مع النتائج التجريبية.

٢ـ تتناسب الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة تناسبا طرديا مع شدة الضوء الساقط وليس مع تردده (وهذا مخالف للنتائج التجريبية).

٣ـ لا تعترف هذه النظرية بالتردد الحرج(f_{o}) (أي أن انبعاث الإلكترونات من سطح المعدن يمكن أن يحدث عند أي تردد.

٤ـ لا تعترف هذه النظرية بالانبعاث اللحظي (أي أن الإلكترونات تنبعث في أقل من ١٠$^{-٩}$ من الثانية) وإنما تعتقد أن الإلكترونات تحتاج لوقت أطول لكي تنبعث إذا كانت شدة الضوء ضعيفة (وهذا مخالف للنتائج التجريبية) .

٥ـ لم تتنبأ هذه النظرية بالعلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط.

س :صح أم خطأ : لا تعترف النظرية التقليدية بالتردد الحرج بينما تعترف الانبعاث الطيفي ( ) وزاري ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

تفسير اينشتاين (النظرية الكمية)

فسر أينشتاين الظاهرة الكهروضوئية عام ١٩٠٥م وذلك بتبنيه فرضية أو مبدأ بلانك في تكميم الطاقة ((**يرى بلانك في فرضيته هذه أن الضوء ذو التردد (f) الساقط على سطح فلزي يحوي رزم (كمات) صغيرة من الطاقة تدعى الفوتونات كل منها ذو طاقة مقدارها (hf)**)) مع الأخذ بـ (نظرية جسيمات الموجات) أي الطبيعة المزدوجة للضوء (**رأى اينشتاين أن الإلكترونات المنبعثة من السطح غالبا ما تنسجم مع النظرية الجسيمية للضوء**)) وكان تفسيره هو أنه :

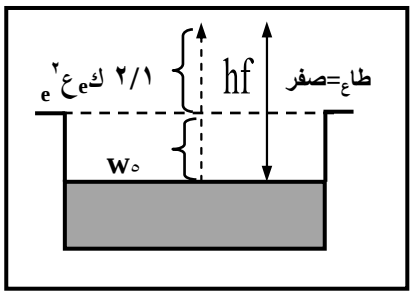
١ـ إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج لا تنبعث إلكترونات من سطح الفلز **(علل)**

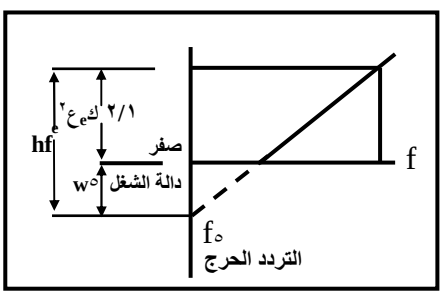
وذلك لأن طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة (طا) أقل من الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون (دالة الشغل w_{o})

٢ـ عندما يكون تردد الضوء الساقط مساويا للتردد الحرج تنبعث إلكترونات ولكن بدون طاقة حركية (طا= صفر) **(علل)**

وذلك لأن طاقة الضوء الساقط (طا) تكون كافية لانتزاع الإلكترون فقط أي تساوي دالة الشغل (w_{o})

٣ـ إذا كان تردد الضوء الساقط (f) أكبر من التردد الحرج (f_{o}) فإن جزء من طاقة الفوتون تستخدم لتحرير الإلكترون من طاقة ربطه بالمعدن وهي (دالة الشغل $w_{o}=hf_{o}$ وهي مقدار ثابت للفلز الواحد) وبقية طاقة الفوتون والتي تساوي (hf- hf_{o}) تظهر على شكل طاقة حركية للإلكترون(٢/١ ك$_{e}$ع^{٢}$_{e}$)





أي أن : طاء = ٢/١ ك$_{e}$ع^{٢}$_{e}$ = **hf - w_{o}** وتدعى هذه المعادلة بمعادلة أينشتاين وهي نفس المعادلة التجريبية.

والأشكال المقابلة توضح ذلك

ملاحظة : ميل الخط المستقيم المائل يعطي قيمة ثابت بلانك أي أن

$$h = \frac{\text{٢/١ ك}_{e}\text{ع}^{٢}_{e}}{f_{o} - f}$$

***تعريف شدة الضوء** (ش) : هي عبارة عن عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحات في وحدة الزمن.

شدة الضوء = طاقة الفوتونات الضوئية الساقط على السطح ×عددها

ش = طا × ن

العلاقات المتعلقة بدرس الظاهرة الكهروضوئية

م	العلاقة	استخدامها	من العلاقات الموضحة في العمود الأول نجد أن
١	طـا = h f	لحساب طاقة الفوتون	من العلاقات ١) و٢) و٣) نجد أن طـا = طاع + $W_{\circ}$
٢	$hf_{\circ}=W_{\circ}$	لحساب دالة الشغل	إذن طـا = ٢/١ $ك_e ع_e^{٢}$ + $hf_{\circ}$ ..... (٥)
٣	طاع = ٢/١ $ك_e ع_e^{٢}$	لحساب الطاقة الحركية العظمى للإلكترون	. عندما يكون الجهد قادرا على إيقاف أسرع إلكترون تكون الطاقة الحركية للإلكترون =الطاقة الكهربائية المناظرة لهذا الجهد
٤	الطاقة الكهربائية = $ش_e$ جـ$_{\circ}$	لحساب الطاقة الكهربائية المناظرة لجهد الإيقاف	إذن من ٣) و٤) نجد أن طاع = الطاقة الكهربائية (٢/١ $ك_e ع_e^{٢}$)= (ش×جـ$_{\circ}$) .....٦) نعوض من ٦) في ٥)
٥	كت = $ك_e ع_e$	لحساب كمية تحرك الإلكترون	طـا = $ش_e$ جـ$_{\circ}$ + $hf_{\circ}$.....٧)

ثوابت علمية وتحويل وحدات

ع ض= ٣×١٠^{٨} م/ث ، $ك_e = ٩.١ \times ١٠^{-٣١}$ كجم ، h = ٦.٦٥×١٠^{-٣٤} جول . ث

الكترون فولت = ١.٦×١٠^{-١٩} جول ، جول = $\frac{١}{١٠\times١,٦^{-١٩}}$ الكترون فولت ، إنجستروم (A°)=$١٠^{-١٠}$ متر ، المتر=$١٠^{١٠}$ إنجستروم

مسائل على الظاهرة الكهروضوئية

مثال١: إذا كانت طاقة حركة أسرع الإلكترونات $٤,٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول احسب

١ـ جهد الإيقاف للإلكترونات ؟ ٢ـ كمية تحرك الإلكترونات لحضة انبعاثها من المهبط ؟

الحل

١ـ جهد الإيقاف : ∵ طاع = $ش_e$ جـ$_{\circ}$ ⇐ جـ$_{\circ}$ = $\frac{\text{طاع}}{ش_e}$ = $\frac{١٠\times٤,٨^{-١٩}}{١٠\times١,٦^{-١٩}}$ = ٣ فولت

٢ ـ كمية التحرك : كـت$_e$ = $ك_e \times ع_e$ = $٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times$ $ع_e$.....(١) نوجد سرعة الإلكترون

طـاع = $\frac{١}{٢}$ $ك_e$ $ع_e^{٢}$ ⇐ ع = $\sqrt{\frac{٢\ \text{طـاع}}{ك_e}}$ = $\sqrt{\frac{٢ \times ١٠^{-١٩} \times ٤,٨}{١٠^{-٣١} \times ٩,١}}$ = $١٠^{٦}$ م/ث عوض في (١)

كـت$_e$ = $٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ع_e$ = $٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠^{٦}$ = $٩,١ \times ١٠^{-٢٥}$كجم.م/ث

مثال٢: إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من سطح معدن هي (٣.٥٤) إلكترون فولت ، وأسقط على السطح ضوء وحيد اللون طول موجته ٤٠٠٠أنجستروم ، هل تنبعث الإلكترونات من سطح المعدن ؟ (المثال في تقويم الوحدة)

الحل

نحول دالة الشغل($W_{\circ}$) من وحدة إلكترون فولت إلى جول $W_{\circ}$=٣.٥٤×١.٦ $١٠^{-١٩}$ = ٥.٧×١٠^{-١٩}جول

لكي تنبعث إلكترونات لا بد أن تكون طـا ≥ $w_{\circ}$

طـا = $\frac{h \times ع_{ص}}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨} \times ٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}}{٤٠٠٠ \times ١٠^{-١٠}}$ = $٤,٩٦٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول

إذن لا تنبعث إلكترونات لأن طاقة الضوء الساقط على سطح المعدن أقل من دالة الشغل .

مثال٣: احسب تردد وطول موجة فوتون طاقته تساوي ٢.٤×١٠^{-٩} جول ؟

الحل

أ) طـا = h f ⇐ f = $\frac{\text{طـا}}{h}$ = $\frac{٢,٤ \times ١٠^{-٩}}{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}}$ = $٣,٦ \times ١٠^{٢٤}$ هيرتز.

ب) $\lambda = \frac{ع_{ص}}{f} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣,٦ \times ١٠^{٢٤}} = ٨,٣ \times ١٠^{-١٧}$ A°

مثال٤: أضيئ سطح الصوديوم بضوء طول موجته ٣٠٠ إنجستروم فإذا علمت إن دالة الشغل لمعدن الصوديوم تساوي ٢.٤٦ (أ .ف).

احسب ما يلي: أ- الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة. ب - سرعتها . جـ - الطول الموجي الحرج . د - جهد الإيقاف.

الحل

$w_o = 2.46$ أ.ف
$= 1.6 \times 2.46 \times 10^{-19}$ جول
$w_o = 3.936 \times 10^{-19}$ جول

أ) حساب طاقة حركة الإلكترونات المتحررة :

$\because$ طا = طا$_ع$ + w_o $\Leftarrow$ طـــا$_ع$ = طـــا - w_o = $3,936 \times 10^{-19}$ - $0,000 \times 10^{-19}$ (١) نوجد قيمة طا

طا = $\frac{h \times ع_س}{\lambda} = \frac{6,625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-10}} = 6,625 \times 10^{-19}$ جول عوض في (١) عن قيمة طا

طا = $6,625 \times 10^{-19} - 3,936 \times 10^{-19} = 2,986 \times 10^{-19}$ جول

ب) حساب سرعة الإلكترون:

طا$_ع$ = $\frac{1}{2}$ ك$_e$ ع$_e^2$ $\Leftarrow$ ع = $\sqrt{\frac{2 \text{ طا}_ع}{ك_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,689 \times 10^{-19}}{9,1 \times 10^{-31}}} = 7,69 \times 10^{5}$ جول

جـ - حساب الطول الموجي الحرج :

$\because$ hf$_o$ = w_o $\therefore$ $\lambda_o = \frac{h \times ع_س}{w_o} \Leftarrow \frac{h \times ع_س}{\lambda_o} = w_o$ = $\frac{6,625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{2,46 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 5,049 \times 10^{-7}$ متر = 5,049 A°

د- حساب قيمة جهد الإيقاف: $\because$ طا$_ع$ = $ســ_e \times جـ_o$ $\therefore$ $جـ_o = \frac{\text{طا}_ع}{ســ_e} = \frac{7,69 \times 10^{5}}{1,6 \times 10^{-19}} = 4.80 \times 10^{24}$ فولت

استخدامات الخلية الكهروضوئية

تستخدم كمفتاح غلق وفتح بعض الدوائر الكهربائية مثل دوائر:

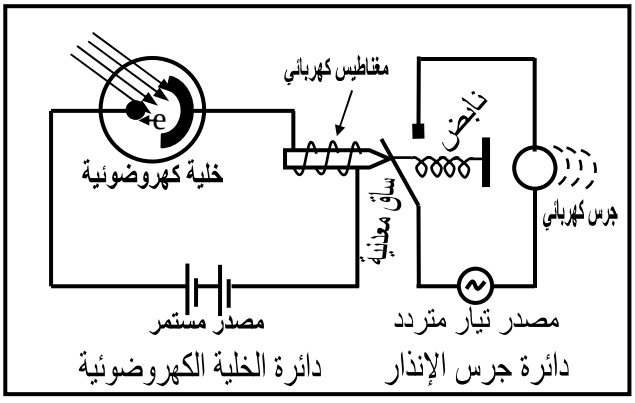
١- فتح وغلق الأبواب تلقائياً في الفنادق والمستشفيات والمطارات .
٢- قياس شدة الإضاءة في آلات التصوير .
٣- إضاءة الشوارع بطريقة آلية .
٤- تستخدم في عدادات المصانع والبنوك و المطابع .
٥- في المصاعد الكهربائية .
٦- في التحكم بدائرة جرس الإنذار ضد اللصوص.

شرح عمل الخلية في دائرة جرس الإنذار ضد اللصوص

كما هو ملاحظ من الشكل المقابل حيث توجد دائرتان هما :

- دائرة الخلية الكهروضوئية وتحتوي (خلية كهروضوئية - بطارية ومغناطيس كهربي متصلة جميعاً على التوالي)

ب)والدائرة الثانية هي دائرة جرس الإنذار موصلة كما بالشكل



شرح العمل

١) يتم إسقاط أشعة فوق بنفسجية على كاثود الخلية فيمر تيار في دائرتها فيتمغنط المغناطيس الكهربائي الذي بدوره يجذب إليه الساق المعدنية لدائرة الجرس مما يؤدي إلى فتحها .

٢) عند اعتراض جسم أو شخص طريق الأشعة ينقطع وصول الأشعة إلى الكاثود للخلية وبالتالي لا يمر تيار في دائرتها فيزول تمغنط المغناطيس الكهربائي فيعمل الزنبرك على جذب الساق المعدنية مما يؤدي إلى غلق دائرة الجرس فيصدر الجرس صوت .

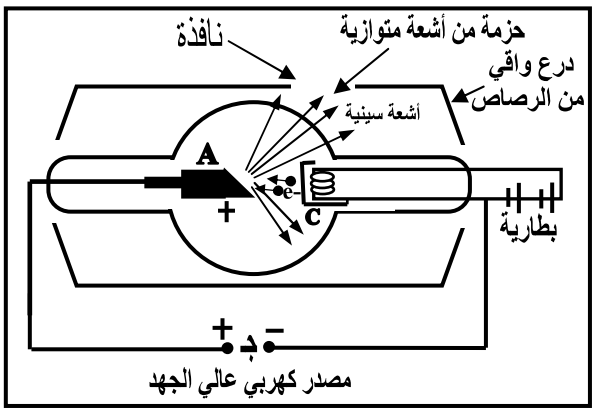
٣- علل : تسلط أشعة فوق بنفسجية على الخلية الكهروضوئية عند استخدامها في تشغيل دوائر جرس الإنذار .وزاري ٢٠٠٥-٢٠٠٦ م

الأشعة السينية (أشعة X) (أشعة رونتجن)

تعريفها: هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تتراوح أطوال موجاتها بين (١ - ١٠٠) أنجستروم

مكتشفها: اكتشفها العالم الألماني رونتجن عام ١٨٩٥م وأطلق عليها اسم أشعة اكس (الأشعة السينية) وتعني المجهولة (**علل**) وذلك لأن طبيعة هذه الأشعة لم تكن معروفة في البداية .

فكرة الحصول عليها: تعتمد على **الظاهرة الكهروضوئية العكسية** (سقوط شعاع الكتروني على سطح معدني وانبعاث موجات كهرومغناطيسية)أي عكس الظاهرة الكهروضوئية .



تركيب أنبوبة الأشعة السينية (أشعة X)

تتركب أنبوبة الأشعة السينية المستخدمة في المختبر من أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء

تحتوي هذه الأنبوبة بداخلها على:

١- كاثود (مهبط C) و**وظيفته** بعث الإلكترونات
٢- آنود(مصعد A) يصنع من فلز ثقيل صلب مثل (التنجستن)

وكذلك مصدر جهد مستمر عالي جدا يتراوح بين (10^{3} - 10^{6}) فولت

تعـلـيــلات

*** تفرغ أنبوبة الأشعة السينية من الهواء ؟**

جـ : حتى لا يتأكسد الكاثود وحتى لا تعيق جزيئات الهواء لحركة الإلكترونات .

*** تحاط أنبوبة الأشعة السينية بدرع من الرصاص؟**

جـ: لحماية الباحثين و العاملين من التعرض لهذه الأشعة الخطيرة.

*** تستخدم مادة الرصاص كدرع واقي من الأشعة السينية دون غيرها من المواد؟**

جـ: وذلك لأن كثافة مادة الرصاص عالية فتمتص هذه الأشعة .

*** تستخدم مادة من فلز ثقيل وصلب كهدف (آنود) مثل التنجستن في الأنبوبة ؟**

جـ: وذلك لأن هذه المواد تتحمل درجات حرارة عالية ولا تتفتت .

*** يكون الهدف (الآنود) في أنبوبة الأشعة السينية مائلاً بزاوية ٤٥ درجة من جهته المقابلة للكاثود ؟**

جـ : وذلك حتى تكون الأشعة السينية المنبعثة مركزة في اتجاه معين وهو الاتجاه العمودي على الزاوية ٤٥ درجة.

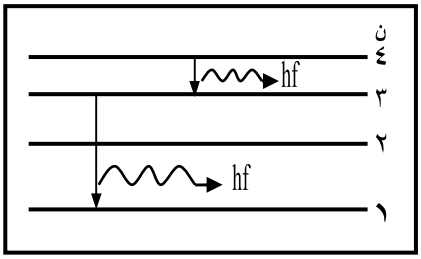
شرح عمل الأنبوبة

يتم غلق دائرة الأنبوبة فتنبعث الإلكترونات من الكاثود ونتيجة لتسليط فرق جهد(جـ) عالي جداً بين الكاثود و الآنود فإن الإلكترونات تصطدم بمادة الهدف (الآنود) بسرعة عالية ($ع_e$) وبالتالي تحسب طاقة حركة هذه الإلكترونات من العلاقة $طاع = ٢/١ \, ك_e ع_e^{٢}$

ينتج عن هذا الاصطدام انبعاث إشعاع ذو تردد عالي جداً و طول موجي قصير وتسمى هذه الأشعة المنبعثة (بأشعة x)أو الأشعة السينية .

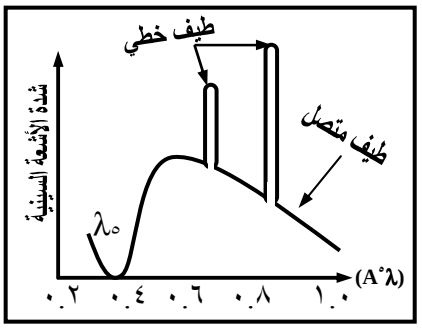
تفسير سبب انبعاث الأشعة السينية

هنالك احتمالين لسبب توليد الأشعة السينية وفقاً لنموذج بوهر الذري إذ تتفاعل الإلكترونات المصطدمة بالهدف مع مادته فيحدث أحد احتمالين أو كلاهما وهما :



الاحتمال الأول : تنفذ بعض الإلكترونات ذات الطاقة العالية داخل ذرات مادة الهدف (المصعد) مخترقة مدارات الإلكترونات وتصطدم بأحد الإلكترونات القريبة من النواة مثلاً (ن = ١) فيتحرر الإلكترون تاركاً مكانه فارغاً .

يقفز إلكترون من مستوى طاقة أعلى مثلاً (ن=٣) ليملئ الفراغ في (ن=١) ويصاحب ذلك انبعاث إشعاع تردده ($f_{١٣}$) وبذلك تكون طاقة **الشعاع المنبعث = الفرق في الطاقة بين المستويين** أي أن **(طا١٣ = طا٣ – طا١)** . ويوضحه الشكل المقابل .



يقفز إلكترون من (ن=٤) ليملئ الفراغ في (ن=٣) ويصاحب ذلك انبعاث فوتون طاقته (طا٤٣ = طا٤– طا٣) والشكل المقابل يوضح ذلك .

تتميز الأشعة الناتجة عن هذا الاحتمال بالآتي :

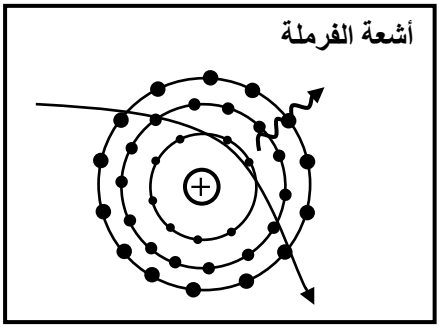
١ـ أنها تكون مميزة لمادة الهدف (**علل**) لأن لكل عنصر مستويات طاقة خاصة به.

٢ـ لا تعتمد طاقتها على فرق الجهد الكهربي بين الكاثود و الآنود بل على فرق الطاقة بين مستويات الطاقة لذرات الهدف (**علل**) لأنها ناتجة عن تنقلات الإلكترونات بين مستويات الطاقة للذرات و ليس على طاقة حركة الإلكترون الساقط .

٣ـ طيفها يكون خطي (أي أنه لا يحتوي على جميع الأطوال الموجية وإنما يحتوي أطوال موجية محددة) ، الشكل المقابل يوضح ذلك

الاحتمال الثاني : لا يحدث تصادم بين الإلكترونات الساقطة وإلكترونات ذرات الهدف وإنما تتأثر الإلكترونات الساقطة بالمجال الكهربي لإلكترونات ذرات الهدف فتتباطأ وتتناقص سرعتها بسبب تنافرها مع إلكترونات ذرات الهدف فيظهر النقص في طاقتها على شكل إشعاع ذو طيف متصل (يحوي جميع الأطوال الموجية) وقد يفقد الإلكترون المقذوف كل طاقته الحركية دفعة واحدة وبذلك تكون طاقته الحركية مساوية تماماً للطاقة الإشعاعية المنبعثة

$(h f = \frac{١}{٢} ك_e ع_e^{٢})$



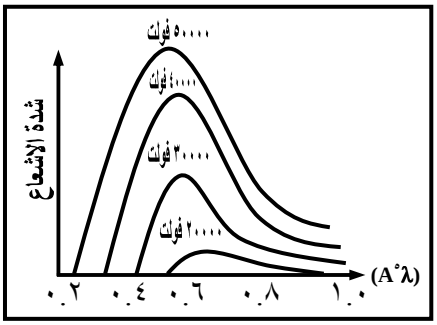
س: لا يمكن أن يكون هنالك إشعاع منبعث ، طاقته أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف على الهدف .
وزاري (٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩م)

تتميز الأشعة الناتجة عن هذا الاحتمال بالآتي :

١ـ أنها لا تميز مادة الهدف.

٢ـ تعتمد طاقتها على فرق الجهد الكهربائي المطبق بين الكاثود و الآنود (الهدف).

٣ـ طيفها يكون متصل (يحتوي على جميع الأطوال الموجية)(**علل**) لأن طاقة هذه الإلكترونات تتناقص مع استمرار تباطؤ حركتها وتسمى هذه الأشعة **بأشعة الفرملة**. (الشكل المقابل يوضح الطيف المتصل للأشعة السينية)



***علل تسمى الأشعة السينية الناتجة عن الاحتمال الثاني (الأشعة السينية ذات الطيف المتصل) بأشعة الفرملة ؟**

وذلك لأن حركة الإلكترون تكون متباطئة تدريجياً بسبب اقترابه من النواة بما يشبه حركة

السيارة عند تطبيق الفرامل عليها.

ملاحظات:

١ـ الطيف المتصل للأشعة السينية (الناتج عن الاحتمال الثاني) ينتج عن تباطؤ حركة الإلكترون .
٢ـ لا يمكن أن تكون طاقة هذا الإشعاع أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف (علل).
٣ـ يبدأ انبعاث الأشعة السينية ابتداء من طول موجي معين وهو أقصر الأطوال الموجية لطيف الأشعة السينية المتصل.

س: قارن بين الطيف الخطي والطيف المستمر للأشعة السينية ؟
س : علل : الأشعة السينية ذات نفاذية عالية. وزراي ٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩م .

حساب أقصر طول موجي للأشعة السينية

(كما ذكرنا سابقا في الاحتمال الثاني لانبعاث الأشعة السينية)

قد يفقد الإلكترون المقذوف كل طاقته الحركية دفعة واحدة وبذلك تكون الإشعاع المنبعث مساوية للطاقة الحركية للإلكترون

أي أن $طـ_ع = hf$ $\therefore$ $hf = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ .....(١) و

$\because \frac{1}{2} ك ع_e^2 = سـ_e جـ$ .....(٢) نعوض من (٢) في (١) نجد أن $hf = سـ_e جـ$ .....(٣)

$\because f = \frac{ع_ص}{\lambda}$ عوض عن التردد في (٣) $\therefore سـ_e جـ = \frac{ع_ص \times h}{\lambda}$ أي أن $\lambda = \frac{ع_ص \times h}{سـ_e جـ}$ .....(٤)

و يمكن التعويض عن المقام من في (٤) من المعادلة (٢) فنحصل على المعادلة $\lambda = \frac{ع_ص \times h}{\frac{1}{2} ك_e ع_e^2}$ .....(٥)

العلاقات المتعلقة بدرس الأشعة السينية

١) $طـ = hf$ **٢)** $طـ_ع = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ **٣)** $hf = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ **٤)** $\frac{1}{2} ك ع_e^2 = ش_e جـ$

٥) $hf = ش_e جـ$ **٦)** $f = \frac{ع_ض}{\lambda}$ **٧)** $كـ_e = ك_e ع_e$

ملاحظات مهمة:

١ـ بالنظر إلى العلاقات الموضحة أعلاه نجد أنه يوجد ترابط بين العلاقات ٣ و ٤ و ٥ يعبر عنها رياضياً بالصيغة (أ=ب **و** ب = جـ **إذن** أ=جـ) وهذا يسهل حفظها .أما بقية العلاقات (١،٢،٦،٧) فهي أساسية وقد تعرف عليها الطالب أكثر من مرة

٢ـ يمكن الاعتماد على العلاقات السابقة في حل مسائل الأشعة السينية واستنتاج أي علاقة حسب المعطيات في المسألة ، على سبيل المثال يمكن حساب التردد من العلاقة ١ **أو من** ٣ **أو** ٥ **أو** ٦ حسب معطيات المسألة وهكذا بالنسبة لحساب سرعة الإلكترون و.....

٣ـ عندما يطلب منا في المسألة حساب قيمة الطول الموجي فإننا بدلالة المعطيات نعوض من العلاقة ٦ عن التردد في أحد العلاقات التي تحتوي على تردد ثم نحسب قيمة الطول الموجي .

استخدامات الأشعة السينية

تستخدم في كثير من الأغراض منها :

١ـ في مجال الطب: استغلت خاصية نفاذية هذه الأشعة في الكشف عن الكسور والحصوات في الكلى والمرارة وغيرها من أعضاء الجسم.
٢ـ في مجال الصناعة :تستخدم لمعرفة الشقوق في الأنابيب المعدنية وهياكل الطائرات .
٣ـ في مجال الأبحاث العلمية : تستخدم لمعرفة التركيب البلوري للعناصر .
٤ـ في المطارات : تستخدم للكشف عن وجود الأجسام الصلبة في أمتعة المسافرين دون فتحها.

خواص الأشعة السينية

١ـ أنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية ذات تردد عالي وطول موجي قصير ولا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي.
٢ـ لها بعض خواص الضوء المرئي العادي مثل التداخل و الحيود وغيرها.
٣ـ لها قدرة على الاختراق تعتمد على فرق الجهد المسلط على قطبي الأنبوبة وعلى كثافة الوسط .
٤ـ لها القدرة على تأيين ذرات وجزيئات العناصر التي تمر خلالها .

ثوابت علمية

ع ض=٣ × ١٠^٨ م/ث ، ش e = ١.٦ × ١٠^-١٩ كولوم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠^-٣٤ جول.ث ، ك e = ٩.١ × ١٠^-٣١ كجم

مسائـل على الأشعة السينية

مثال١: أوجد أقصر طول موجي للأشعة السينية إذا كان فرق الجهد بين قطبي أنبوبة توليدها ٢٠٠ كيلو فولت ؟

الحـل

λ =؟ ، جـ =٢٠٠ × ١٠^٣ فولت

hf = س e جـ

$\therefore \lambda = \frac{h \times ع_{ض}}{س_e \, جـ} = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢٠٠ \times ١٠^{٣}} \Leftarrow \lambda = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٣,٢ \times ١٠^{-١٤}} = ٦,٢ \times ١٠^{-١٢}$ متر

مثال٢: احسب فرق الجهد بين قطبي أنبوب توليد الأشعة السينية إذا كان أقصر طول موجي للأشعة السينية (٢) أنجستروم ؟

λ = ٢ A° = ٢ × ١٠^-١٠ متر **الحـل**

$hf = س_e \, جـ \Leftarrow جـ = \frac{h \times ع_{ض}}{\lambda \, س_e} \therefore جـ = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢ \times ١٠^{-١٠}} = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٣,٢ \times ١٠^{-٢٩}} = ٦,٢١٠ \times ١٠^{-٣}$ فولت

مثال٣:احسب أعلى تردد للأشعة السينية إذا كان فرق الجهد المطبق بين الكاثود و الآنود هو (٤٠٠٠٠) فولت ؟

الحـل

$\because hf = س_e \, جـ \therefore f = \frac{س_e \, جـ}{h} = \frac{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٤٠٠٠٠}{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}} = \frac{٦,٤ \times ١٠^{-١٥}}{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}} = ٩,٦٦٠ \times ١٠^{١٨}$ هيرتز

مثال٤: إذا علمت أن كمية تحرك الإلكترون لحظة اصطدامه بمادة الهدف في أنبوبة أشعة اكس تساوي ٩,١ × ١٠^-٢٤ كجم.م/ث . احسب أقصر طول موجي للأشعة الناتجة؟ **الحـل**

$\because hf = \frac{١}{٢} ك ع_e^{٢}$ ولكـــن $f = \frac{ع_{س}}{\lambda} \therefore \frac{ع_{س}}{\lambda} = \frac{١}{٢} ك_e ع_e^{٢} \Leftarrow \lambda = \frac{h \times ع_{س}}{\frac{١}{٢} ك_e ع_e^{٢}}$

$\lambda = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{١}{٢} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ع_e^{٢}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١)$ بدلالة كمية التحرك نوجد قيمة السرعة (ع)

$\therefore ك ت = ك_e ع_e \Leftarrow ع_e = \frac{ك ت}{ك_e} = \frac{٩,١ \times ١٠^{-٣٤}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}} = ١٠^{٧}$ م/ث بالتعويض عن السرعة في (١)

$\lambda = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{١}{٢} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times (١٠^{٧})^{٢}} = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٤,٥٥ \times ١٠^{-١٧}} = ٤,٣٦٨ \times ١٠^{-٩}$ متر = ٤٣ انجستروم

مثال٥: من أجل إنتاج طول موجي مقداره (١.٣٧٧) أنجستروم من هدف نحاسي في أنبوب الأشعة السينية يجب أن يطبق فرق جهد بين طرفيها مقداره (٩٠٠٠) فولت .

احسب النسبة $\left(\frac{h}{س_e}\right)$ ثم استنتج قيمة ثابت بلانك (h) علماً بأن شحنة الإلكترون هي $س_e = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولـوم

الحل

$\frac{h}{س_e} = ؟$ h =؟ ، جـ =٩٠٠٠ فولـــت ، λ =١,٣٧٧ A° = ١,٣٧٧ × ١٠^-١٠ متر

$\because hf = س_e \, جـ \Leftarrow \frac{h}{س_e} = \frac{جـ}{f} = \frac{جـ}{\frac{ع_{س}}{\lambda}} \therefore \frac{h}{س_e} = \frac{\lambda \times جـ}{ع_{س}} = \frac{١,٣٧٧ \times ١٠^{-١٠} \times ٩٠٠٠}{٣ \times ١٠^{٨}} = ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥}$ فولـــت ث

$\because \frac{h}{س_e} = ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} \therefore h = س_e \times ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} = ٦,٦٢ \times ١٠^{-٣٤}$ جـول ث

نشاط١: استنتج العلاقات التي نحسب منها كلاً من أقصر الأطوال الموجية وأعلى تردد للأشعة السينية ؟

نشاط٢: احسب النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة السينية التي تصدر من أنبوبة يطبق عليها فرق جهد مقداره (١٠٠) كيلو فولت . واحسب كذلك تردد هذه الأشعة. **الجواب { ١) λ= ١.٢ × ١٠$^{-١١}$ متر ٢) f= ٢.٤ × ١٠^{١٩} هيرتز }**

نشاط٣ : تعمل أنبوبة الأشعة السينية على فرق جهد مقداره (١٢٤٠) فولت ، احسب كلاً مما يلي : ١- تردد الأشعة السينية المتولدة ٢- أقصر طول موجي للأشعة بالإنجستروم . علما بأن ع ض=٣ × ١٠^{٨} م/ث ، ش $_{e}$ = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول.ث ، الإنجستروم = ١٠$^{-١٠}$ متر . **الإجابة(٣×١٠^{٧١}هيرتز، ١٠ إنجستروم) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)**

أشعـــة الليـــزر

*** فكرة الحصول عليها:** تعتمد على الانبعاث المستحث للإشعاع .

***كيف تم اكتشافها:** تنبأ العالم انشتاين بأنه يمكن تضخيم الضوء كما يضخم الصوت وفي عام ١٩٥٤م تم تطوير جهاز لتضخيم الأمواج القصيرة **غير المرئية** (الميكروية) ، سميت هذه الأشعة المضخمة **بأشعة الميزر** .

معنى الميزر: هي الأحرف الأولى لعبارة بالإنجليزية معناها تكبير الموجات القصيرة غير المرئية (الميكروية) بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع . استطاع العالم ثيودور ميمان عام ١٩٦٠ م من تصميم أول جهاز لتضخيم الأمواج الضوئية المرئية مستخدما بلورة الياقوت . وتسمى الأشعة المرئية المضخمة **بأشعة الليزر** .

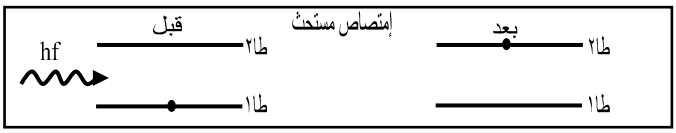
معنى الليزر: هي الأحرف الأولى لعبارة بالإنجليزية معناها تضخيم الضوء المرئي بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع.

ملاحظة: للذرة مستويات طاقة أدناها هو مستوى الطاقة الأرضي (ط١) وتكون الذرة فيه مستقرة ويليه مستويات الطاقة (ط٢، ط٣،...)وتكون هذه المستويات للذرة غير مستقرة (أي مثارة)

مبدأ توليد أشعة الليزر

تتفاعل المادة مع الإشعاع الساقط عليها بثلاث عمليات أساسية (وهذه العمليات هي مبدأ توليد أشعة الليزر) هي :

١- الامتصاص المستحث : عند قذف ذرة وهي في حالة مستقرة (ط١) بفوتون ضوئي طاقته تساوي الفرق في الطاقة بين المستويين (hf= ط٢- ط١) فإن الذرة تمتص طاقة الفوتون مما يؤدي إلى انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة (ط١)إلى المستوى (ط٢)(أي أن الذرة تصبح مثارة) تسمى هذه العملية بالامتصاص المستحث.



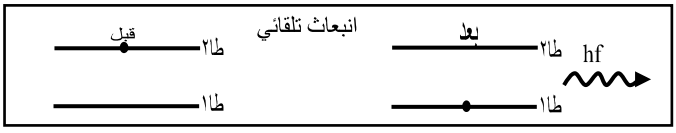
***تعريف الامتصاص المستحث :** هي عملية امتصاص الذرة لطاقة فوتونات ضوئية تكفي لنقل بعض الكتروناتها من مستوى الطاقة الأرضي إلى مستويات طاقة أعلى .

٢- الانبعاث التلقائي(الطبيعي): عندما تعود الذرة من الحالة المثارة في المستوى(ط٢) إلى حالتها المستقرة في مستوى الطاقة (ط١) من تلقاء نفسها فإنها تبعث بالطاقة التي امتصتها عند إثارتها على شكل إشعاع ضوئي يتميز بأن

١- له نفس تردد الفوتونات الساقطة (الفوتونات المسببة للإثارة)

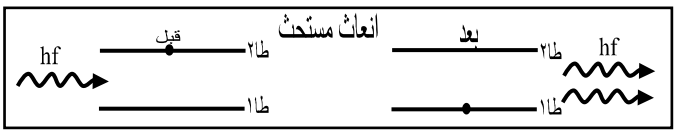
٢- أما التردد والطورللفوتونات المنبعثة فهما غير محددين(قد تكون متفقة أو مختلفة)

٣- تكون هذه الأشعة في اتجاهات مختلفة مثل الأشعة المنبعثة من المصابيح الكهربائية (علل) لأن كل ذرة تبعث بأشعتها بشكل مستقل عن الأخرى وتكون هذه الأشعة منتشرة في اتجاهات مختلفة



***تعريف الانبعاث التلقائي:** هي عملية انبعاث الأشعة من الذرات المثارة عند عودتها إلى حالتها المستقرة في مستوى طاقة أدنى بصورة تلقائية (أي دون مؤثر خارجي يؤثر عليها)

٣- الانبعاث المستحث: عند قذف ذرة مثارة في مستوى الطاقة (ط٢) بفوتون طاقته (hf= ط٢- ط١) فإنه يدفع الذرة (أي يحثها بالقوة)على الانتقال إلى المستوى الأرضي (ط١) وينتج عن ذلك انبعاث فوتون آخر (أي غير الساقط) يكون له نفس طاقة وطور واتجاه الفوتون الساقط. وهذا الانبعاث هو **أساس توليد أشعة الليزر**.



تعريف الانبعاث المستحث:عبارة عن عملية حث إلكترون في مستوى مثار على العودة إلى المستوى الأرضي .

***ملاحظة:** لا يحدث الانبعاث المستحث في الطبيعة وإنما تنبأ بحدوثه أينشتاين إذا توفرت شروط وخصائص معينة في مستويات الطاقة لذرات أو جزيئات عنصر معين ومن هذه الخصائص هو أن هنالك مستويات شبه مستقرة للذرات

ومن هذه الشروط اللازم توفرها :

١- أن يكون عدد الذرات المثارة في مستوى الطاقة (ط٢) أكبر من عدد الذرات في المستوى الأرضي (ط١) (**الاستيطان العكسي**).

ولتحقيق ذلك يجب أن يكون المستوى(ط٢) شبه مستقر (أي تستطيع الذرات الاستقرار فيه مدة زمنية أطول نسبياً (علل)وذلك حتى تتراكم الإلكترونات في هذا المستوى لفترة زمنية تكفي لحدوث عملية توليد أشعة الليزر) ويسمى تواجد الذرات في المستوى المثار(ط٢) **بالاستيطان العكسي** (علل) لأنه عكس الاستيطان الطبيعي الذي يحدث في المستوى الأرضي (ط١) .

٢- إجراء ترتيبات معينة تجعل خروج معظم الفوتونات متفقة في الطور والتردد والاتجاه.

س: ما المبدأ الذي يقوم عليه توليد الأشعة الليزرية. وزراي (٢٠٠٤-٢٠٠٥م)

جـ : مبدأ توليد أشعة الليزر هو : ١ - الامتصاص المستحث ٢ - الانبعاث التلقائي ٣ - الانبعاث المستحث

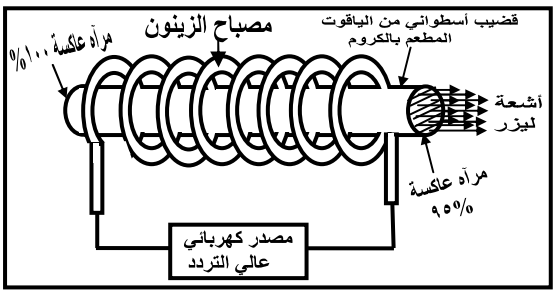
*** تعريف الاستيطان العكسي :** هو عملية زيادة عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة(طـ٢) عن عددها في المستوى (طـ١) .

* من الذرات التي تتمتع بمستويات شبه مستقرة : بلورة الياقوت.

جهاز ليزر الياقوت

ملاحظة: هنالك العديد من أنواع الليزرات منها ليزر الحالة الصلبة والسائلة والغازية ، ويتولد الليزر بأطوال موجية مختلفة .

*** تركيب جهاز ليزر الياقوت :**



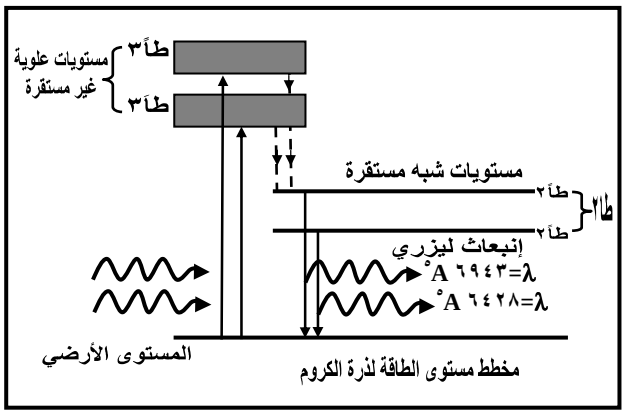
١ـ قضيب أسطواني من الياقوت **وهو** عبارة عن بلورة من أكسيد الألمنيوم AL_2O_3 طعمت بحوالي ٠.٠٥% من مادة الكروم (cr) التي **تكسب البلورة اللون الوردي** وهي **التي تثار وتبعث بأشعة الليزر**.

٢ـ مصباح الزينون ويكون **بشكل حلزوني** حول القضيب **(علل)** حتى يتم الحصول على أكبر كمية من الضوء **بغرض** إثارة ذرات الكروم لتنتقل من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى.

٣ـ مرآتان توضعان عند طرفي القضيب إحداهما عاكسة ١٠٠% والأخرى عاكسة بحوالي ٩٥% وضيفتهما عكس أشعة الليزر داخل القضيب بهدف حث ذرات أخرى على الانتقال من (طـ٢) إلى (طـ١) .

٤ـ مصدر جهد كهربائي عالي التردد.

عمل جهاز ليزر الياقوت

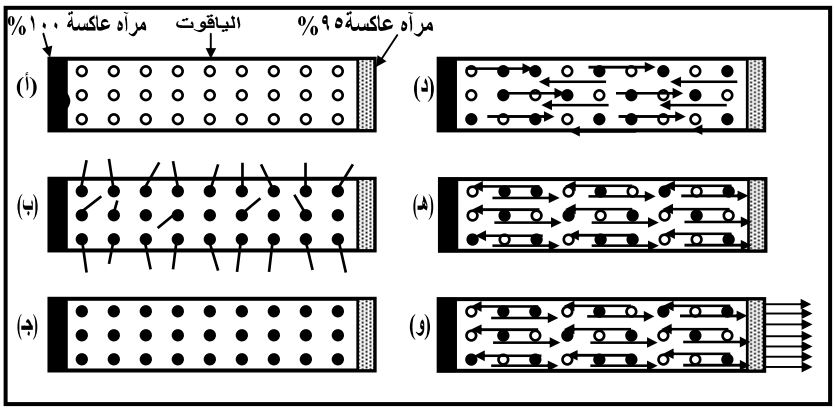


١ـ تثار ذرات عنصر الكروم بواسطة مصباح الزينون فتنتقل من المستوى الأرضي(طـ١) إلى المستوى العلوي المثار (طـ٣، طـ٣) وهذان المستويان غير مستقران وزمن عمر كلاً منهما(10^{-8}) ثانية أي أن الذرات تمكث فيه فترة زمنية تكاد لا تذكر.

٢ـ تنتقل هذه الذرات تلقائياً من (طـ٣، طـ٣) إلى مستوى الطاقة (طـ١) على مرحلتين هما:

أ ـ تعود الذرات من المستوى(طـ٣، طـ٣) إلى المستوى شبه المستقر (طـ٢، طـ٢)الذي زمن عمره حوالي (٣٠×10^{-3}) ثانية وبذلك يحدث استيطان عكسي للذرات فيه وهذا هو الشرط الأول للحصول على أشعة الليزر.

ب ـ تنتقل بعض ذرات الكروم من (طـ٢، طـ٢) تلقائياً إلى مستوى الطاقة (طـ١) وتبعث بفوتونات في كل الاتجاهات فتتشتت ولا يبقى منها سوى الفوتونات التي تتحرك ذهاباً وإياباً عمودي على مرآتي الجهاز وموازية لمحور اسطوانة قضيب الياقوت .



٣ـ تعمل هذه الفوتونات المتحركة عمودياً على المرآتين على حث الذرات الموجودة في (طـ٢، طـ٢) على العودة إلى (طـ١) قبل موعد عودتها تلقائيا مما يؤدي إلى انبعاث فوتونات لها نفس التردد والطور والاتجاه للفوتونات التي قامت بحثها.

٤ـ ونتيجة لحركة الفوتونات بين المرآتين ذهاباً وإياباً بسبب الانعكاسات على المرآتين فإنها تستحث ذرات أخرى على العودة إلى (طـ١) في كل ذهاب وإياب وبذلك يزداد ويتضخم عدد الفوتونات المنبعثة.

٥ـ عندما تزداد شدة الحزمة الضوئية إلى حداً معيناً فإنه ينفذ نسبة معينة منها إلى الخارج خلال المرآة العاكسة ٩٥ % ، على شكل حزمة متوازية ذات شدة عالية موحدة التردد ..... (أشعة ليزر) .

٦ـ الذرات التي انتقلت بالحث من (طـ٢) إلى المستوى (طـ١) يعاد ضخها (إثارتها) إلى المستويين العلويين (طـ٣، طـ٣) بواسطة مصباح الزينون ، وهكذا تستمر العملية.

ملاحظة:

١ـ من الشكل المقابل الذي يمثل مستويات الطاقة لعنصر الكروم نلاحظ أن: ١ـ المستوى (طـ١) هو عبارة عن مستويين(طـ٣، طـ٣) وبالتالي فان الإشعاع الليزري يعطي في الحقيقة طولين موجيين مناظرين للانتقالين التاليين:

طـ٢ ← طـ١ $\lambda = ٦٩٤٣\ (A^\circ)$ ، طـ٢ ← طـ١ $\lambda = ٦٤٢٨\ (A^\circ)$

خصائص أشعة الليزر

١ـ أنها أشعة وحيدة اللون : (علل)

لأن الفوتونات التي تتكون منها تمتلك نفس كمية الطاقة (hf) وبالتالي فإنها تكون متفقة في التردد وفي الطور.

٢ـ أنها أشعة مترابطة: (علل) لأن الفوتونات التي تتكون منها متفقة في الطور وهذه الخاصية تجعلها تتداخل فيما بينها تداخل بناء.

٣ـ أنها أشعة ذات شدة عالية :(علل) لأن جميع موجاتها تنبعث من مصدرها في حزمة ضيقة مترابطة وذات طاقة عالية.

استخدامات أشعة الليزر

١ـ في مجال الطب : تستخدم في العمليات الجراحية الدقيقة كعمليات جراحة العيون أو الجملة العصبية وفي التشخيص والعلاج ويستخدم ليزر الياقوت في إزالة الوشم من الجلد والبقع السوداء من جلد المسنين.

٢ـ في مجال الصناعة : تستخدم في عمليات قص وثقب المعادن وتشكيلها وشق الأنفاق وحفر المناجم بفضل قدرتها على تليين الصخور الصلبة وتفتيتها مثل ليزر ثاني أكسيد الكربون.

٣ـ في مجال الملاحة الجوية : إذ تزود الطائرات بأجهزة قادرة على استقبال إشارات الليزر الصادرة من الأرض لتحديد أهدافها.

٤ـ في مجال الاتصالات ونقل المعلومات والصناعات الحربية ، إذ تصنع أسلحة فتاكة توجه بالليزر فتصيب أهدافها إصابة دقيقة.

٥ـ في مجال الأبحاث : تستخدم كأداة دقيقة للحصول على أفضل النتائج ، التي لم يكن الحصول عليها ممكناً بالوسائل التقليدية.

س : تستخدم نوع من الأشعة في المستشفيات لبعض عمليات التجميل مثل الحروق والبقع السوداء في الجلد . سم هذه الأشعة ، وما الجهاز المستخدم لذلك ؟ ارسمه مع كتابة البيانات عليه . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس الوحدة:

١- $(\lambda \sim_e ، جـ)$ ، $(ع_{ض} h)$ ٢- $\left(\frac{h}{\sim_e}\right)$ ، $\left(\frac{جـ}{f}\right)$

الإجابة:

١ـ وحدة قياس $\lambda \sim_e جـ$ = متر ×كولوم×فولت

وحدة قياس $ع_{ض} h$ = متر/ث×جول.ث = متر/ث×كولوم ×فولت.ث = متر×كولوم× فولت

٢ـ وحدة قياس $h / \sim_e$ = جول.ث/ كولوم = كولوم×فولت.ث/ كولوم= فولت. ث

وحدة قياس جـ / f = فولت ÷ ١/ ث = فولت.ث

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

س١ : اختر الإجابة الصحيحة :

١ـ عندما تسقط أشعة ضوئية على لوح معدني ما فإنه تنطلق من سطح المعدن .

أ ـ فوتونات ضوئية **ب ـ إلكترونات ضوئية** جـ ـ نترونات دـ أشعة سينية

٢ـ إن أقصر طول موجي في الطيف المتصل للأشعة السينية يعتمد على :

أ ـ نوع مادة سطح الهدف في أنبوب الأشعة السينية **ب ـ فرق الجهد المطبق بين طرفي الأنبوب**

جـ ـ تردد الضوء الساقط على مادة سطح مصعد الأنبوب دـ شدة الضوء الساقط على سطح مادة مصعد الأنبوب

٣ـ تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على :

أ ـ تردد الضوء الساقط عليها ب ـ نوع مادة سطح مهبط الخلية **جـ ـ شدة الضوء الساقط عليها** دـ دالة شغل المادة.

س٢ :ضع العلامة (√) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (x) أمام العبارة الخطأ فيما يلي :

ـ طاقة أشعة الليزر أكبر من سرعة الأشعة السينية في الهواء . (x)

ـ سرعة أشعة الليزر أكبر من سرعة الأشعة السينية في الهواء (x)

ـ في ليزر الياقوت عنصر الكروم هو المسئول عن الانبعاث الليزري (√)

ـ التردد الحرج يتعلق بنوع مادة سطح مهبط الخلية الكهروضوئية (√)

ـ عنصر الكروم يشكل ٩٥% من بلورة الياقوت (x)

ـ تيار الإشباع للخلية الكهروضوئية يعتمد على شدة الإشعاع الساقط عليها (√)

ـ عملية الامتصاص هي عملية انتقال تلقائية من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أعلى (x)

ـ جهد الإيقاف يتوقف على تردد الضوء الساقط على الخلية الكهروضوئية (√)

ـ الانبعاث الليزري هو انبعاث مستحث (√)

س٣: عند سقوط أشعة فوق البنفسجية على لوح من الزنك موجب الشحنة ، ماذا يحدث للشحنات ؟ (إعط تفسيراً لجوابك)الإجابة ص ١٤

س٤: ماذا يحدث للفوتونات عندما تصطدم بسطح فلز؟ جـ: يفنى الفوتون ويعطي طاقته للإلكترون

س٥: ما هي الظاهرة الكهروضوئية ؟ وما هي الإلكترونات الضوئية ؟ الإجابة صفحة ١٤

س٦: ارسم مخطط الجهاز الذي استخدمه مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية . الإجابة صفحة ١٥

س٧: اشرح معادلة اينشتاين في تفسيرها للظاهرة الكهروضوئية . صفحة ١٧

س٨: ارسم مستويات الطاقة لعنصر الكروم في بلورة الياقوت وبين عليها الانتقالات التلقائية والحثية بين مستويات الطاقة في عملية توليد الليزر.الإجابة صفحة٢٤

س٩: اشرح عميلة توليد ليزر الياقوت بالاستعانة بمخطط مستويات الطاقة لعنصر الكروم.الإجابة صفحة ٢٤

س١٠: أذكر استخداماً واحداً لكل من :

أ ـ الخلية الكهروضوئية ب ـ الأشعة السينية جـ ـ أشعة ليزر الياقوت . الإجابة مع الدروس.

جميع الأسئلة التالية تم جمعها من امتحانات وزارية لأعوام سابقة

س: اكمل الفراغات التالية :

١ـ إذا شحن سطح لوح من الزنك بشحنة موجبة فإن شحنته تزداد إيجابية عند سقوط الضوء عليه وانفراج ورقتي الكشاف يبقى كما هو ، بينما عند وضع لوح زجاج عادي عليه وأسقطت أشعة ضوئية ، فإن ورقتي الكشاف .....

٢ـ عندما تسقط اشعة ضوئية على لوح معدني تنطلق من سطح المعدن الكترونات .....

٣ـ يعتبر الإنبعاث ..... هو أساس توليد أشعة الليزر

٤ـ عند سقوط أشعة فوق بنفسجية على لوح خارصين موجب الشحنة ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٥ ـ المدار الذي لا يسمح بتواجد الإلكترون فيه هو المدار ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: ضع علامة (√) أما العبارة الصحيحة وعلامة (x) أما العبارة الخاطئة فيما يلي:

١ـ إذا سقطت أشعة فوق بنفسجية على سطح لوح من الخارصين سالب الشحنة فإن شحنته تزداد سالبية . ( )

٢ـ من أبرز خصائص أشعة الليزر أنها بالغة الشدة وترددتها متقاربة ومختلفة الطور ( )

٣ـ الطيف الذي تشعه العناصر الكيميائية المثارة عبارة عن طيف خطي غير متصل ( )

٤ـ كاثود الخلية الكهروضوئية يجب أن يكون مقعر الشكل حتى لا تتجمع الإلكترونات عند مركز تكوره ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٥ـ الظاهرة الكهروضوئية هي انبعاث الكترونات من سطح فلز عندما يسقط عليه ضوء موجوته طويلة جداً ( )

٦ـ من أبرز خصائص أشعة الليزر أنها بالغة الشدة وترددتها متباعدة ( )

٧ـ يعتمد طول موجة الإشعاع المستحث من الاشعة السينية وتردده على نوع المعدن ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٨ـ تصل كل الالكترونات لآنود الخلية الكهروضوئية ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٩ ـ لكي تصبح ذرة الهيدروجين متأينة فإن الكترونها يحتاج الى طاقة مقدارها (ـ ١٣.٦) الكترون فولت ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٠ـ تتناسب الطاقة الحركية للإلكترونات المحررة من سطح المهبط طردياً مع شدة الضوء الساقط عليه ( )

١١ـ عندما تسقط أشعة ضوئية على لوح معدني تنطلق من سطح المعدن فوتونات ضوئية ( )

١٢ـ تؤدي الخلية الكهروضوئية عملها في حالة سقوط الأضواء المرئية عليها ، أو الأضواء غير المرئية . ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٣ـ الانبعاث الليزري هو انبعاث مستحث ( )

١٤ـ المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية يتعارض مع النظرية التقليدية ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٥ـ عند سقوط أشعة فوق بنفسجية على كشاف كهربي سالب الشحنة فإنه يصبح موجباً ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٦ـ تختلف الفلزات من حيث نوع الاشعة التي تسبب إنطلاق الكترونات من سطوحها ( )

١٧ ـ الطيف المميز لأشعة السينية طيف مستمر ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

١٨ ـ جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية يتوقف على شدة الضوء الساقط عليها ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

١٩ ـ الاستيطان العكسي هو أحد شروط حدوث الامتصاص المستحث للأشعة الليزرية ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٢٠ ـ تعمل الخلية الكهروضوئية عند سقوط أشعة ضوئية عليها سواء كانت مرئية أو غير مرئية . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: اختار الإجابة الصحيحة من بين الأقواس :

١ـ إذا كان الطول الموجي للأشعة السينية (١٢.٤) A° فإن طاقة الفوتون فيها (10^{-2} / 10^{-3} / 10^{-4} / 10^{-5})

٢ـ تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على:

(تردد الضوء الساقط عليها ـ شدة الضوء الساقط عليها ـ نوع مادة سطح مهبط الخلية ـ دالة شغل المادة)

٣ـ ليزر الياقوت هو أحد ليزرات الحالة الصلبة وهو عبارة عن بلورة ($AL(OH)_3$ ، Mgo ، Fe_2O_3 ، Al_2O_3)

٤ـ اذا كان جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية (٥فولت) فإن طاقة حركة الإلكترونات (٢٠ ، ١٥ ، ١٠ ، ٥) الكترون فولت

٥ـ ظاهرة انبعاث الكترونات من سطح فلز يعود الى تعرض الفلز لـ (درجة الحرارة ـ الضوء الأزرق ـ الضوء الأحمر ـ الأشعة فوق البنفسجية)

٦ـ ليزار الياقوت المكون لجهاز توليد أشعة الليزر عبارة عن بلورة من (أكسيد النحاس ، هيدروكسيد الألومنيوم ، كلوريد الألومنيوم ، أكسيد الومنيوم)

٧ـ إستناداً إلى أنواع الأشعة الشمسية فإن الأشعة السينية تنتمي الى الأشعة (المرئية ـ فوق البنفسجية ـ تحت الحمراء ـ غير المرئية)

٨ـ عندما تسقط أشعة سينية على سطح لوح معدني فإنه تنطلق من سطحه (فوتونات ضوئية ـ الكترونات ضوئية ـ نيوترونات ـ بروتونات

٩ـ أكتشفت الظاهرة الكهروضوئية على يد العالم (هرتز ـ ماكس ويل ـ هنري ـ بوهر)

١٠ ـ يصنع انتفاخ الخلية الكهروضوئية من ...

(الزجاج العادي ـ الألمنيوم اللامع ـ الزجاج الكوارتز ـ المطاط الصلب)

١١ ـ انتقال الإلكترون من مستوى طاقة خارجي إلى مستوى طاقة الوضع يمثل سلسلة ... (بالمر ـ ليمان ـ براكيت ـ كل ما سبق) ٢٠١٢ م

س علل

١ـ يلاحظ مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية بالرغم من أن فرق الجهد بين الآنود والكاثود صفر .

٢ـ عند وضع لوح زجاجي عادي على سطح معدن الزنك عند سقوط أشعة فوق بنفسجية عليه .

٤ـ إنتفاخ الكوارتز في الخلية الكهروضوئية مفرغ من الهواء.

٥ـ الخلية الكهروضوئية حجم الآنود صغير مقارنة بحجم الكاثود .

٦ـ حدوث ظاهرة انبعاث الالكترونات من سطح فلز .

٧ـ توصف أشعة إكس بأنها أشعة طبية . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٨ـ التأثير الكهروضوئي لإينشتين أحدث ثورة في علم الفيزياء . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١: باستخدام وحدات القياس : اثبت أن الكميتين الآتيتن متساويتان (fh) (جـ × λ×ش) حيث (جـ) فرق الجهد ، (ش) الشحنة والكهربائية.

س٢: ماذا يحدث إذا : ١ـ سقطت أشعة الفا ، وأشعة المهبط على مادة فلوريسية.

٢ـ لم تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع واق.

س٣: ما فائدة الآتي : ١ـ أشعة إكس في الطب .

س٤: اذكر استخداماً واحداً لكل من : الخلية الكهروضوئية ، الظاهرة الكهروضوئية

س٥: ما وظيفة كلاً من : الخلية الكهروضوئية ، مصباح الزينون في ليزر الياقوت

س٦: تحدث عن استخدامات الأشعة السينية وأشعة الليزر في الطب .

س٧: ما التطبيقات لكل مما يأتي : ١ـ الانبعاث المستحث

س٨: ما المقصود بكل من : ١ـ تيار التسبع ٢ـ جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية ٣ـ التردد الحرج في الضوء ٤ـ العدد الموجي

س٩: عندما يحجب الضوء عن الخلية الكهروضوئية فإنه لا يمر تيار كهربائي بدائرتها ، كيف تتحقق من ذلك .

س١٠: أكتب المفهوم العلمي لما تعنية العبارة : تضخيم الموجات القصيرة بواسطة الأنبعاث المستحث للإشعاع

س١١: سمي الأجهزة التي توجد فيها الأشياء التالية : مصباح الزينون

س ١٢: قارن بين التفسير الكلاسيكي والكمي في الظاهرة الكهروضوئية ، من حيث شدة الضوء ، والتردد . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٣ : قارن بين الأشعة السينية وأشعة الليزر من حيث طبيعتها واستخدامها في الطب . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٤ : ماذا يقصد بكل مما يلي ؟: ٣ـ الانبعاث الليزري . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٤: إلكترون كتلته (٩.١ × ١٠$^{-٢٨}$) جم وكمية تحركه (٩.١ × ١٠$^{-٢٤}$) كجم . متر / ث ، أصطدم بهدف من التنجستن فتوقف فجأة . أحسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة مقدرة بالإنجستروم علماً بأن سرعة الضوء (٣× ١٠^{٨})م/ث ، ثابت بلانك (٦.٦٣٥ × ١٠$^{-٣٤}$) جول × ث . الجواب (٤٣ انحستروم)

س١٥: أضيئ سطح معدني بضوء أحادي اللون طول موجته (٥٠٠٠) أنجستروم فإذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح المعدن هي (٢.٤٨) إلكترون فولت فاحسب كلاً مما ياتي :

١ـ طاقة فوتون هذا الضوء .

٢ـ هل تنبعث الكترونات من سطح هذا المعدن ؟ وكم تكون طاقتها الحركية ؟ علماً بأن ثابت بلانك h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول × ث ، وسرعة الضوء = ٣× ١٠^{٨} م/ث وشحنة الإلكترون= ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم

الجواب { ١) ٣.٩٧٥×١٠$^{-١٩}$جول=٢.٤٨ إ.ف ٢) نعم والطاقة الحركية = صفر}

س١٦: سقطت أشعة فوق بنفسجية ذات طول موجي (٢٥ × ١٠$^{-٦}$) سم على سطح فلز فإذا علمت أن الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترونات من سطحة (٣٤ ×١٠$^{-٢٠}$) جول فاحسب الآتي ١ـ أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة ٢ـ جهد الإيقاف اللازم استخدامه (٢٠١٠ / ٢٠١١م)

الجواب { ١)ع= ١.٣× ١٠^{٩} م/ث ٢) جـ=-٢.١٢٥× ١٠^{١٨} فولت}

س : ١٧ : ما الذي يمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية.

س ١٨: احسب فرق الجهد اللازم للحصول على أشعة سنية طولها الموجي (٢٤٨٤ A$^{\circ}$) انجستروم علماً بأن ثابت بلانك h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ثانية ، وشحنة الألكترون = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كوللوم ، وسرعة الضوء ٣ × ١٠^{٨} م/ث

الجواب (جـ = ٥ فولت) وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

س١٩: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية التي تصدر من انبوبة يطبق عليها فرق جهد مقداره (١٠٠)كيلوفولت علما بأن h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ثانية ، وشحنة الإلكترون = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كوللوم ، وسرعة الضوء ٣ × ١٠^{٨} م/ث

الجواب (١.٢٤ × ١٠$^{-١١}$متر) وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

الأسئلة التالية(خاصة بالوحدة السادسة) تم جمعها من سبعة نماذج لإمتحانات وزارية للعام ٢٠١٢ ـ ٢٠١٣ م

س١: ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :

١ـ الأطوال الموجية للأشعة السينية أكبر بكثير من الأطوال الموجية لأشعة الليزر.( )

٢ـ ترددات الأشعة السينية أقل بكثير من ترددات الضوء المرئي . ( )

٣ـ يتوقف عدد الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز على تردد الضوء الساقط عليه . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٤ـ الانبعاث الليزري انبعاث تلقائي ( )

٥ـ سرعة أشعة الليز أقل من سرعة الأشعة السينية . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٦ـ كلما زاد تردد الضوء الساقط على كاثود الخلية الكهروضوئية زادت حركة الإلكترونات المنبعثة منه . ( )

٧ـ ليزر الياقوت هو أحد ليزر الحالة الصلبة . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٨ـ أساس توليد أشعة ليزر الياقوت هو الانبعاث المستحث لذرات عنصر الكروم . ( )

٩ـ الانبعاث التلقائي هو أساس توليد أشعة الليزر . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

١٠ـ تستخدم الأشعة السينية في تفتيت الحصوات في الكلي والمرارة . ( )

١١ـ الإشعاع الكهرومغناطيسي الضوئي الذي طول موجته (٥٠) إنجستروم يعد أشعة ليزرية . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

١٢ـ يمكن تحليل أشعة الليزر بواسطة المنشور الثلاثي . ( )

١٣ـ كاثود الخلية الكهروضوئية مقعر الشكل ومطلي بمادة تبعث بالإلكترونات عند سقوط الضوء عليها . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ

س٢: علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١- من غير الممكن تحليل أشعة ليزر الياقوت .

٢- بالرغم من أن فرق الجهد بين المصعد والمهبط في الخلية الكهروضوئية صفر إلا أننا نلاحظ مرور تياراً كهربائياً .

٣- يزداد جهد الإيقاف كلما زاد تردد الضوء الساقط .

٤- من الممكن توجيه أشعة الليزر بحيث تقطع مسافات طويلة جداً دون تشتت خطوطها .

٥- تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع واق من الرصاص .

٦- لا يمر تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية عند حجب الضوء عن كاثودها .

٧- لا يمر تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية عندما $f < f_o$

س٣: ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١- إذا زادت شدة الضوء الساقط على كاثود الخلية الكهروضوئية فإنه يزداد .....
(شدة تيار التشبع ، جهد الإيقاف ، طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة ، سرعة الإلكترونات المنبعثة)

٢- إذا سقطت أشعة فوق بنفسجية على لوح الخارصين الموجب ، فإن .....
(شحناته الموجبة تقل ، شحناته الموجبة تزداد ، شحناته تتعادل ، شحناته تصبح سالبة)

٣- إذا كان فرق الجهد في أنبوبة الأشعة السينية ٢٠ × ٣١٠ فولت ، فإن النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة .....
(٦٢١ ، ٦.٢١ ، ٠.٦٢١ ، ٦٢.١) A°

٤- تتوقف الأطوال الموجية للطيف المتصل للأشعة السينية على .....
(فرق الجهد ، طاقة المستويات في الذرة ، نوع مادة الهدف ، عدد الإلكترونات الساقطة على الهدف)

٥- أشعة الليزر عبارة عن اشعة من جسيمات صغيرة تسمى .....
(إلكترونات ، بروتونات ، نيوترونات ، فوتونات)

٦- تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على .....
(جهد الإيقاف ، تردد الضوء الساقط ، شدة الضوء الساقط ، دالة الشغل)

٧- إذا كانت دالة الشغل لسطح فلزي (٤.٠٨) إ . ف وطاقة الشعاع الضوئي الساقط عليه (٤.١٤) فإن طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة تساوي .... (٦ ، ٠.٦ ، ٠.٠٦ ، ٠.٠٠٦) إ . ف .

س٤: ما المقصود بكل من ؟

١) التردد الحرج ٢)عرف الليزر ٣) أشعة الليزر

س٤: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت كمية حركة الإلكترون عند اصطدامه بالهدف (٦٣.٧ × ١٠-٢٥ كجم .م/ث) ،
علماً بأن : (ك e = ٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول . ثانية ، ع ض= ٣ × ١٠ ^{٨} م/ث)

س٥: سقط ضوء أحادي اللون طول موجته (٥٠٠٠) إنجستروم على سطح معدن ، فإذا كانت أقل طاقة لازمة لنزع الإلكترون هي (٣.٢ × ١٠ $^{-١٩}$ جول) ، علماً بأن : h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول . ثانية ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م/ ث ، فأوجد :
١. طاقة الفوتون الساقط . ٢. الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بالجول .

س٦: احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدورجين عندما ينتقل إلكترونها من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني ، علماً بأن R_H= ١٠٩٦٧٧.٦ سم $^{-١}$.

س٧: إذا علمت أن أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترون من سطح فلز(٤١٠) A $^\circ$ ، فإذا أضيء سطح الفلز بضوء طول موجته ٦٠٠٠ A° ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول .ثانية ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث ، ش e =١.٦ × ١٠-١٩ كولوم ، احسب :
١. طاقة حركة الإلكترون المنبعث بـ e . v . ٢. جهد الإيقاف .

س٨: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت كمية حركة الإلكترونات عند اصطدامه بالهدف (٦٣.٧ × ١٠-٢٥ كجم . م /ث) ، علماً بأن : كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية ،ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث

س٩: اصطدم إلكترون كمية تحركه (٩.١ × ١٠ $^{-٢٤}$) نيوتن . ث بهدف من التنجستين ، احسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة ، مع العلم م أن : (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١٠: سقط ضوء على سطح فلز دالة شغله (٧.٧ × ١٠ $^{-١٩}$) جول ، فانبعثت منه إلكترونات سرعتها (٥ × ١٠ ^{٥}) م / ث ، اعتبر (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١١: احسب أكبر تردد للأشعة السينية المنبعثة من أنبوبة توليد الأشعة السينية إذا كانت كمية التحرك للإلكترونات عند اصطدامه بالهدف = ٦٣.٧× ١٠-٢٥ كجم . م / ث علماً بأن : (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١٢: أثبت أن كل كميتين فيزيائيتين تاليتين لهما وحدة القياس نفسها :

١) ش e × جـ ، ع ض h ٢) ك ع ^{٢} ، h.f ٣) ع ض h / λ ، جـ . ش e ٤) ك $_e$ ع $_e$ = جـ ش $_e$

س١٣: اذكر استخداماً واحداً لمصباح الزينون في ليزر الياقوت .

نتقبل النقد البناء الذي يخدم العلمية التعليمية

تواصلوا معنا عبر صفحتنا على الفيس بوك صفحة (الفريد في الفيزياء) أو صفحة (محمد عبد الرحمن الشرعبي)
أو عبر صفحة (سؤال وجواب) في موقع الفريد في الفيزياء
إعداد وتصميم أ / محمد عبد الرحمن علي الشرعبي