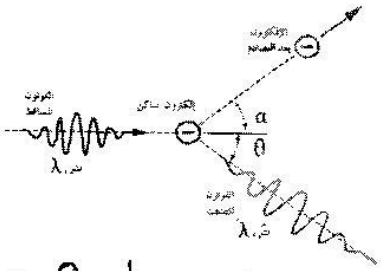
وما بكم من نعمة فمن الله ...

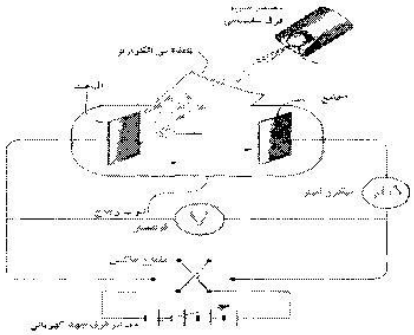
الاسم :

الفيزيـــاء

الوحدة الثانية

الفيزياء الحديثة





awa2el.net

محمد دودين

لا تجعل التاريخ يصنعك . اصنع تاريخك بنفسك

إن الصخور تسد الطريق أمام الضعفاء بينما يرتكز عليها الأقوياء ليصلوا الى القمة

وما بكم من نعمة فمن الله . . .

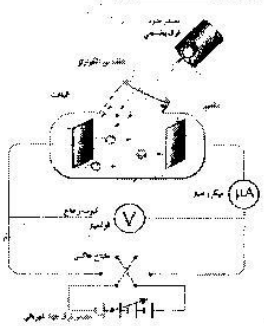
الاسم :

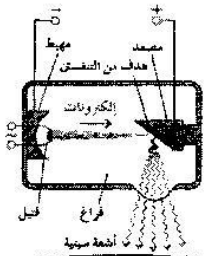
الفيزيـــاء

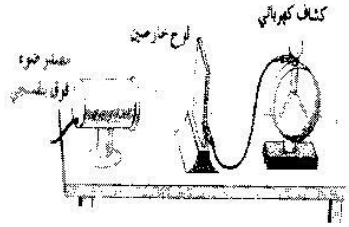
awaleL.net

مهارات في

فيزياء الكم [فيزياء الذرة]







إعداد

محمد دودين

القسم الأول : الاشعاع [فرضية التكميم لبلانك]

ما هي العلاقة بين الإشعاع وعلم الذرة ؟

تعتبر الذرة أهم مصادر الإشعاع (الضوء) . ويعد الإشعاع المنبعث من الذرة من أهم المصادر لمعرفة أسرار الذرة .

- ط - الطاقة (ط)
- ل - الطول الموجي (λ)
- ت - التردد (ت)

الفيزيـــاء الكلاسـيكية ..

علم الفيزيائيين (العالم الجاهز)

- يصدر الإشعاع عن (الجسيمات المهتزة داخل المادة التي فوق درجة الصفر) حيث هذا الإشعاع يتألف من : موجات كهرومغناطيسية يكون اتبعاثها متصل وفق للنظرية الكلاسيكية ، غير أن النظرية الكلاسيكية واجهت صعوبات في تفسير بعض الظواهر المتعلقة في الإشعاع:

سؤال **ما هي الظواهر التي لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها ؟ ومن استطاع من تفسيرها .**

١- (ظاهرة طيف الامتصاص) : امتصاص المادة للإشعاع
٢- (ظاهرة إشعاع الجسم الأسود) : بعث المادة للإشعاع

☺- استطاع من تفسير هذه الظواهر الحديثة - علم الفيزياء الحديثة

awa 2el . net

الفيزيـــاء الحديثـــة ..

علم الفرضيات والعلاقات (العالم المجرد)

سؤال ❁ - مع بداية القرن العشرين طرح العالم ماكس بلانك مفهوما حديثا للإشعاع سمي بمبدأ تكميم الطاقة :

اذكر نص مبدأ تكميم الطاقة لبلانك. بالكلمات والرموز ؟

فرضية التكميم لبلانك . (مبدأ تكميم الطاقة) .. حيث افترض بلانك أن :

[الطاقة الكهرومغناطيسية تشع أو تمتص على شكل مضاعفات لكمية أساسية غير قابلة للتجزئة تتناسب طرديا مع تردد مصدر الإشعاع]، وتحتسب الوحدة الأساسية للطاقة(الفوتون) من العلاقة :

[ط = هـ ت] حيث : ط : الطاقة (جول) ، ت : تردد الجسم (هيرتز) أو (١/ث = ث$^{-١}$)

هـ : ثابت بلانك = ٦,٦ × ١٠$^{-٣٤}$ (جول . ث)

... ملاحظات هامة ...

١- تمثل فرضية بلانك مبدأ تكميم الطاقة حيث أن الطاقة تكون مكممة مثلها مثل الشحنة ومن مضاعفات (هـ ت) .
استفاد العالم اينشتين من مبدأ تكميم الطاقة وعممه ، حيث ان الضوء ينبعث على شكل كبات من الطاقة منفصلة اسماها (فوتونات) [أي أن كمية الطاقة الأساسية (الكمه) اسماها (فوتون) حيث [ط = هـ ت] و [ط = ن هـ ت]]

٢- تذكر تقاس الطاقة بالجول : (وهنالك وحدة اصغر هي الإلكترون فولت حيث : للتحويل من جول ← الإلكترون فولت نقسم على)
و يقاس الطول الموجي بالمتر : (وهنالك وحد اصغر مثل : النانو = ١٠$^{-٩}$. الأنجستروم : ١٠$^{-١٠}$. الفيرمي = ١٠$^{-١٥}$)

٣- التردد والطول الموجي متلازمان بعلاقة عكسية حيث.. [ت = س / λ] س: سرعة الضوء وهي ثابتة في الفراغ وتساوي ٣ × ١٠^{٨} م/ث

مثال احسب طاقة فوتون طول موجته ٣٠٠٠ انجستروم بوحدة الإلكترون فولت (e.v)؟

ط = هـ ت = هـ س / λ = ٦,٦ × ١٠$^{-٣٤}$ × ٣ × ١٠^{٨} / ٣٠٠٠ × ١٠$^{-١٠}$ = ٦,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول = ٦,٦ × ١٠$^{-١٩}$ / ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ = ٤,١٢ (e.v) (الكترون فولت)

توضيح : الإلكترون فولت (e.v) ← ط = هـ س / λ ← ط = هـ ن س / λ ← الشحنة الأساسية
جول = ٦,٢ (e.v) ← جول = ٦,٢ (e.v)

الطاقة التي يكتسبها الإلكترون عندما يمر خلال عبر فرق جهد واحد فولت

القسم الثاني : طواهر في الفيزياء الحديثة [الطبيعة المزدوجة للضوء]

تمهيد ...! الطبيعة المزدوجة للضوء ...

سؤال ... هل الضوء (الإشعاع) موجات أم جسيمات ؟ ادعم إجابتك بإثباتات تجريبية .

اقترح العلماء نموذجا للضوء، يفترض أن له طبيعة مزدوجة أي طبيعة موجية واخرى جسيمية ولا يسلك المسلكين معا حيث

- يتصرف الضوء كموجة : وهذا مايعرف بـ : النموذج الموجي للضوء : الذي استطاع تفسير ظواهر ضوئية مثل :
  أ) الإنعكاس ب) الإنكسار
- يتصرف الضوء كجسيم : وهذا مايعرف بـ : النموذج الجسمي للضوء ، حيث مع بداية القرن العشرين تم اكتشاف ظواهر ضوئية فشل النموذج الموجي من تفسيرها ونجح النموذج الجسمي في تفسيرها مثل :
  أ) الظاهرة الكهروضوئية ب) ظاهرة كومبتون ج) ظاهرة الإنبعاث الحراري (الأشعة السينية)

1 الظاهرة الكهروضوئية ...

كهرباء ← ضوء

الكترون ضوئي — فوتون مناسب — فلز (معدن)

سؤال .. وضح المقصود بالظاهرة الكهروضوئية ؟

ظاهرة انطلاق الكترونات من سطح فلز عند سقوط ضوء مناسب ذي تردد معين على سطح الفلز حيث تسمى الإلكترونات المنبعثة بـ (**الإلكترونات الضوئية**)

تفسير الظاهرة وفقا لـ :

الفيزياء الحديثة ..

awa2el . net

* ربط العالم **اينشتين** بين فرضية بلانك والظاهرة الكهروضوئية ووضع **نموذج** لتفسير هذه الظاهرة على النحو التالي :

① . عمم مبدأ تكميم الطاقة لبلانك وافترض ان الضوء ينبعث على شكل كميات اسماها فوتونات . (جسيمات)

② . عند سقوط الفوتون على سطح الفلز يعطي الفوتون الواحد طاقته كاملة لإلكترون واحد فقط (اي عملية امتصاص الطاقة ليست مستمرة)

③ . يجب ان تكون طاقة الفوتون الساقط على الاقل مساوية طاقة ربط الإلكترون مع نواته (اقتران الشغل Φ) لكي يتحرر وعندما تكون طاقة الفوتون الواحد اكبر من اقتران الشغل فان الإلكترون يستغل جزءا من الطاقة للتحرر من سطح الفلز ويحتفظ في الباقي على شكل طاقة حركية حيث يمكن التعبير عن ذلك رياضيا بالمعادلة :

(طاقة الفوتون (ط) = اقتران الشغل (Φ) + الطاقة الحركية العظمى (ط عظمى)) العلاقة لاينشتين تعتمد

تعليق حتى يفلت الكترون من سطح فلز لا بد من تزويد الالكترون بقدر من الطاقة يكافىء طاقة ربطه مع النواة والتي تسمى اقتران الشغل ويرمز لها Φ وهي تختلف من فلز لاخر وتعطى بالعلاقة [Φ = هـ تـ] حيث : تـ تردد العتبة للفلز ويختلف من فلز لاخر

الفلز	اقتران الشغل (إلكترون فولت)
صوديوم	٢,٤٦
ألمنيوم	٤,٠٨
نحاس	٤,٦٥
حديد	٤,٤٠
رصاص	٤,١٤
بوتاسيوم	٢,٢٣
كالسيوم	٢,٨٧

سؤال ماذا يحدث في كل من الحالات (أ ، ب ، جـ) عند زيادة شدة الضوء الساقط (عدد الفوتونات) ؟

أ- لا شيء .
ب- يتحرر عدد الكترونات أكثر .
جـ- يتحرر عدد الكترونات أكثر (يزداد التيار)

توضيح...!

(ج)	(ب)	(أ)
تـ = ٢×١٠^١٥ هيرتز	تـ = ١×١٠^١٥ هيرتز	تـ = ١×١٠^١٥ هيرتز
فوتون فاسي	فوتون فاسي	فوتون فاسي
تـ د = ١×١٠^١٥ هيرتز	تـ د = ١×١٠^١٥ هيرتز	تـ د < تـ
ط > Φ	ط = Φ	ط < Φ
يتحرر الالكترون ولا يمارس الظاهرة	يتحرر الالكترون ويمارس الظاهرة (لا يتحرك)	لا يتحرر الالكترون ولا يمارس الظاهرة

تذكر .. تـ = ؟ يتبع سؤال

الفيزيـــاء الكلاسيكية ..

كان النموذج الموجي هو السائد ويخضع الى الفيزياء الكلاسيكية ووفقا لهذا النموذج فإن :
① الطاقة الضوئية تنتشر على شكل موجات كهرومغناطيسية
② عند سقوط الضوء على سطح الفلز فإن الالكترونات تمتص الطاقة من الضوء على نحو مستمر ... لذلك من المتوقع انه مهما
③ عند زيادة شدة الضوء الساقط (اتساع الموجة) يزداد معدل امتصاص الالكترونات للطاقة وبالتالي تزداد الطاقة الحركية

سؤال على ماذا تعتمد الطاقة الحركية لالكترونات المنبعثة من سطح الفلز في الظاهرة الكهروضوئية :
ا) وفقا لنموذج اينشتين [الفيزياء الحديثة] ب)وفقا للنموذج الموجي [الفيزياء الكلاسيكية]

ا) وفقا لنموذج اينشتين [الفيزياء الحديثة] :
تعتمد (طـ عظمى) على تردد الضوء الساقط فقط
واذا كان تردد الضوء اكبر من تردد العتبه للفلز عندها فإن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة وبالتالي زيادة عدد الالكترونات المتحررة اي زيادة التيار الكهربائي ولكن طاقة الفوتون الواحد لاتتغير ... علل
لان طاقة الفوتون تعتمد فقط على تردد الضوء فقط .

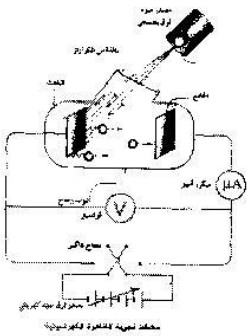
ب)وفقا للنموذج الموجي [الفيزياء الكلاسيكية] :
تعتمد (طـ عظمى) على شدة الضوء الساقط فقط
واذا كانت شدة الضوء مناسبة تنبعث الكترونات من سطح الفلز مهما كان تردد الضوء الساقط ، اي لا تعتمد على تردد الضوء
لله . اثبت التجارب العملية ان (طـ عظمى) تعتمد على تردد الضوء فقط
وهذه هي المعضلة (المشكلة) التي لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها ؟

awa2el.net

تجربة الظاهرة الكهروضوئية ..

⊙ - لقد كان اول من درس هذه الظاهرة تجريبياً العالم « لينارد » مستخدماً دارة الخلية الكهروضوئية والتي تتكون من : (انبوب زجاجي مفرغ من الهواء ، لوحين فلزيين (باعث و جامع) ، بطارية ، ميكروأميتر ، فولتميتر)
وسنقسم هذه التجربة الى قسمين هما :

القسم الأول دراسة العوامل التي يعتمد عليها التيار الكهربائي في الخلية الكهروضوئية ..



⊙ - للبدء بدراسة الظاهرة ، وصل لينارد اللوح الباعث بالقطب السالب للبطارية واللوح الجامع بالقطب الموجب للبطارية
⊙ - لاحظ ليناردأنه عند سقوط حزمة ضوئية تتصف على الباعث يتحرك مؤشر الميكروأميتر ، مما يدل على سريان تيار كهربائي في الدائرة بعيد التوصيل ، ماذا يسمى هذا التيار ؟ الالكترونات المنبعثة من الباعث والمتجهة نحو الجامع
⊙ - استنتج ليناردأن الضوء يزود الالكترونات بقدر كاف من الطاقة مكنها من التحرر من ارتباطها بالفلز والاستقرار بالجامع على شكل طاقة حركية

سؤال . ماهي العوامل التي يعتمد عليها التيار الكهربائي المار في الخلية الكهروضوئية؟
١ . تردد الضوء الساقط (ت > ت₀) ٢ . شدة الضوء الساقط بعد تحقق الشرط (ت > ت₀)
٣ . فرق الجهد الموجب (وصل الجامع بالقطب الموجب)

تذكر ... [ت = م ع / سي] ت : زاد ← ت : زاد م : زاد ← ت : زاد

القسم الثاني دراسة الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية

أ قياس الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية

- تم لينارد بعكس اقطاب البطارية [وصل الباعث بالقطب الموجب والجامع بالقطب السالب] . وذلك لكي ينشأ مجال كهربائي يعاكس حركة الالكترونات ، حيث :
- بدأ بمقدار صغير لفرق الجهد (صفر) ، ثم أخذ بزيادة فرق الجهد تدريجياً ، فلاحظ أن قراءة الميكروامبير تستمر في التناقص الى ان تصبح صفراً " استنتج ان الالكترونات المتحررة تتفاوت في طاقاتها الحركية !! "
- عندما يصبح فرق الجهد بين الموجب كافياً للتغلب الالكترونات التي تمتلك طاقة حركية عظمى (صفر) قراءة الميكروامبير صفراً ، ويسمى هذا المقدار لفرق الجهد بين الموجب بجهد الايقاف (القطع) ويرمز له بالرمز (جـ صفر) ، ويرتبط بالطاقة الحركية (طـ عظمى) بالعلاقة الاتية :

[طـ عظمى = شـ × جـ صفر] . . حيث شـ : شحنة الالكترون وتساوي 1.6×10^{-19} كولوم

يعتمد

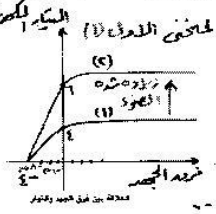
ما الفائدة من تجربة ليناره ؟

لاحظ أن ... ١ ـ تمكننا من التجربة : أولاً قياس فرق جهد القطع وثم ثانياً حساب (طـ عظمى) للالكترونات الضوئية

ب التمثيل البياني بين فرق الجهد والتيار

awa2el . net

أولاً .. عند تمثيل العلاقة بين فرق الجهد (جـ) & التيار الكهربائي (ت) بيانياً نحصل على المنحنى الموضح (١)
وعند زيادة شدة الضوء (كمية الضوء الساقط = عدد الفوتونات الساقطة) نحصل المنحنى (٢)



لاحظ أن ... ١ ـ فرق جهد القطع يقي ثابتاً ، مما يعني أن الطاقة الحركية العظمى للالكترونات يقيت ثابتة أي ان (طـ عظمى) لا تعتمد على شدة الضوء .. (تبقى على تقدم)

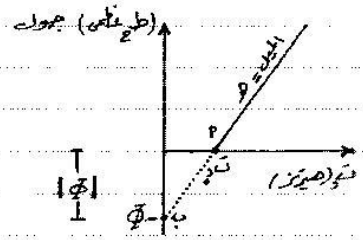
ثانياً .. عند تكرار التجربة باستخدام ضوء (تردده أكبر) وليس شدة اضاءته أكبر ، لوحظ ان فرق جهد القطع يزداد ، مما يعني زيادة الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة أي ان : (طـ عظمى) تزداد بزيادة تردد الضوء .. وبذلك (طـ عظمى) تعتمد على تردد الضوء . (نتيجة عملية تعتمد)

لاحظ أن ... ١ ـ انبعاث الالكترونات يعتمد على تردد الضوء . (وليس على شدة الضوء أو سعة موجة الضوء)

سؤال ما هو الذي لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيره في الظاهرة الكهروضوئية ؟
(هام) لوحظ من النتائج التجريبية لتجربة ليناره للظاهرة الكهروضوئية .. تناقض مع ما تنبأت به الفيزياء الكلاسيكية ؟ فالتجربة أثبتت ان الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة تعتمد فقط على (تردد الضوء) وهذا لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيره .
(جزء الاجابة فقط)

ثالثاً التحقق من صحة معادلة اينشتين الكهروضوئية [التمثيل البياني للعالم ميلكان]

١- لقد كان العالم ميلكان أول من اجرى تجربة للتحقق من صحة ما تنبأ به آينشتين من خلال تمثيل العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة - وبين تردد الضوء الساقط - فوجد



١- علاقة خطية : وميل هذا الخط بيانيا يمثل ثابت بلانك (هـ)
٢- النقطة (أ) : نقطة تماطع الخط المستقيم مع محور التردد تمثل : تردد العتبة للفلز (ق٠)
٣- النقطة (ب) : نقطة تماطع امتداد الخط المستقيم مع محور الطاقة تمثل : اقتران الشغل للفلز (ف) .

لاحظ أن ... هناك علاقة بين الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة وبين تردد الضوء الساقط طردية أي انه ∝ (طح عظمى) تعتمد على تردد الضوء ، وهكذا أثبت ميلكان صحة ما تنبأ به اينشتين وزادت الثقة بنظرية الفوتون ، وبأن الضوء يتكون من وحدات منفصلة من الطاقة ، وقولنا في هذه الفكرة يعني انه للضوء طبيعة جسيمية ، وبذلك يمكننا القول

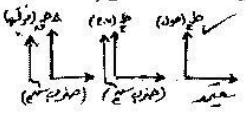
. انه النموذج الجسيمي للضوء نجح في تفسير الظاهرة الكهروضوئية بينما فشل النموذج الموجي في تفسيرها.

تأمل ... لكن الى اي مدى يمكن أن يتشابه سلوك فوتونات الضوء مع الجسيمات المادة ؟ وهل توجد ظواهر غير الظاهرة الكهروضوئية تؤكد الطبيعة الجسيمية للضوء؟ هذا ما سندرسه في الظواهر التالية.

awa2el.net

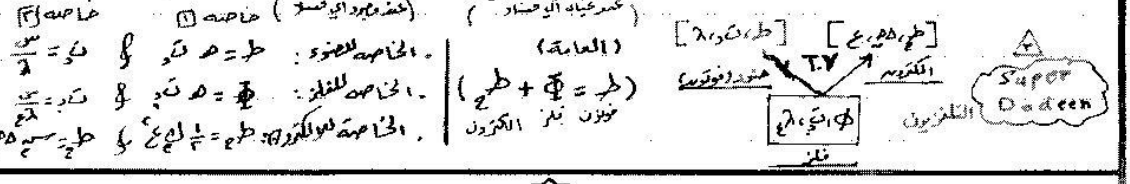
ملاحظات هامة ... ... لحل المسائل على الظاهرة الكهروضوئية يجب مراعاة مايلي ...

△ في الرسم البياني لميلكان . نلاحظ نظرة متماثلة على محور الصادات (الطاقة) فإذا كان يمثل :



١- (طح : جول) : نعتمد .
٢- (طح : ٥٠٧) أو (∆طح : فولت) يضرب المحور (س) لتتحول الى (طح : جول)

△ الطول الموجي الذي يحدث الفلز (المصاحب لتردد العتبة) هو اكبر طول موجي يلزم لتحرير الالكترونات من سطح الفلز والذي يقابل اقل تردد يلزم (ق٠) حيث ق٠ = س/λ٠ أي: اكبر طول موجي



مراجعة شاملة للمادة المقاليه في الظاهرة

اختبر نفسك

سؤال

وضح المقصود بكل من [الالكترونات الضوئية ، اقتران الشغل ، تردد العتبة ، فرق جهد الإيقاف (القطع) ، الإلكترون فولت] ؟

- **الالكترونات الضوئية** : الكترونات **تنطلق** من سطح فلز عند سقوط **ضوء مناسب** عليه ذي تردد معين .
- **اقتران الشغل [Φ]** : **أقل طاقة** لازمة **لتحرير** الإلكترون من سطح الفلز ويعد خاصية مميزة للفلز
- **تردد العتبة [$ت_{\circ}$]** : **أقل تردد** لازم **لتحرير** الإلكترون من سطح الفلز ويعد خاصية مميزة للفلز
- **طول موجة العتبة [λ]** : **اكبر طول موجي** لازم **لتحرير** الإلكترون من سطح الفلز ويعد خاصية مميزة للفلز
- **الإلكترون فولت [e.v]** : **الطاقة** التي يكتسبها الإلكترون عندما **يتحرك** عبر فرق جهد مقداره (**١ فولت**)
- **فرق جهد الإيقاف (القطع) [$\Delta جـ$]** : فرق الجهد بين اللوحين الباعث والجامع والذي يكون **كافيا لإيقاف*** الالكترونات التي تمتلك اكبر **طاقة حركية عظمى** .

سؤال

معتمدا على دراستك للظاهرة الكهروضوئية أجب عن الأسئلة التالية : awa2el.net

أولا : لا يمارس الفلز الظاهرة الكهروضوئية عندما يسقط عليه ضوء تردده اقل من تردد العتبة او حتى يساويه. فسر إجابتك تفسيرا وافيا .

ثانيا : على ماذا تعتمد طاقة الفوتون ؟ وهل تزداد طاقة الضوء بزيادة شدة الضوء؟

ثالثا : قارن بين الفيزياء الحديثة (النموذج الجسمي لاينشتين) وبين الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي)من حيث تفسيرهما

١. للتفاعل بين الفوتون والإلكترون . ٢. على ماذا تعتمد الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة

رابعا : ما المعضلة (المشكلة) التي لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها في الظاهرة الكهروضوئية ؟

الإجابة :-

أولا : لأن الضوء لا يملك طاقة كافية للتغلب على طاقة ربط الإلكترون بنواته عندما يكون تردده اقل حيث ط فوتون < Φ وعندما يساوي تردد العتبة (ط فوتون = Φ) يتحرر فقط ولا ينبعث بطاقة حركية حيث لكي يمارس الفلز الظاهرة لابد من حدوث انبعاث للإلكترون أي ان ط فوتون > Φ الشرط الأساسي

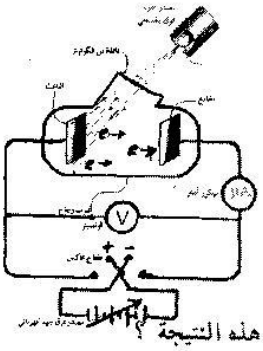
ثانيا : تعتمد طاقة الفوتون الواحد على تردده فقط وبزيادة شدة الضوء أي زيادة عدد الفوتونات الساقطة لا تزداد طاقة الضوء حيث طاقة الفوتون الواحد تبقى ثابته ...وانما يزداد عددهم فقط (شدتهم)

ثالثا :

١) وفقا لنموذج اينشتين [الفيزياء الحديثة] :	٢)وفقا للنموذج الموجي [الفيزياء الكلاسيكية] :
١.عند سقوط **الفوتون** على سطح الفلز يعطي الفوتون الواحد طاقه كاملة لإلكترون واحد فقط أي ان **عملية امتصاص الطاقة ليست مستمرة** وهذا ما يعرف بالنموذج الجسمي للضوء ٢.تعتمد (ط ح عظمى) على **تردد الضوء الساقط**	١.عند سقوط **الضوء** على سطح الفلز فان الالكترونات تمتص الطاقة الضوئية على نحو مستمر ان **عملية امتصاص الطاقة مستمرة** وهذا ما يعرف بالنموذج الموجي للضوء ٢.تعتمد (ط ح عظمى) على **شدة الضوء الساقط** ؟!

رابعا :

لماذا الظاهرة الكهروضوئية تعتمد في الأساس **على تردد الضوء** وليس على شدة الضوء وهذا ما لوحظ للنتائج التجريبية للخلية الكهروضوئية (تجربة لينارد)



سؤال ج في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية تم استخدام ليناردة دارة الخلية الكهروضوئية المبينة في الشكل المجاور . تمعن الدارة واجب عمايلي:

أولا : ما هي العوامل التي يعتمد عليها كل من :

١. التيار الكهربائي في الدارة ٢. الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة من الباعث

ثانيا : ماذا يحدث لكل من (تيار الخلية ، فرق جهد القطع) مفسرا اجابتك لكل حالة

١. عند زيادة شدة الضوء المناسب ب. عند زيادة تردد الضوء المناسب ؟

ثالثا : كيف استنتج لينارد ان الإلكترونات المتحررة متفاوته في طاقاتها الحركية .وكيف فسر اينشتين هذه النتيجة ؟

رابعا : كيف تفسركل مما يلي :

awa2el.net

١. انبعاث الكترونات من سطح الباعث في الشكل .

٢. يزداد مقدار التيار الكهربائي في الخلية الكهروضوئية بزيادة شدة الضوء .

٣. يبقى فرق جهد الإيقاف (القطع) ثابتا في الخلية الكهروضوئية بالرغم من زيادة شدة الضوء .

٤. اسقط فوتونان مختلفان في التردد على سطح نفس الفلز فانطلق من الفلز الكترونان متساويان في الطاقة الحركية.

خامسا : ارسم العلاقة البيانية بين فرق جهد القطع وتيار الخلية محدد على الرسم جهد القطع .

اولا : يعتمد التيار الكهربائي على :

١) تردد الضوء الساقط $ت_{\circ} > ت_{\circ}$ ٢) شدة الضوء الساقط شرط ان $ت_{\circ} > ت_{\circ}$ ٣) الجهد الموجب لحد معين للوح الجامع

تعتمد الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة من الباعث فقط على تردد الضوء الساقط

وهنالك عاملين استنتاجيين هما : ١) اقتران الشغل ← $ط = ط_{\circ} + ط_{ح}$ ← $\begin{cases} 1+5=6 \\ 2+4=6 \\ 3+3=6 \end{cases}$

٢) الجهد الموجب لحد معين للوح الجامع

ثانيا :عند زيادة شدة الضوء يزداد التيار بسبب زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي زيادة عدد الالكترونات المنبعثة ولكن فرق جهد القطع يبقى ثابت حيث يعتمد على طاقة او تردد الفوتون حيث زيادة شدة الضوء لا تزيد من طاقة الفوتون فتبقى طاقته الحركية ثابتة عند زيادة تردد الضوء تزداد الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة وبالتالي تسارعها مما يعني زيادة التيار زيادة جهد القطع

ثالثا: استنتج لينارد من تناقص قراءة الميكروأميتر تدريجيا ان الالكترونات تتفاوت في الطاقة الحركية .....

حيث **فسر اينشتين** هذا التفاوت في الطاقة الحركية على النحو التالي :حيث الالكترونات القريبة من السطح لا تصطدم بذرات الفلز لذلك تمتلك اكبر قدر ممكن من الطاقة الحركية والالكترونات المتحررة من الطبقات السفلية للفلز تعاني تصادمات مع ذرات الفلز مما يقلل من طاقتها الحركية فلا تكون طاقتها الحركية عظمى.

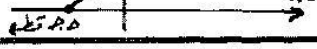
رابعا :١) لان الضوء زود الالكترونات بقدر كاف من الطاقة مكنها من التحرر من ارتباطها والاحتفاظ بالباقي على شكل طاقة حركية.

٢) لأن زيادة شدة الضوء يعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات المتحررة اي زيادة التيار الكهربائي ولكن شرط ان يكون تردد الفوتون اكبر من تردد العتبة للفلز

٣) لان فرق جهد القطع يعتمد على طاقة او تردد الفوتون حيث زيادة شدة الضوء لا تزيد من طاقة الفوتون فتبقى طاقته الحركية ثابة

٤) لان الإلكترونان انطلقا من اماكن مختلفة من الفز حيث الفوتون ذي التردد الأعلى انتزع الكترون من عمق اكبرفعاني تصادم اكثر

خامسا :



مثال (١) إذا كان اقتران الشغل لفلز ($٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$) جول وسقط عليه ضوء طاقته ($١٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$) جول .احسب :

١- تردد الضوء الساقط "(تردد الفوتون) " . خاصة (١)
٢- طول موجة الضوء الساقط خاصة (٢)
٣- تردد العتبة لمادة الفلز خاصة (٢)
٤- اكبر طول موجه يستطيع تحرير الكترونات من سطح الفلز
٥- الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة . (العامة)
٦- فرق جهد الإيقاف " جهد القطع " خاصة (٢)
٧- السرعة القصوى للالكترونات المنبعثة. استنتاجي (خاصة(٥)

١. $ط = ص ت_د \leftarrow ت_د = \frac{ط}{ص} = \frac{١٣,٢ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ٢ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٢. $\lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢ \times ١٠^{١٥}} = ١,٥ \times ١٠^{-٧}$ م

٣. $\Phi = ص ت_د \leftarrow ت_د = \frac{\Phi}{ص} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٤. $\lambda_ع = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{١ \times ١٠^{١٥}} = ٣ \times ١٠^{-٧}$ م

٥. $ط = \Phi + ط_ع \leftarrow ط_ع = ط - \Phi$
$ط_ع = ١٣,٢ \times ١٠^{-١٩} - ٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

٦. $ط_ع = سهـ$ جهد
$٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جهد $\leftarrow$ جهد $= ٤,١٣$ فولت

٧. $ط_ع = \frac{١}{٢} ك ع^{٢} \leftarrow ع = \sqrt{\frac{٢ ط_ع}{ك}} = \sqrt{\frac{٢ \times ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}}} = ١٢ \times ١٠^{٥}$ م/ث
(ك ثابت مهم عندكم)

مثال (٢) اسقط ضوء على سطح فلز اقتران دالة الشغل له ($٣,٩ \times ١٠^{-١٩}$)جول ، فانطلقت منه الكترونات ضوئية بطاقة حركية عظمى مقدارها ($٢,٧ \times ١٠^{-١٩}$) جول. اجب عما يلي :

١- احسب تردد الضوء الساقط
٢- ما الشرط اللازم لتحرير الكترونات ضوئية من سطح الفلز دون اكسابه طاقة حركية ؟

١. $ط = \Phi + ط_ع \leftarrow ص ت_د = \Phi + ط_ع$
$\leftarrow ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} ت_د = ٣,٩ \times ١٠^{-١٩} + ٢,٧ \times ١٠^{-١٩}$
$ت_د = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٢. يجب ان تكون طاقة الفوتون = اقتران الشغل أي ان $ت_د = ت_ه$

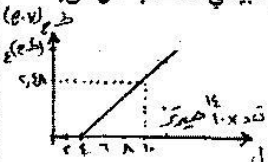
تمرين (٣) سقط ضوء طول موجته (٣٣٠ نم) على فلز مهبط خلية كهروضوئية ، فانطلقت الكترونات من سطحه فإذا كان جهد القطع للفلز حينئذ (٠,٦٢٥) فولت ، احسب :
١ - تردد الضوء ٢- تردد العتبة

١. (خاصة للضوء) .
$ت = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣٣٠ \times ١٠^{-٩}} = \frac{١}{١١} \times ١٠^{١٦}$ هيرتز .

٢. (عامة) $ط = \Phi + ط_ع$ تذكر الموضوع السابق
$ص ت_د = ص ت_ه + سهـ$ جهد
$(٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(\frac{١}{١١} \times ١٠^{١٦}) = (٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}) ت_ه + (١,٦ \times ١٠^{-١٩})(٠,٦٢٥)$
$٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩} ت_ه + ١ \times ١٠^{-١٩}$
$ت_ه = \frac{٥,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ٠,٨٤٨ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

awa2el.net

مثال (٤) بالاعتماد على الرسم البياني ، احسب كل من:



١- ثابت بلانك (هـ)
٢- اقتران دالة الشغل (Φ)
٣- اكبر طول موجي يلزم لتحرير الالكترونات
٤- الطاقة الحركية العظمى بالجول للالكترونات المنبعثة عند إسقاط أشعة ترددها $١٠ \times ٢,٤$ هيرتز .

١. الميل (هـ) $= \frac{\Delta ط_ع}{\Delta ت_د} = \frac{(٢,٥٨ - صفر) \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{(٤ - ١٠) \times ١٠^{١٤}} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث
(يحفظ الجهل للموضوع العامة)

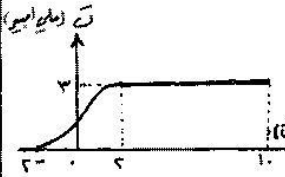
٢. $\Phi = هـ ت_د$
$= (٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(٤ \times ١٠^{١٤}) = ٢٦,٥ \times ١٠^{-٢٠}$ جول (دلل القعدة)

٣. $\lambda_ع = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ١٠^{١٤}} = ٧٥ \times ١٠^{-٨}$ م

٤. (عامة) $ط = \Phi + ط_ع$
$ط_ع = ط - \Phi$
$= ص ت_د - هـ ت_د$
$= (٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(٢,٤ \times ١٠^{١٤}) - (٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(٢ \times ١٠^{١٤})$
$= ٩,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

مثال (٥)

يمثل الرسم البياني العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار المار في الخلية الكهروضوئية . مستعينا بالقيم المثبتة على الرسم اوجد:



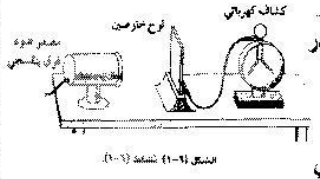
١- مقدار فرق جهد القطع.
٢- الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة من سطح الفلز بالجول .
٣- طاقة الفوتون الساقط على مهبط الخلية .

إذا علمت أن اقتران الشغل الكهروضوئي للفلز $٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول ؟

١. Φ = ٢ فولت (نهتم به مقدارا وليس لعلامة السالبة)
٢. طح = سعي Φ = $(١,٦ \times ١٠^{-١٩})(٢) = ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول .
٣. $ط = \Phi + ط_ح$
$= ٣,٢ \times ١٠^{-١٩} + ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$
$= ٦,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول

نقاط (٦)

في الشكل مصدر ضوئي ، لوح فلزي من الخارصين وكشاف كهربائي ، اذا علمت ان تردد الضوء فوق البنفسجي اكبر من تردد العتبة للخارصين ، اجب عما يلي.

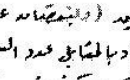


اولا : عند شحن الكشاف بشحنة سالبة (وبالتالي شحن اللوح بشحنة سالبة ؟ ماذا يحدث لورقتي الكشاف عند سقوط الضوء على اللوح ؟ علل .

ثانيا : عند شحن الكشاف بشحنة موجبة لوحظ انفراج ورقتي الكشاف فكيف تفسر ذلك ؟

أولاً .. بما ان $ت_د > ت_و$ سيحدث انبعاث الكترونات ضوئية من لوح الخارصين وبالتالي تقصان عدد الشحنات السالبة على اللوح مما يؤدي الى انطباق ورقتي الكشاف في النهاية .

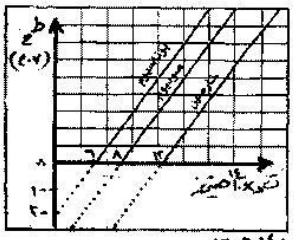
ثانياً .. بما ان $ت_د > ت_و$ سيحدث انبعاث الكترونات ضوئية من لوح الخارصين (وبالتالي نقصان عدد الشحنات السالبة على اللوح سيزداد بالتالي عدد الشحنات الموجبة فيحدث انفراج لورقتي الكشاف ..



تمرين (١)

اختبر نفسك (١٥ دقيقة)

بالاعتماد على الرسم البياني اجب عما يلي :



١- احسب اقتران الشغل لـ البوتاسيوم والصوديوم
٢- اذكر أسماء الفلزات التي تمارس الظاهرة الكهروضوئية إذا كان تردد الضوء الساقط ٦×١٠^{١٤} هيرتز .
٣- أي الفلزات يتطلب تحرير الكترونات من سطحه اكبر طاقة.
٤- المنحنيات المرسومة متوازية ، علام يدل ذلك ؟

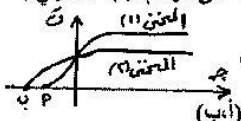
١. Φ (بوتاسيوم) = طاقة/فوتون = $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١,٦ \times ١٠^{١٤} = ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول (من الرسم)
Φ (صوديوم) = ط ف ساقط - طح = $(٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(٨ \times ١٠^{١٤}) - ٥,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول
.. البوتاسيوم هو الصوديوم حيث
$(ت_د > ت_و)$ بوتاسيوم هو $(ت_و > ت_د)$ صوديوم

٣. الخارصين حيث اكبر طاقة اكبر تردد هو الخارصين اكبر Φ وبالتالي اكبر $ت_د$
٤. ميلها ثابت : وميل هذا الثابت (الميل) : ثابت بلانك (h)

awa2el.net

تمرين (٢)

الرسم البياني المجاور يمثل نتائج تجربة اجريت باستخدام خلية كهروضوئية . معتمدا على الرسم اجب عما يلي :



١- اي المنحنيين يمثل شدة الضوء الساقط الأكبر على باعث الخلية . ولماذا .
٢- ماذا تمثل كل من النقطتين (أ،ب)
٣- أي المنحنيين يمثل تردد الضوء الساقط الأكبر . ولماذا ؟

١. المنحنى (١) يمثل شدة الضوء الاكبر . لانه مقدار التيار اكبر
٢. (أ، ب) كل منهما مقدار جهد القطع (الجهد)
٣. المنحنى (٢) يمثل تردد الضوء الساقط الاكبر . لأن مقدار جهد القطع له اكبر .

تمرين (٣)

اثبت أن اكبر طول موجي($\lambda_ع$) يستطيع تحرير الكترونات من سطح فلز يعطي بالعلاقة : [$\lambda_ع = \frac{ص س}{\Phi}$]

$\Phi = ص \, ت_د$ لكن $ت_د = \frac{س}{\lambda_ع}$ حيث اكبر طول موجي يماثله اقل تردد
$\Phi = ص \frac{س}{\lambda_ع}$
$\lambda_ع = \frac{ص س}{\Phi}$ .. وهو المطلوب .

ب : ظاهرة كومتون (الطبيعة المزدوجة لضوء)

تجربة كومتون

أجرى العالم كومتون تجربة قادته الى ظاهرة أصبحت تعرف بظاهرة كومتون

awa2el . net

الهدف من التجربة :

التأكد أن للضوء طبيعة جسمية ، حيث ما يريده كومتون هو إثبات التصادم بين الفوتون " ضوء " والإلكترون يخضع للقوانين ذاتها التي تنطبق على التصادم التام المرونة بين الأجسام المادية .. أي قوانين ١) حفظ الطاقة ٢) وحفظ الزخم (الاندفاع : كمية الحركة)

كمية حركة الجسم على الحركة = الزخم

كمية حركة الفوتون (ط) = طاقة الفوتون / سرعة الضوء

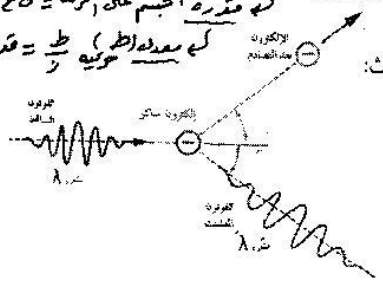
نتائج التجربة :

قام العالم كومتون بإسقاط أشعة سينية (فوتونات) على سطح هدف من مادة الغرافيت حيث:

١- لاحظ تشتت الأشعة السينية عند سقوطها على سطح الهدف .

٢- لاحظ ان تردد الأشعة المتشتة اقل من تردد الأشعة الساقطة $ت_د < ت_س$

٣- وبالتالي طول موجة الأشعة المتشتة أكبر من طول موجة الأشعة الساقطة $\lambda_د > \lambda_س$



سؤال ١ : تفسير كومتون لنتائج التجربة :

كيف فسر كومتون في تجربته ان تردد الأشعة المتشتتة ($ت_د$) اقل من تردد الاشعة الساقطة ($ت_س$) ؟

تتألف الأشعة السينية من فوتونات (جسيمات) حيث طاقة الفوتون الساقط (ط = هـ $ت_س$) ، وعندما يصطدم الفوتون الساقط بإلكترون حر ساكن (ط ح = صفر) ، فان جزء من طاقة الفوتون ينتقل الى الإلكترون لذلك يكتسب الالكترون طاقة حركة (ط ح = صفر) متحركا باتجاه يصنع زاوية (ϕ) مثلا مع امتداد حركة الفوتون الساقط حيث ينحرف الفوتون الساقط بسبب التصادم عن مساره بزاوية (θ) مثلا وبالتالي تقل طاقته وتصبح (ط = هـ $ت_د$) و يقل تردده مما يعني زيادة طوله الموجي مع بقاء سرعة الفوتون ثابته (حيث سرعة الضوء ثابته دائما فوتون ساقط او مشتت س = مقدار ثابت)

$ع = ع = س = 3 \times 10^8$ م/ث في الهواء

سؤال ٢ : قارن بين الظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومتون من حيث

١) ارتباط الإلكترون بالمادة ٢) الطاقة التي يعطيها الفوتون للإلكترون ٣) وماذا يحدث في الفوتون الساقط ؟

الظاهرة الكهروضوئية :	ظاهرة كومتون :
١. الإلكترون بالأصل مرتبط بالنواة	١. الإلكترون حر ساكن وغير مرتبط بالنواة
٢. الفوتون يعطي كل طاقته للإلكترون	٢. الفوتون يعطي جزء من طاقته للإلكترون
٣. يختفي الفوتون (الطاقة الضوئية تحتفظ الضوء لكنه يتحول من شكل الى اخر طاقة وسرعة)	٣. يتشتت الفوتون

سؤال ٣ : علام اعتمد كومتون في تفسيره للنتائج التي حصل عليها في تجربته ؟

على أن الأشعة السينية هي فوتونات (جسيمات) اي على النموذج الجسمي للضوء .

سؤال ٤ التأكد من حفظ الزخم يعتبر المهمة الأصعب في تجربة كومتون لماذا ؟ وكيف حل هذه المهمة الصعبة ؟

لان الزخم صفة للجسيمات ، والعلاقة الكلاسيكية للزخم (ح = ك ع) تتضمن كتلة الجسم في حين ان الفوتون ليس له كتلة

فكيف يمكن حساب زخمه ؟ اعتمد على علاقة اينشتين الخاصة بحساب زخم الفوتون واستخدم العلاقة ($ح_{فوتون} = \frac{ه}{\lambda}$) لحل هذه المهمة الصعبة

هام جداً التأكد من حفظ الطاقة والزخم في ظاهرة كومتون

اثبت كومتون ان التصادم يخضع لقانون حفظ الطاقة أي ان الزيادة في طاقة الالكترون = النقصان في طاقة الفوتون

$\sum ط_{(قبل)} = \sum ط_{(بعد)}$

$ط_{فوتون\ الساقط} + ط_{ح\ ساكنة} = ط_{فوتون\ متشتت} + ط_{ح\ متحركة}$

$ه ت_د + ه ص_ع = ه ت_د + ط_{ح}$

تحفظ $[ه ت_د = ه ت_د + ط_{ح}]$ معادلة كومتون لحفظ الطاقة

$(ه ص_{س} = \frac{ه}{\lambda_{س}} + \frac{1}{2} ك ع^2)$ صورة اخرى

اثبت كومتون من علاقة اينشتين ($ح = \frac{ه}{\lambda}$) ان التصادم يخضع الى قانون حفظ الزخم حيث بعد التصادم :

بعد التصادم :

(زخم الالكترون = زخم الفوتون) تحفظ $(ك ع = \frac{ه}{\lambda})$ معادلة كومتون لحفظ الزخم

تمرين (١٠٠٤) **تمرين ٥** إذا كان الطول الموجي لفوتون قبل الاصدام بالكترون حر ساكن (٢٤٠×١٠^{-١٢} م) وبعد الاصطدام به (٨٠٠×١٠^{-١٢} م)

١. احسب زخم الفوتون بل التصادم ٢. احسب الطاقة التي اكتسبها الإلكترون بعد التصادم

١. $ح_{فوتون} = \frac{ه}{\lambda}$

$= \frac{٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢٤٠ \times ١٠^{-١٢}}$

$= ٢٫٧٥ \times ١٠^{-٢٧}$ جول.ث/م

٢. $ه ت_د = ه ت_د + ط_{ح}$

$ط_{ح} = ه ت_د - ه ت_د$ حيث $ت_د = \frac{س}{\lambda}$ و $ت_د = \frac{س}{\lambda}$

$= ه ص_{س} - ه ص_{س} = ه ص_{س}(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda})$

$= (٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤})(٣ \times ١٠^{٨})(\frac{1}{٢٤٠ \times ١٠^{-١٢}} - \frac{1}{٨٠٠ \times ١٠^{-١٢}})$

$= ٨٢٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول

سؤال ٦ يتفاعل الفوتون مع المادة (الالكترونات) بطرق مختلفة : اجب عمايلي.

١) على ماذا يعتمد هذا التفاعل ٢) اذكر ثلاث طرق على هذا التفاعل

١) يعتمد هذا التفاعل على طاقة الفوتون (او تردده او طول موجته)

٢) الظاهرة الكهروضوئية : الالكترون يحتاج كل طاقة الفوتون .

• وظاهرة كومتون : الالكترون يحتاج جزء من طاقة الفوتون .

• وظاهرة امتصاص الذرة للإشعاع أي انتقال الالكترونات من مستوى معين بالذرة إلى مستوى اعلى . وهذا ما سيشرح في الدرس التالي.

[الأطياف الذرية].. الضوء .. الإشعاع

تعليق .. تعتبر الأشعة السينية (ظاهرة الانبعاث الحراري – الظاهرة الثالثة في الفيزياء الحديثة) من التطبيقات الهامة على ظاهرة الأطياف الذرية . لذلك قبل دراسة الأشعة السينية يجب دراسة الأطياف الذرية . ولفهمها حيث لذلك جهاز متخصص في دراسة الأطياف يسمى **المطياف** (درس سابق)

- **تقسم الأطياف الذرية** (الإشعاع الصادر عن الذرات المهتزة) إلى نوعين رئيسيين هما :

awa2el.net

١ طيف الانبعاث . وهو حالتان (إما انبعاث متصل أو انبعاث منفصل)

أ الحالة الأولى – **طيف الانبعاث المتصل** :

- لاحظ الشكل . إشعاع (تمثله ألوان قوس قزح) متصل تماماً دون انقطاع . 7 طبقات
ومن الأمثلة عليه :
الإشعاع المنبعث من الأجسام الساخنة (مثل الشمس) .

شاشة سوداء

ب الحالة الثانية – **طيف الانبعاث المنفصل** .. [طيف الانبعاث الخطي]

- لاحظ الشكل . إشعاع (تمثله ألوان من ألوان قوس قزح) تظهر على شكل خطوط منفصلة فوق خلفية سوداء . لها أطوال موجية محددة ومن الأمثلة عليه .
- الإشعاع المنبعث من الغازات عند الضغط المنخفض في أنابيب التفريغ الكلوبائي (النيون) (ناتج عن انتقال الالكترونات من مدارات علوية إلى مدارات سفلية)

مهم جداً **سؤال** يعتبر طيف الانبعاث الخطي صفة مميزة للعنصر ؟ فسر ذلك .

لأنه تبين أن لكل عنصر طيف انبعاث خاص به . فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه . لذلك يعتبر طيف الانبعاث الخطي صفة مميزة للعنصر .
سنعود (مثل البصمة عند الإنسان)

سؤال ما اسم الجهاز المستخدم في تحليل الأطياف (المرئية وغير المرئية) ؟؟ [**جهاز المطياف**]

٢ طيف الامتصاص

- لاحظ الشكل . إشعاع (تمثله ألوان قوس قزح)
لكن تعترضها خطوط معتمة سوداء ومن الأمثلة عليه . تحليل الضوء الأبيض (ضوء الشمس) بعد مروره عبر غاز العنصر (H)

مهم جداً **سؤال** يعتبر طيف الامتصاص الخطي صفة مميزة للعنصر ؟ فسر ذلك .

لأنه تبين أن لكل عنصر طيف خاص به (يظهر مكانه خط اسود) فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه . لذلك أيضا صفة مميزة .

تعليق .. سنقتصر دراستنا فقط على طيف الانبعاث المنفصل (الخطي) لذرة الهيدروجين . حيث سيدرس على مرحلتين :
المرحلة الأولى : توزع ذرة هيدروجين ، والمرحلة الثانية : توزع بور لذرة هيدروجين

طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين [ذرة بـــور]

تعليق ..

لاحظ معلم مدرسة سويسري (العالم بالمر) عند دراسة طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين عمليا ظهور أربعة خطوط ملونة في منطقة الضوء المرئي ، وقد أمكن قياس الطول الموجي (λ) لهذه الخطوط الأربعة وكانت (٤١٠,٢ ، ٤٣٤,١ ، ٤٨٦,١ ، ٦٥٦,٣)نم، وقد لاحظ العالم بالمر أن الأرقام تتغير وفق نمط معين ، حيث تمكن من التعبير عنها بمتسلسلة رياضية .

$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{n^2} \right]$ .. حيث $n = 3, 4, 5, 6$ .. (اربع حالات)

R = ثابت ريدبيرج = 1.097×10^7

لكن ما توصل اليه بالمر مجرد معادلة تتفق مع البيانات التجريبية ، لكنها لم تفسر سبب انبعاث خطوط الطيف من ذرة الهيدروجين ، أي أن هذه المشاهدات التجريبية بقيت بدون تفسير نظري – تفسير فيزيائي – (لماذا تبعث الذرة بهذه الخطوط ؟)

الى ان جاء العالم بور عام ١٩١٣م ، وطرح نموذجا للذرة استطاع من خلاله ان يقدم حلولا للصعوبات التي واجهت نموذج رذرفورد من قبله ، حيث درس بور أشهرا عدة في مختبر رذرفورد وكان مقتنعا بأن نموذج رذرفورد في اساسه صحيح ولكنه بحاجه الى تعديل؟ ..

awa2el.net

اولاً نموذج رذرفورد الذري

سؤال

اذكر فرض نموذج رذرفورد ؟ وما هي المشاكل (العيوب) التي واجهها هذا النموذج ؟

اولا : نموذج رذر فورد الذري ..

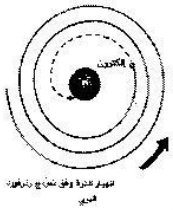
" افترض ان الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة تتركز فيها كتلة الذرة ومن الكترونات سالبة الشحنه تدور حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب حول الشمس ..

ثانيا : مشاكل نموذج رذرفورد الذري..

وفقا للنموذج فإن الالكترون الذي يدور حول النواة يمتلك تسارعا مركزيا ، وفقا للنظرية الكهرومغناطيسية فإن الشحنات المتسارعة تشع موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر لذلك فإن:

١- من المتوقع وفقا لهذا النموذج ان يكون الطيف المنبعث متصلا وليس خطيا (ولكن الواقع طيفا خطيا – نتائج بالمر الاربعة التجريبية)

٢- اشعاع الالكترونات للموجات الكهرومغناطيسية يعني ان الالكترون يفقد طاقة على نحو مستمر ، لذلك فإن نصف قطر مدار الالكترون سيتناقص تدريجيا الى ان يصطدم بالنواة أي انهيار الذرة (المادة) وبذلك وفقا لنموذج رذر فورد تكون الذرة دائما غير مستقرة . (ولكن الواقع يظهر العديد من الذرات في الكون مستقرة)



تعليق ..

لم يهمل العالم بور نموذج رذرفورد ووضعه تحت التعديل ، واستفاد من الفكرة الجديدة التي كانت مطروحه آنذاك وهي من " مبدأ التكميم لبلانك " واقترح تعميم هذا المبدأ ليشمل الذرة وتمكن من وضع نموذج لذرة الهيدروجين

ساهم في : انجازات (حسابات) عظيمة ؟

ثانياً نموذج بـــور الذري

سؤال ٥ اذكر فرضيات نموذج بور الذري الاربعة ؟

awa2el.net

(١) يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات دائرية بتأثير قوة الجذب الكهربائية بين الإلكترون ذي الشحنة السالبة والنواة موجبة الشحنة .

(٢) هناك مجموعة محددة من المدارات يمكن للإلكترون أن يتواجد فيها ، وتكون طاقته في أي من هذه المدارات ثابتة ، ويمكن في هذه الحالة وصف هذه المدارات بأنها : " مستويات طاقة " ولا يمكن للإلكترون أن يشع طاقة طالما بقي في مستوى طاقة معين .

(٣) يشع الإلكترون إذا انتقل من مستوى طاقة عالٍ إلى مستوى طاقة منخفض ، وتكون الطاقة المنبعثة مكممة على شكل فوتون ، كما يمكن للإلكترون أن ينتقل من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عالٍ إذا امتص فوتونا طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين .
ويمكن حساب طاقة الفوتون المنبعث او الممتص من العلاقة [$ط_{فوتون} = |ط_{ن} - ط_{ن'}| = هـ ت د$] حيث :
ط : طاقة المستوى النهائي ($ط_{ن}$) $ط_{ن}$: طاقة المستوى الابتدائي ($ط_{ن'}$) هـ ت د = طاقة الفوتون (بالجول)

(٤) يمتلك الإلكترون الذي يدور حول النواة زخما زاويا (الزخم الزاوي = ك ع نق) ، ويكون لهذا الزخم " كـــم " محدد .
فالمدارات المسموح للالكترون ان يتواجد فيها هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للالكترون من مضاعفات ($\frac{هـ}{٢\pi}$) اي أن :
[ك ع نق = ن $\frac{هـ}{٢\pi}$] حيث ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، ..... رقم المدار المسموح فيه للإلكترون .

سؤال ١ تمثل العلاقة [ك ع نق = ن $\frac{هـ}{٢\pi}$] فرضاً من فروض بور :

١) اكتب نص الفرضية التي تمثلها هذه العلاقة ؟... بكتابه الفرض الرابع السابق كاملاً ..

٢) اعتماداً على هذه العلاقة بين ان الطاقة الحركية تعطى بـ (ط ح = $\frac{١}{٨}$ $\frac{ن^٢ هـ^٢}{ك \pi^٢ نق^٢}$) ؟

(4.0)
2.00

(ط ح = $\frac{١}{٢}$ ك ع^٢ ..... (١)) لكن ك ع نق = ن $\frac{هـ}{٢\pi}$ ← ع = ن $\frac{هـ}{٢\pi ك نق}$ ← ع^٢ = $\frac{ن^٢ هـ^٢}{٤\pi^٢ ك^٢ نق^٢}$ ..... (٢)
بتعويض (٢) في (١)
ط ح = $\frac{١}{٢}$ ك ($\frac{ن^٢ هـ^٢}{٤\pi^٢ ك^٢ نق^٢}$) ← ط ح = $\frac{١}{٨}$ $\frac{ن^٢ هـ^٢}{ك \pi^٢ نق^٢}$ # وهو المطلوب

4.0

سؤال ٢ من المشكلات التي واجهت نموذج رذرفورد مشكلة استقرار الذرة :

أ- لماذا لا يمكن أن تكون الذرة مستقرة وفقاً لهذا النموذج ؟

ب- كيف عالج بور هذه المشكلة ؟

جـ اختر الإجابة الصحيحة : استخدم العالم بور في وضع نموذجه المستقر للذرة مبدأ :

١- حفظ الزخم ٢- حفظ الشحنة ٣- تكميم الشحنة ٤- تكميم الطاقة لبلانك

Book

أ .لان الإلكترون المتسارع وفقا للنظرية الكهرومغناطيسية سيفقد طاقة بشكل مستمر وهذا يعني فإن نصف قطر مدار الإلكترون سيتناقص تدريجيا إلى أن يصطدم بالنواة أي انهيار الذرة .

ب . افترض بور ان الالكترون يشع طاقة فقط إذا انتقل من مستوى طاقة عالٍ الى منخفض اما اذا بقي في مستوى طاقة معين فلا يمكن ان يشع طاقة.

ج. ٤- تكميم الطاقة لبلانك (في الفرض الثالث)

انجازات وحسابات قدمها بور على صعيد ذرة الهيدروجين

١ حساب الزخم الزاوي للالكترون في مداره (ن = ١, ٢, ٣ .....)

أولاً

$$[\text{خ}_{\text{ز}} = \text{ن} \times \frac{\text{ه}}{2\pi}]$$

حيث ن : رقم المدار (المستوى)

$\frac{\text{ه}}{2\pi} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14} = 1.05 \times 10^{-34}$ ثابت سوف نعتبرها (نحفظ) لتسهيل حل المسائل

٢ حساب نصف قطر المدار الذي يوجد فيه الالكترون (ن = ١, ٢, ٣ .....)

awa2el.net

ثانياً

$$[\text{نق}_{\text{ن}} = \text{ن}^2 \times \text{نق}_{\text{ا}}]$$

حيث ن : رقم المدار (المستوى)

نق$_{\text{ا}}$: ثابت بور $= 0.529 \times 10^{-10}$ م ثابت لا نحفظ (سوف نعطى)

أحياناً يقرب ونعطى بالمدار نق$_{\text{ا}} = 0.53 \times 10^{-10}$ م

٣ حساب طاقة الالكترون في مداره (ن = ١, ٢, ٣ .....)

ثالثاً

$$[\text{ط}_{\text{ن}} = \frac{-13.6}{\text{ن}^2}]$$

(ق.ذ) طاقة الالكترون بمداره بوحدة الالكترون فولت.

* (١٣,٦) ثابت لا نحفظه سوف نعطى حيث ط$_{\text{ا}} = -13.6$ ق.ذ

مثال : احسب طاقة الالكترون عندما يتواجد في كل المدارات (١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦) (وطاقة غ ص).

- ط$_{\text{ا}} = \frac{-13.6}{(1)^2} = -13.6$ ق.ذ (مستوى الاستقرار، مدار بور)
- ط$_{\text{ب}} = \frac{-13.6}{(2)^2} = -3.4$ ق.ذ
- ط$_{\text{ج}} = \frac{-13.6}{(3)^2} = -1.51$ ق.ذ
- ط$_{\text{د}} = \frac{-13.6}{(4)^2} = -0.85$ ق.ذ
- ط$_{\text{هـ}} = \frac{-13.6}{(5)^2} = -0.54$ ق.ذ
- ط$_{\text{و}} = \frac{-13.6}{(6)^2} = -0.37$ ق.ذ
- ط$_{\infty} = \frac{-13.6}{(\infty)^2} =$ صفر (المدار مرتبط بالذرة نهائياً).

سؤال : ما الأهمية الفيزيائية للاشارة السالبة في العلاقة ($\text{ط} = \frac{-13.6}{\text{ن}^2}$) ؟ لكي يتحرر الالكترون بطاقة لكي يتحرر من الذرة، دون اكتساب طاقة حركية

٤ اثبات العلاقة التجريبية (متسلسلة بالمر وريدبيرغ) وتعميمها لتشمل حساب (λ) للفوتون المنبعث والممتص

رابعاً

$$[\frac{1}{\lambda}_{\text{فوتون}} = \text{R} \left| \frac{1}{\text{ن}^2_{\text{نهاية}}} - \frac{1}{\text{ن}^2_{\text{بداية}}} \right|]$$

حيث R : ثابت ريدبيرغ $= 1.097 \times 10^{7}$ م$^{-1}$

ثابت لا نحفظ ونكتفي انه يقرب احياناً

حيث R $= 1 \times 10^{7}$ م$^{-1}$ او R $= 1 \times 10^{7}$ م$^{-1}$

حسب نوايت الوزارة يكتفى

الإنجاز العظيم

اعتمد بور على فرضيته الثالثة والتي تشير الى ان الاشعاع المنبعث او الممتص يكون منفصلا وذا تردد محدد ويساوي فرق الطاقة بين المستويين اللذين ينتقل بينهما الالكترون ، وهذا يتفق مع ما توصل اليه تجريبيا عن الطيف الخطي (متسلسلة بالمر وريدبيرغ) . وتمكن من حساب الأطوال الموجيه الاربعة فيزيائيا ؟

سؤال: استخدم فرضية بور الثالثة في اثبات العلاقة $\frac{1}{\lambda} = R \left| \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right|$

فرضية الثالثة: $ط_{فوتون} = |ط_2 - ط_1|$ وبالاستعانة بما سبق بالبند (ط = هـ ت) $R = \frac{\text{ثابت بلانك} \times \text{سرعة الضوء}}{\text{هـ س}}$

$هـ ت = |ط_2 - ط_1| \times$ سرعة الضوء ... حيث هـ ت (بالجول) لذلك يجب التحويل من eV الى جول

$\frac{هـ س}{\lambda} = |ط_2 - ط_1| \times$ سرعة الضوء $\left| \frac{-٣٫٦}{n_2^2} - \frac{-٣٫٦}{n_1^2} \right| \times$ سرعة الضوء (وبإعادة ترتيب المقدار واستخراج ٣٫٦ عامل مشترك)

$\frac{1}{\lambda} = \frac{\text{سرعة الضوء} \times ٣٫٦}{هـ س} \left| \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right|$ ... حيث $\frac{\text{سرعة الضوء} \times ٣٫٦}{هـ س} = R$ (ثابت ريدبيرغ) $= ١٫٠٩٧ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$

$\left| \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right| = \left| \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right|$ قيمة مطلقة

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R \left| \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right|$

حيث n_1 هي رقم (المدار) تعطي طول موجة المتبوع (λ) بينما n_2 يعطي دائما رقم أعلى من n_1 حيث يتم تماما مع نتائج بالمر التجريبية الآتية ... ولكن من هذا القانون كمثل فيتم (λ):

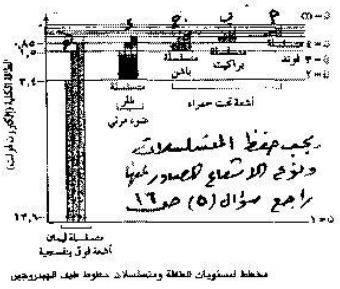
(التي تبعثها ذرة تحتوي الذرة ١ فقط) في سلسلة بالمر (متسلسلة) تقتصر فقط على الانبعاث ↑

إنجاز عظيم

awa2el.net

تعليق..

بدأ العلماء بعد بالمر (مثل ليمان ،باشن، براكيت،و فوند) بدراسة العلاقات التجريبية التي تعطي أطول موجات طيف ذرة الهيدروجين تجريبيا (عمليا بطرق اثارة مختلفة) في منطقة الطيف غير المرئي (تحت الحمراء وفوق البنفسجية) مستخدمين المطياف في ذلك. حيث توافقت نتائجهم التجريبية مع معادلة بور للاطوال الموجية . وقد عرفت نتائجهم باسم (متسلسلة) وسميت حسب مكتشفيها عمليا (اسم المتسلسلة = اسم العالم المكتشف عمليا – تجريبا-) على النحو التالي :



١. متسلسلة ليمان : $\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{١^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$ حيث n_2 : ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ... (انبعاث)
(أي مدار خارجي وأكبر من (١))

٢. متسلسلة بالمر : $\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{٢^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$ حيث n_2 : ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ... (انبعاث)

٣. متسلسلة باشن : $\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{٣^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$ حيث n_2 : ٤ ، ٥ ، ٦ ... (انبعاث)

٤. متسلسلة براكيت : $\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{٤^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$ حيث n_2 : ٥ ، ٦ ... (انبعاث)

٥. متسلسلة فوند : $\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{٥^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$ حيث n_2 : ٦ ... (انبعاث)

ملاحظة: متسلسلة ليمان ذرة الهيدروجين : هي مجموعة خطوط الطيف الناتجة عن انتقال الالكترون من مدار عالي الى مدار سفلي

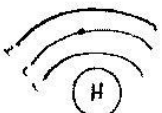
نجاح بور في تفسير الأطياف الذرية لذرة الهيدروجين ، والأيونات ذات الالكترون الواحد (He ، Li) ولكن هناك مأخذ على هذا النموذج هي :

١- لم يتمكن من التنبؤ بالأطوال الموجية لأطياف الذات عديدة الالكترونات

٢- لم يتمكن أيضا من تفسير ما لوحظ عند تفحص الطيف الخطي بأدوات ذات دقة عالية حيث تبين أن بعض الخطوط تتألف من خطين متقاربين أو أكثر

استطاع بعد ذلك الاجابة على هذه الاستفسارات العالم شرودنجر من طرح أفكار أدت إلى ميلاد نظرية جديدة تسمى ميكانيكا الكم ..

مثال (١) إلكترون موجود في المدار الثاني لذرة بور ، احسب :



١- نصف قطر المدار الموجود فيه الإلكترون
٢- الزخم الزاوي لإلكترون في هذا المدار
٣- سرعة الإلكترون في هذا المدار
٤- الطاقة الكلية لهذا الإلكترون في مداره .
٥- الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون . (دون اكسابه طاقة حركية)
٦- طاقة الفوتون المنبعث عند انتقال الإلكترون إلى مستوى الاستقرار ؟ حدد المتسلسلة التي ينتمي لها الطيف المنبعث .

١. $ن_{نق} = ن^2$ نق

$= (٤)(٠,٥٣ \times ١٠^{-١٠}) = ١٠ \times ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}$ م

٢. $خ_ز = ن \frac{هـ}{٢\pi}$ $= \frac{(٤)(٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})}{(٢ \times ٣,١٤)} = ١٠ \times ٢١٠ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث

٣. $\because$ ع نق $= خ_ز$ $\Leftarrow$ $خ_ز = ن هـ_{نق}$ $= ك$ ع نق

$(٩,١١ \times ١٠^{-٣١})(٤)(١٠ \times ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}) = ١٠ \times ٢١٠ \times ١٠^{-٣٤}$

ع $= \frac{١٠ \times ٢١٠ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠ \times ٩,١١ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠ \times ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}} \approx ١٠ \times ٩١ \times ١٠^{٤}$ م/ث

٤. طـ $= \frac{-١٣,٦}{ن^2}$ $= \frac{-١٣,٦}{٤}$ $= -٣,٤$ (e.V)

$\because$ طاقة المستوى (الحالة)

٥. طـ $= |\frac{-١٣,٦}{ن^2}| = |\frac{-١٣,٦}{٤}| = +٣,٤$ (e.V)

$\because$ طاقة الإلكترون (التحرير) (امتصاص)

٦. طـ فوتون $= |$ طـ $_{بعد}$ $-$ طـ $_{قبل}|$

$= |-١٣,٦ - -٣,٤|$

$= |$ ق $\times$ ل $|$ $\Leftarrow$ البعاث

طـ $_{بعد}$ $= -٣,٤$ e.V $\Leftarrow$ طـ $_{بعد}$ $= \frac{-١٣,٦}{ن^2}$ $\Leftarrow$ المستقر $ن = ١$

طـ $_{قبل}$ $= -١٣,٦$ e.V $\Leftarrow$ طـ $_{قبل}$ $= \frac{-١٣,٦}{ن^2}$ $\Leftarrow$ المثار $ن = ٢$

يسمى الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث الى متسلسلة ليمان .

تعريف إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في مدار ما ($٥,٢٥ \times ١٠^{-٣٤}$ جول .ث) احسب رقم المدار الذي يدور فيه الإلكترون. $خ_ز = ن \frac{هـ}{٢\pi} \Leftarrow ن = ٥$

تعريف . عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الخامس إلى مستوى الطاقة الثاني انبعث فوتون تردده ($٦,٩٣ \times ١٠^{١٤}$ هيرتز) الى اي متسلسلة ينتمي الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث ثم احسب ثابت ريدبيرغ (R)

الاجابة .. $\frac{١}{\lambda} = R |\frac{١}{ن_{قل}^2} - \frac{١}{ن_{بعد}^2}|$ $\Leftarrow$ $R = \frac{ك د}{س}$ $\Leftarrow$ $R = |\frac{١}{ن_{قل}^2} - \frac{١}{ن_{بعد}^2}|$ $\Leftarrow$ $R = |\frac{١}{٢^2} - \frac{١}{٥^2}|$

$= ١٠ \times ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$

مثال (٢) امتصت ذرة هيدروجين مثارة فوتونا من الضوء إذا كان الإلكترون أصلا في المستوى الثاني وارتفع إلى المستوى الخامس ، فاجب عن الأسئلة التالية :

١- احسب طول موجة وتردد طاقة الفوتون الممتص
٢- إذا عاد الإلكترون إلى المستوى الأول فاحسب :
طول موجة الفوتون المنبعث علما بأن. $R = ١,٠٩ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$

awa2el.net

(الامتصاص) (ن $\leftarrow$ ن)

① $|\frac{١}{ن_{قل}^2} - \frac{١}{ن_{بعد}^2}| R = \frac{١}{\lambda}$ $\Leftarrow$ $|\frac{١}{٢^2} - \frac{١}{٥^2}| ١,٠٩ \times ١٠^{٧} = \frac{١}{\lambda}$

$\frac{١}{\lambda} = (\frac{٢١}{١٠٠})١,٠٩ \times ١٠^{٧} = ٢٢٨٩ \times ١٠^{٣}$

$\lambda \Leftarrow \frac{١}{٢٢٨٩ \times ١٠^{٣}}$ م

$ك = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{١}{٢٢٨٩ \times ١٠^{-٣}}} = ٦٨٩٤ \times ١٠^{١١}$ هيرتز

$ك = هـ د = (٦,٦ \times ١٠^{-٣٤})(٦٨٩٤ \times ١٠^{١١}) = ٤٥٥ \times ١٠^{-٢١}$ جول

(الانبعاث)

② $|\frac{١}{ن_{قل}^2} - \frac{١}{ن_{بعد}^2}| R = \frac{١}{\lambda}$ $\Leftarrow$ $|\frac{١}{٥^2} - \frac{١}{١^2}| ١,٠٩ \times ١٠^{٧} = \frac{١}{\lambda}$

$\frac{١}{\lambda} = (\frac{٢٤}{٢٥})١,٠٩ \times ١٠^{٧} = ١٠٤٦٤ \times ١٠^{٣}$

$\lambda = \frac{١}{١٠٤٦٤ \times ١٠^{٣}}$ م

ملخص نموذج بور

أ مرحلة الثبات في الدوران في نفس المدار

① $ن_{نق} = ن^2 \times ن_{نق}$

② طـ $= \frac{-١٣,٦}{ن^2}$ e.V $\Leftarrow$ طـ $_{المثار} = \frac{-١٣,٦}{٢^2}$ e.V

③ $خ_ز = ن \frac{هـ}{٢\pi} = ن$ ع نق

ب مرحلة الانتقال بين مداريين او مستويين طاقة

④ $\frac{١}{\lambda} = R |\frac{١}{ن_{بعد}^2} - \frac{١}{ن_{قل}^2}|$ (الفساد)

⑤ $ك د = \frac{س}{\lambda}$ $(\lambda, ك د, طـ)$ للفوتون المنبعث او الممتص

⑥ طـ $= هـ$ ك د

مثال ٣ (ط ← ط)

انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة (-٠,٨٥ ev) إلى مستوى الطاقة (-٣,٤ ev) احسب :

١- نصف قطر المدار الذي كان فيه .

٢- الزخم الزاوي للإلكترون في المدار الذي ذهب إليه

٣- طول موجة الفوتون المنبعث . علماً أن $R = 1.097 \times 10^{7}\ m^{-1}$

٤- ما المتسلسلة التي ينتمي لها الفوتون وما نوع الإشعاع الناتج؟

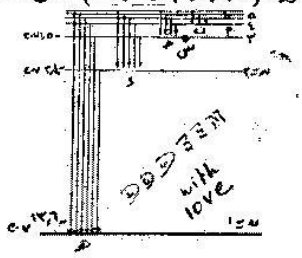
مثال ٤

اثبت أن سرعة الإلكترون في المدار (ن) في ذرة الهيدروجين يعطي بالعلاقة : $[ع = \frac{2\pi k e^2}{n h}]$

أو .اثبت أن سرعة الإلكترون في المدار (ن) في ذرة الهيدروجين تبقى ثابتة في نفس الدار (ن).

مثال ٥ super

يبين الشكل مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين ومتسلسلات أطيافها الذرية (أ . ب . جـ . د . هـ) تمعن الشكل ثم اجب:



١- سم كل من المتسلسلات (أ . ب . جـ . د . هـ) ثم حدد لون الإشعاع المنبعث من كل متسلسلة

٢- اي المتسلسلات تحتوي فوتونات أطوالها الموجية اكبر ما يمكن ، فسر إجابتك ؟

٣- أي المتسلسلات تحتوي فوتونات ترددها اكبر ما يمكن ، فسر إجابتك .

٤- ماذا يحدث للإلكترون (س) عندما ينتقل بين مستويين مختلفين من مستويات الطاقة ؟

٥- احسب اقصر طول موجي في متسلسلة بالمر (وزيفة)

القسم الثالث : فرضية دي بروي [الطبيعة المزدوجة للمادة]

تعليق .. ☺ هل للجسيمات طبيعة موجية كما للموجات طبيعة جسيمية ؟

- الضوء موجة : له طبيعة مزدوجة [موجية و جسيمية]
- المادة (جسيم) : هل لها طبيعة مزدوجة [جسيمية و موجية]..... تذكر الطبيعة ضعف التعاقل .Dodeenca]

- طرحت هذه الفكرة من قبل العالم دي بروي ، ووضع فرضيته على النحو التالي :

☺- اقترح أن للجسيمات المادية خصائص موجية تماما كما للموجات خصائص جسيمية حيث : إذا كان زخم الفوتون ($خ = \frac{هـ}{\lambda}$) ، فان طول موجته ($\lambda_{موجة} = \frac{هـ}{خ}$) ، ويمكن تعميم هذه العلاقة لتشمل الجسيمات المادية بالقول أن : طول موجة الجسيم (المادة):[$\lambda_{جسيم} = \frac{هـ}{خ}$].

☺- وبما أن للجسيم المادي كتلة فان زخمه يعطي بالعلاقة [خ = ك ع] اي أن :

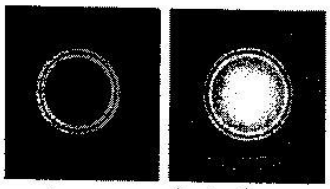
[$\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$] حيث λ : طول الموجة المصاحبة للجسيم المادي وتعرف " بموجة دي بروي"

أ التحقق من فرض دي بروي ... من قبل العالمان [دافيسون و جيرمر]

awa2el.net

- اعتبر العلماء أن ما طرحه دي بروي مجرد فرض بني على دراسة نظرية بحته ، إلى أن قام العالمان (دافيسون و جيرمر) بالتحقق من ذلك عمليا عندما لاحظ العالمان نمط لحيود موجات الالكترونات عند سقوط حزمة من الالكترونات على بلورة من مادة فلزية (مثل الألمنيوم).

☺ - لاحظ أن : حيود موجات الجسيمات (الالكترونات) تشابه حيود الضوء:



أ- حيود موجات الالكترونات ب- حيود الضوء

. توالت التجارب بعد تجربة دافيسون وجيرمر التي لوحظ فيها أنماط حيود لموجات جسيمات اخرى مثل " النيوترونات و ذرات الهيدروجين "

ب الفائدة من الخصائص الموجية للالكترونات :

سؤال ١ : اذكر استخدام في الحياة العملية للخصائص الموجية للالكترونات ؟

☺ - قد أمكن الاستفادة من الخصائص الموجية للالكترونات عمليا في تصميم المجهر الالكتروني ..

سؤال ٢ : للمجهر الالكتروني قوة تمييز عالية تفوق قوة تمييز المجهر الضوئي ؟ علل ذلك ؟

. ذلك لأنه عند استخدام المجهر الضوئي فإننا نسلط ضوءاً على العينة لتمكن من رؤيتها ولا يستطيع المجهر إظهار التفاصيل الدقيقة التي تكون أبعادها اقل من موجة الضوء الطبيعي المستخدم(لا يمكن تصغيره) ، ام في المجهر الالكتروني فتستخدم موجات الكترونات ذات الطول الموجي القصير (حيث يمكن التحكم فيها ..اذ تسرع الالكترونات فيزداد زخمها ويقل طول موجتها ، وبذلك نحصل على موجات قصيرة تزيد من قوة التمييز للمجهر الالكتروني).

٤ فرضية دي بروي على ذرة الهيدروجين [موجات الالكترونات]

☺ بعد إعلان بور لنموذجه الذري بعشر سنوات ـ وضع دي بروي فرضيته على ذرة الهيدروجين ـ

سؤال ٣ اذكر نص فرضية دي بروي على ذرة الهيدروجين ؟

بالكلمات : [يصاحب الإلكترون الذي يدور حول النواة موجات ، وإذا كان الإلكترون يتحرك في مسار دائري ـ كما يفترض بور ـ فان محيط المدار يجب أن يحتوي على عدد صحيح من الموجات ، وإلا فإنها ستتداخل تداخلا هدّاما وتلغي بعضها] .

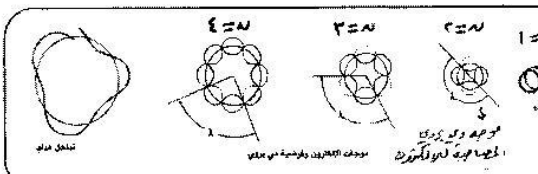
☝ ـ ويمكن التعبير عن الشرط الذي وضعه دي بروي لموجات الالكترونات رياضيا على النحو التالي :

[$2\pi نق = ن \lambda$] حيث ... ن : رقم المدار الذي يوجد فيه الإلكترون

مرصد دي بروي

لاحظ أن.. لاحظ أن رقم المدار (ن) يدل على عدد الموجات الكاملة على محيط المدار المصاحبة للإلكترون .

[ن = $\frac{\text{عدد نقاط التماس}}{2}$] Dodeenco



سؤال ٤ اشتق العلاقة التي تدل ان فرض دي بروي يتفق مع نموذج بور لذرة الهيدروجين ؟

نفهم الاشتقاق

* معادلة دي بروي $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$ .. لكننا نعلم مرصد دي بروي $ن \lambda = 2\pi نق$ ← $\lambda = \frac{2\pi نق}{ن}$ (نعوض λ في المعادلة)

$\frac{هـ}{ك ع} = \frac{2\pi نق}{ن}$ ← بإعادة ترتيب المعادلة [$ك ع نق = \frac{ن هـ}{2\pi}$] # وهذا يتفق مع نموذج بور (الفرض الرابع)

تعليق.. ☝ ـ وهذه المعادلة الأخيرة [$ك ع نق = \frac{ن هـ}{2\pi}$] هي الصيغة نفسها التي عبر بها بور عن الزخم الزاوي للإلكترون ،

وبذلك يمكننا القول : أن أنصاف أقطار المدارات المسموح للإلكترون [كما حسبها بور] هي أنصاف الأقطار التي تتفق والطبيعة الموجية للإلكترون

← معادلة طولية بسبب نقص وعدد الموجات الصحيحة المصاحبة

dwaa2el.net

.. ملاحظات هامة ..

☝ ـ من معادلة دي بروي [$\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$] أو [$\lambda = \frac{هـ}{ج}$] نلاحظ ...

أ ـ تربط المعادلة بين الصفات الجسمية (ك ع) والصفات الموجية (λ) وان العلاقة بينهما تعتمد على: ثابت بلانك (هـ)

ب ـ تعتمد الطبيعة الموجية للأجسام في ظهورها على سرعة الجسم (ع ≠ صفر) وكتلة (ك) حيث :

☝ ـ كلما زادت (ك) ← قلت (λ) ويصعب ملاحظتها & ☝ ـ كلما قلت (ك) ← تزداد (λ) ويمكن ملاحظتها مخبريا

سؤال ٥ علل ؟ يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للجسيمات الذرية ودون الذرية (الصغيرة) . بينما لا يمكن ملاحظتها للأجسام الجاهرية (الكبيرة) ؟

لان الطول الموجي المصاحب للجسيمات الذرية ودون الذرية يساوي مقدارا كبيرا يمكن قياسه وملاحظته بخلاف الطول الموجي المصاحب للجسيمات الجاهرية الكبيرة فهو صغير جدا فيتعذر (يصعب) قياسه وملاحظته .

مثال (١) إذا علمت أن حجرا كتلته ٥٠ غم قذف بسرعة ٤٠ م/ث احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لهذا الحجر ؟

$\lambda = \frac{ه}{ك ع}$

مثال (٢) ما الطول الموجي لموجة دي بروي المصاحبة لبروتون يتحرك بسرعة ٠,١ من سرعة الضوء ؟

$\lambda = \frac{ه}{ك ع}$

وزيقة ما طول موجة دي بروي لإلكترون طاقته الحركية ٤ (e.v) ؟

$\lambda = \frac{ه}{ك ع}$

وزيقة ما زخم فوتون طول موجته ($٣,٣ \times 10^{-٦}$) م ؟

$\lambda = \frac{ه}{ك ع}$ ⇐ $ع = \frac{ه}{\lambda}$

وزيقة جسيم مشحون شحنة (س) وكتلته (ك) سرع من السكون خلال فرق جهد (Δ جـ). اثبت أن طول موجة دي بروي لهذا الجسيم تعطى بالعلاقة :

$$\lambda = \frac{ه}{\sqrt{٢ \times ك \times س \times \Delta جـ}}$$

مثال (٣) أثبت ان طول موجة دي بروي المصاحبة لإلكترون ذرة الهيدروجين في المدار (ن) تعطى بالعلاقة :

$$\lambda = ٢ \pi نق ن$$

مثال (٤) الشكل المرسوم يمثل موجة موقوفة للإلكترون في ذرة الهيدروجين اوجد لهذا الإلكترون :

١- رقم المدار (ن) . فسر إجابتك .
٢- ماذا تمثل (أ) . في ذرة الهيدروجين.
٣- طول الموجه (λ) المصاحبة للإلكترون في هذا المدار.
٤- نصف قطر المدار . (وظيفة) .
٥- الزخم الزاوي للإلكترون . (وظيفة) .

وزيقة الكترون ذرة الهيدروجين في مستوى طاقة محدد (ن) وجد ان طول موجة دي بروي المصاحبة له تساوي (٤π نق ب) . احسب رقم المدار (ن) ؟