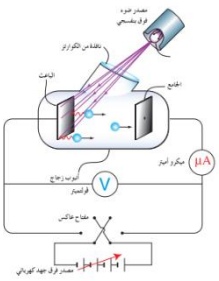
الوحيدي في الفيزياء ٥



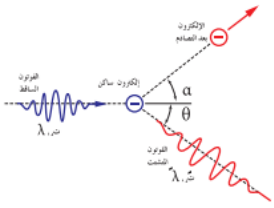
انهيار الذرة وفق نموّذج رذرفورد الذري

الفرع العلمي

المستوى الثالث

اوراق عمل في

فيزياء الكم



ط = هـ ت$_{ر}$

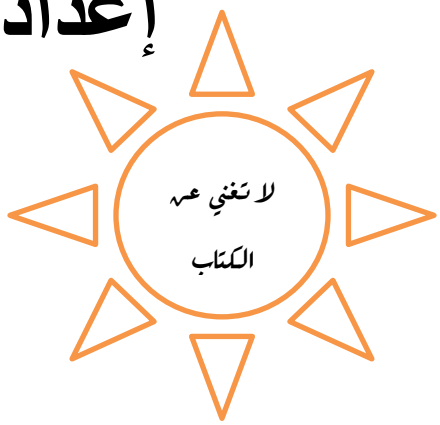
س = λ ت$_{ر}$

خ = $\frac{هـ}{\lambda}$

λن = ٢ π نق$_{ن}$

إعداد الأستاذ : جهاد الوحيدي

٠٧٩٧٨٤٠٢٣٩



ابو الجوج

فرضية التكميم لبلانك

هذا الفصل يتحدث عن تفاعل الضوء (الفوتونات) مع المادة (الالكترونات) ، بمعنى ماذا يحدث عندما يسقط ضوء على الالكترون

١) **فشلت النظريات الكلاسيكية في تفسير بعض الظواهر المتعلقة بامتصاص المادة او بعثها للاشعاع ، وهذا أدى إلى ولادة الفيزياء الحديثة التي استطاعت تفسيرها . اذكر بعض هذه الظواهر التي فشلت الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها ،بينما استطاعت فيزياء الكم (الفيزياء الحديثة) تفسيرها ؟**

أ- الظاهرة الكهروضوئية ب- ظاهرة الأطياف الخطية للذرات ج- ظاهرة كومتون د- تفسير إشعاع الجسم الأسود

٢) **كيف تفسر الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة انبعاث الإشعاع ؟**
الأجسام فوق درجة حرارة الصفر المطلق تشع طاقة (طاقة كهرومغناطيسية) نتيجة الجسيمات المهتزة داخل المادة .

فيزياء الكم ≡ النموذج **الجسيمي** للضوء= فرضية بلانك
الفيزياء الكلاسيكية ≡ النموذج **الموجي** للضوء

٣) **وضح مفهوم تكمية الطاقة (مبدأ التكميم لبلانك) ؟** ان **الطاقة** الكهرومغناطيسية تشع او تمتص على شكل **مضاعفات** لكمية اساسية غير قابلة للتجزئة (الفوتون او الكمة) **تتناسب مع تردد** مصدر الاشعاع .

٤) **كيف تحسب الوحدة الاساسية للطاقة (طاقة الفوتون او الكمة) ؟ ما هو النص الرياضي لقانون تكميم الطاقة ؟**

$$ط = هـ \, ت_د$$

حيث :
ط : الطاقة الضوئية الممتصة او المشعة للفوتون(جول)
هـ : ثابت بلانك = ٦,٦ × ١٠ $^{-٣٤}$ (جول . ث)
ت د : تردد الفوتون او مصدر الإشعاع (هيرتز او ث $^{-١}$)

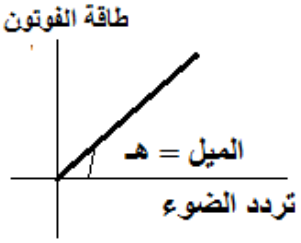
الطاقة الاشعاعية الممتصة او المشعة = عدد الفوتونات× طاقة الفوتون الواحد

تردد الفوتون = تردد مصدر الاشعاع

$$س = \lambda \, ت_د$$

٥) **مصطلحات خاصة بالضوء :**
أ) **شدة الضوء :** تعني عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة .
ب) **تردد الضوء (ت د) :** عدد الموجات التي تعبر في الثانية الواحدة .
ج) **الطول الموجي (λ) :** المسافة بين قمتين متتاليتين او قاعين متتاليين .
د) **سرعة الضوء (س) :** وهي ثابتة في الوسط الواحد = ٣×١٠ ^{٨} م/ث
ه) **الزخم (خ) :** يتناسب عكسيا مع الطول الموجي .

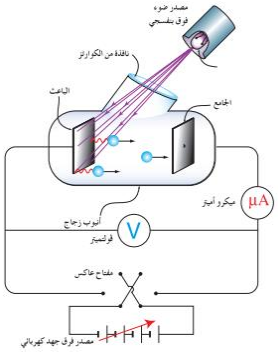
٦) **ارسم العلاقة بين طاقة الفوتون (الاشعاع) وتردده ؟** من القانون : ط = هـ ت د ، الميل = هـ



٧) **قارن بين كلا من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية ووجهة نظر فيزياء الكم لبلانك حول طبيعة الاشعاع ، وامتصاص وانبعاث الطاقة الكهرومغناطيسية (الاشعاع) ؟**
أ) بناء على النظرية الكلاسيكية فان طبيعة الضوء (الإشعاع) هو موجات ، تنبعث وتمتص بشكل *متصل او مستمر* .
ب) بناء على النظرية الكمية لبلانك فان طبيعة الضوء(الإشعاع) هو فوتونات تشع او تمتص على شكل *كمات* او فوتونات

الإشعاع يشمل الموجات الكهرومغناطيسية مثل الضوء والحرارة

الظاهرة الكهروضوئية



٨) **ما هي فكرة الظاهرة الكهروضوئية حسب النظرية الجسيمية للضوء (فيزياء الكم)** ؟ بناء على تجربة لينارد وتفسير اينشتين ،،، فانه عند سقوط ضوء مناسب (تردده اكبر او يساوي تردد العتبة للفلز) فان كل فوتون يعطي طاقته كاملة لالكترون واحد فقط : حيث جزء من هذه الطاقة يصرف للتغلب على ارتباط الالكترون بالفلز والجزء الاخر يحتفظ به على شكل طاقة حركية فيتحرر الالكترون من الفلز . وكلما زاد تردد الضوء زادت طاقة الفوتون وطاقة الالكترون المتحرر وكلما زادت شدة الضوء زاد عدد الفوتونات وبالتالي يزداد عدد الالكترونات المتحررة .

(يعني تحرر الالكترونات عند سقوط ضوء مناسب على الفلز)

٩) **الالكترونات الضوئية :** هي الالكترونات المنبعثة من سطح المعدن نتيجة سقوط الضوء عليه .

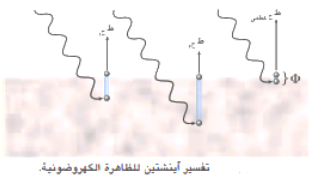
١٠) **اقتران الشغل (Φ) :** هو اقل طاقة لازمة لتحرير الالكترون من *سطح* الفلز . ويعطى بالعلاقة $\Phi = هـ ت_د$

١١) **تردد العتبة (ت_د) :** هو اقل تردد للضوء الساقط يلزم لتحرير الالكترون من سطح الفلز وهو صفة مميزة للفلز .

١٢) **جهد الايقاف (القطع) (جـ) :** اقل فرق الجهد بين الجامع والباعث اللازم لإيقاف أسرع الالكترونات المتحررة

١٣) **ماذا يحدث عندما يسقط فوتون على فلز ؟**

- ✓ إذا كانت طاقة الفوتون (تردده) > اقتران الشغل (تردد العتبة) لا يتحرر أي الكترون ،ولا يمتص الالكترون أي جزء من طاقة الفوتون
- ✓ إذا كانت طاقة الفوتون (تردده) = اقتران الشغل (تردد العتبة) يتحرر الكترون من سطح الفلز ولا يمتلك طاقة حركية ويمتص طاقة الفوتون كاملة .
- ✓ إذا كانت طاقة الفوتون (تردده) < اقتران الشغل (تردد العتبة) يتحرر الالكترون من سطح الفلز ويمتلك طاقة حركية ويمتص طاقة الفوتون كاملة



تفسير آينشتين للظاهرة الكهروضوئية.

١٤) **لماذا تتفاوت الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية(سرعتها) عند سقوط ضوء معين على فلز ؟** كي يتحرر الإلكترون من سطح الفلز يجب تزويده بطاقة ، وتختلف الالكترونات المتحررة في طاقتها الحركية تبعا لموقعها بالنسبة لسطح الفلز ، فالإلكترونات القريبة من السطح التي لا تصطدم بذرات الفلز قبل تحررها فتمتلك اكبر طاقة حركية $ط_{ح\ عظمى}$ ، أما الالكترونات البعيدة فتتصادم مع ذرات الفلز قبل تحررها من السطح وبالتالي يكون لها طاقة حركية اقل .

١٥) **قارن بين وجهة نظر فيزياء الكم والكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية ؟**
او تناقضت النتائج التجريبية التي قام بها لينارد مع ما تنبأت به الفيزياء الكلاسيكية ؟ وضح ذلك ؟

أ) حسب النموذج الموجي للضوء : يفترض عند زيادة شدة الضوء يزداد معدل امتصاص الالكترونات للطاقة وبالتالي تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات . (فيزياء الكم اثبتت أن الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة تعتمد فقط على تردد الضوء)

ب) حسب النموذج الموجي للضوء : تنبعث الكترونات من سطح الفلز مهما كان تردد الضوء بشرط ان تكون شدة الضوء مناسبة . (، لكن التجربة اثبتت العكس ، أي يجب ان يكون هناك تردد مناسب حتى تنبعث الكترونات).

١٦) **ما الخاصيتان اللتان جعلتا الظاهرة الكهروضوئية معضلة (مشكلة) بالنسبة للفيزياء الكلاسيكية ؟**

أ) يجب ان يكون تردد الضوء الساقط اكبر من تردد العتبة حتى ينبعث الكترونات

ب) تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة بازدياد تردد الضوء الساقط وليس بزيادة شدة الضوء

**الفيزياء الكلاسيكية تهتم بشدة الضوء
فيزياء الكم تهتم بتردد الضوء**

١٧) **كيف فسر اينشتين الظاهرة الكهروضوئية (ما هي فرضيات اينشتين لتفسير الظاهرة الكهروضوئية) ؟**

أ) افترض ان الضوء ينبعث على شكل فوتونات

ب) افترض ان الفوتون الواحد يعطي *طاقته كاملة* لالكترون واحد فقط فيتحرر الالكترون ويختفي الفوتون .

بناء على ذلك فان زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات وبالتالي زيادة عدد الالكترونات وبالتالي التيار الكهربائي ، اما طاقة الفوتون الواحد لا تتغير لان طاقة الفوتون تعتمد على تردد الضوء فقط .

للتحويل من الكترون فولت الى جول نضرب بشحنة الالكترون

معادلة اينشتين

$$ط_{ح\ عظمى} = Φ - ط$$

$$ط_{ح\ عظمى} = ـهـ e = جـ = ـهـ ك_{١} ع^{٢}_{عظمى} = Φ - ط$$

$$= هـ ت_{د} - هـ ت_{د.}$$

$$= هـ (ت_{د} - ت_{د.})$$

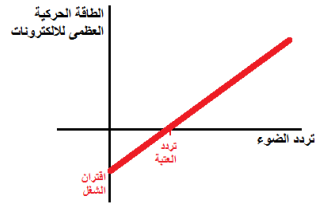
$$= هـ (\frac{س}{\lambda} - \frac{س}{\lambda_{.}})$$

١٨) **ما هي العوامل التي تعتمد عليها الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية او جهد القطع ؟** حسب العلاقة :

$ط_{ح\ عظمى} = ـهـ e = جـ = Φ - ط$ فالعوامل هي : تردد الفوتون (طاقة الفوتون) ، اقتران الشغل

١٩) **الكترون .فولت(e.v) :** هي الطاقة التي يكتسبها الكترون عندما يتحرك عبر فرق جهد مقداره ١ فولت **(e.v = ١,٦×١٠^-١٩ جول)**

٢٠) **ارسم العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للالكترونات وحدد كلا من : الميل ونقطة التقاطع مع محور الصادات والسينات ؟**



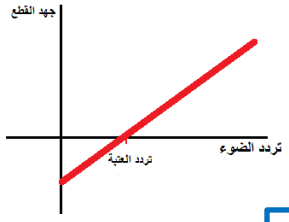
(ط)ع = هـ ت_د - Φ ⟸ ص = م س - د

أ) عندما ت_د = ٠ ⟸ (ط)ع = - Φ ، (٠ ،ن - Φ) ⟸ **المقطع السيني = ت_د.**

ب) عندما (ط)ع = ٠ ⟸ ت_د = ت_د. ، (ت_د. ، ٠) ⟸ **المقطع الصادي = Φ**

ج) ميل الخط المستقيم = هـ

٢١) **ارسم العلاقة البيانية بين جهد القطع – تردد الضوء وحدد كلا من : الميل ونقطة التقاطع مع محور الصادات والسينات ؟**



ـهـ e = **جـ = هـ ت_د - Φ ⟸ جـ = $\frac{هـ}{س}$ ت_د - $\frac{هـ}{س}$ ت_د. ⟸ ص = م س - د**

أ- فعندما ت_د = ٠ ⟸ جـ ق = - $\frac{Ø}{س}$ ، (٠ ، - $\frac{Ø}{س}$) ⟸ **المقطع الصادي = - $\frac{Ø}{س}$**

ب- وعندما جـ = ٠ ⟸ ت_د = ت_د. ، (ت_د. ، ٠) ⟸ **المقطع السيني = ت_د.**

ج - **الميل = $\frac{هـ}{س}$**

$\lambda_{.}$: *اكبر طول موجي يلزم لتحرير الالكترونات او حتى يمر تيار*

ت_د. : *اقل تردد يلزم لتحرير الالكترونات*

شريفة عملت تبولة
زيادة شدة الضوء ⟸ زيادة عدد (الفوتونات ومن ثم عدد الالكترونات المتحررة) ⟸ زيادة التيار (وتبقى طاقة الفوتون والالكترون وجهد القطع ثابتة)

تاتا طبخت جاجة
زيادة تردد الضوء ⟸ زيادة طاقة (الفوتونات ومن ثم طاقة الالكترونات المتحررة) ⟸ زيادة جهد القطع (ويبقى التيار وعدد الفوتونات والالكترونات ثابتة)

٢٢) **ماذا نقصد بقولنا ان اقتران الشغل للصوديوم = ٢,٤٦ الكترون.فولت ؟** أي ان اقل طاقة تلزم لتحرير الكترون من **سطح** الفلز هو ٢,٤٦ الكترون.فولت

٢٣) **ماذا نقصد بقولنا ان تردد العتبة لفلز ما = ٢ × ١٠ ^١٥ هيرتز ؟** اقل تردد للضوء الساقط يلزم لتحرير الالكترون من **سطح** الفلز = ٢ × ١٠ ^١٥ هيرتز

٢٤) **ص ٢٠١٢ يمثل الشكل المجاور العلاقة بين جهد القطع وتردد الضوء الساقط في الخلية الكهروضوئية ،**

ميل هذه العلاقة يمثل : (ثابت بلانك ، شحنة الالكترون / ثابت بلانك ، ثابت بلانك / شحنة الالكترون ، اقتران الشغل / شحنة الالكترون)

٢٥) **اذا كان اقتران الشغل لفلز (٥) الكترون فولت وسقط عليه ضوء طاقته (٤٢٠) الكترون فولت وكانت طاقة الفوتون الواحد (٦) الكترون فولت وكتلة الالكترون تقريبا (٩×١٠^-٣١)كغ . اجب عما يلي :**

أ) **احسب عدد الفوتونات الساقطة ؟** من مبدأ تكمية الطاقة ⟸ ط المصدر = ن × ط الفوتون ⟸ ٤٢٠ = ن × ٦ ⟸ ن = ٧٠ فوتون

ب) **احسب عدد الالكترونات المتحررة ؟** حسب فرضية اينشتاين : كل فوتون يحرر الكترون واحد لذلك عدد الالكترونات المتحررة = عدد الفوتونات الساقطة = ٧٠ الكترون

ج) **احسب الطاقة الحركية لكل الكترون ؟** طح = ط الفوتون – Ø ⟸ طح = ٦ – ٥ = ١ الكترون فولت

د) **اذا تضاعفت شدة الضوء اربعة اضعاف ، ماذا يحدث لعدد الالكترونات المتحررة والفوتونات الساقطة ؟** عندما تتضاعف شدة الضوء يتضاعف عدد الفوتونات الساقطة وعدد الالكترونات المتحررة = ١٤٠ فوتون (الكترون)

٢٦) **وضح مع التفسير ماذا يحدث لشدة التيار وجهد القطع وعدد الالكترونات والفوتونات عند :**

أ) **زيادة تردد الضوء :** زيادة التردد تؤدي لزيادة طاقة الفوتون الساقط وبالتالي زيادة الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر وبالتالي زيادة جهد ⟸ شدة التيار لا تتغير لان زيادة تردد الضوء تؤدي لزيادة طاقة الالكترونات وليس عددها

ب) **خفض شدة الضوء :** جهد القطع لا يتغير لان خفض شدة الضوء يخفض عدد الالكترونات وليس طاقتها ، اما التيار يقل لان عدد الفوتونات والالكترونات يقل .

٢٧) **علل ما يلي :**

أ) **عند زيادة شدة الضوء يزداد التيار في الظاهرة الكهروضوئية .** لان عدد الفوتونات وعدد الالكترونات تزداد فيزداد التيار

ب) **لا يمارس الفلز الظاهرة الكهروضوئية عندما يسقط عليه ضوء تردده اقل من تردد العتبة .** لان اقل تردد يلزم لتحرير الالكترونات هو تردد العتبة

ج) **عند زيادة تردد الضوء يزداد جهد القطع .** لانه يزداد طاقة الفوتون والطاقة الحركية للإلكترونات وبالتالي جهد القطع

د) **عند زيادة تردد الضوء لا يتغير مقدار التيار .** لان زيادة التردد تؤدي لزيادة طاقة الفوتونات والالكترونات اما عدد الالكترونات ثابت

٢٨) **فسر ما يحدث لورقتي كشاف كهربائي يسقط على قرصه ضوء فوق البنفسجي مناسب عندما يكون الكشاف :**

أ) **غير مشحون :** تنفرج الورقتان ، لان الضوء يحرر الكترونات فيصبح الكشاف موجب

ب) **مشحون بشحنة سالبة :** تتحرر الكترونات وتنطلق من السطح مبتعدة عن الكشاف وقرصه **فيقل انفراج** الورقتان وفي لحظة تحرر كل الالكترونات الاضافية **تنطبق الورقتان** ، ومع استمرار سقوط الضوء يتحرر الكترونات اكثر فيصبح الكشاف موجب الشحنة **فيعود للانفراج ويزداد الانفراج** مع استمرار سقوط الضوء

ج) **مشحون بشحنة موجبة :** تتحرر الكترونات فيصبح القرص موجب اكثر **فيزداد انفراج** الورقتين مع استمرار سقوط الضوء.

٢٩) حسب النظرية الجسيمية للضوء(الكم) والموجية (الكلاسيكية) ماذا يحدث لكل من : التيار (عدد الالكترونات) وجهد القطع (الطاقة الحركية للإلكترونات)عند زيادة التردد وشدة الضوء ؟

عند زيادة	فإن	النظرية الجسيمية/الكم	النظرية الموجية/الكلاسيكية
التردد	جهد القطع (طاقة الالكترونات)	يزداد	لا يؤثر
	التيار (عدد الالكترونات)	لا يؤثر	لا يتغير
شدة الضوء	جهد القطع (طاقة الالكترونات)	لا يؤثر	يزداد
	التيار (عدد الالكترونات)	يزداد	يزداد
الزخم الخطي	الزخم الخطي	خ = $\frac{هـ}{\lambda}$	خ = ك ع

ملاحظة : استخدم س=٣×١٠$^{٨+}$م/ث ، هـ=٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ جول.ث ، ش$_e$=-١,٦×١٠$^{-١٩}$كولوم ، ك$_e$=٩×١٠$^{-٣١}$كغ

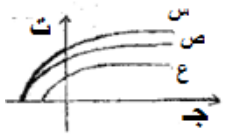
٣٠) **فوتون** تردده ٤ × ١٠ ^{١٢} هيرتز احسب طول موجته وطاقته ؟

١ انجستروم = ١٠$^{-١٠}$ متر

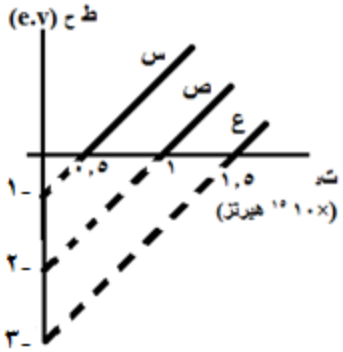
س = λ × ت$_{ر}$ ⟸ ٣×١٠^{٨} = λ × ٤×١٠^{١٢} ⟸ λ = $\frac{٣}{}$ ×١٠$^{-٤}$ م او λ = $\frac{س}{ت_{ر}}$

ط = هـ ت$_{ر}$ = ٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ × ٤ × ١٠ ^{١٢} جول

٣١) **في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية ،استخدمت ثلاث اشعاعات (س ، ص ، ع) اذا كانت المنحنيات البيانية تمثل العلاقة بين التيار الكهربائي وفرق الجهد . قارن بينها من حيث تردد وشدة الضوء ؟** تردد الضوء : س = ص < ع ،،،،،،،، شدة الضوء : س > ص > ع



٣٢) **تعرضت سطوح ثلاث فلزات (س ، ص ، ع) لضوء طول موجته ٣٠٠ نم ، فكانت العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط كما في الشكل . معتمدا على الشكل اجب عما يلي :**



أ) **احسب ثابت بلانك ؟** هـ = ميل الخط المستقيم =

ب) **لماذا تكون المنحنيات متوازية ؟** لان الميل لها متساوي = ثابت بلانك

ج) **جد تردد العتبة للفلز (س) ؟** ٠,٥ ×١٠ ^{١٥} هيرتز

د) **جد اقتران الشغل للفلز (ص) ؟** ٢ ×١,٦×١٠$^{-١٩}$ = ٣,٢×١٠$^{-١٩}$ جول

ه) **ماذا يحدث للطاقة الحركية العظمى لإلكترونات الفلز (ع) عند :**

١. **زيادة تردد الضوء ؟** تزداد
٢. **زيادة شدة الضوء ؟** لا تتغير

و) **أي من الفلزات يمارس الظاهرة الكهروضوئية . ولماذا ؟ إذا كان تردد الضوء الساقط عليها :**

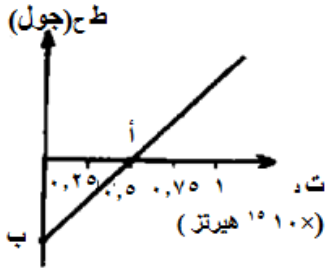
١. ٠,٢٥ ×١٠ ^{١٥} **هيرتز ؟** لا احد ، لان تردد الضوء اقل من تردد العتبة
٢. ١ ×١٠ ^{١٥} **هيرتز ؟** (س ، ص) ، لان تردد الضوء اكبر او يساوي تردد العتبة
٣. ٢ ×١٠ ^{١٥} **هيرتز ؟** جميعها ، لان تردد الضوء اكبر من تردد العتبة لها جميعها

اولا نحسب تردد الضوء ونقارنه بتردد العتبة : س = λ × ت$_{ر}$ ⟸ ٣×١٠^{٨} = ٣×١٠$^{-٧}$ × ت$_{ر}$ ⟸ ت$_{ر}$ = ١×١٠ ^{١٥} هيرتز

ز) **اي من الفلزات الثلاث يستطيع بعث الكترونات من سطحه بطاقة حركية ؟ ولماذا ؟**

س : يحرر الكترونات بطاقة حركية لان تردد الضوء اكبر من تردد العتبة
ص : يحرر الكترونات بدون طاقة حركية لان تردد الضوء = تردد العتبة
ع : لا يحرر الكترونات لان تردد الضوء اقل من تردد العتبة

٣٣) **الشكل المجاور يمثل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة في خلية كهروضوئية . اعتمادا على الشكل اجب عما يلي :**



أ) ماذا تمثل كل من النقطتين (أ ، ب) ؟ (تردد العتبة ، اقتران الشغل)

ب) ماذا يمثل ميل الخط المستقيم ؟ (ثابت بلانك)

ج) اذا سقط ضوء طوله الموجي (٣×١٠^-٧)م على باعث الخلية السابقة فهل يتمكن من تحرير الكترونات منها ؟ فسر اجابتك ؟

اولا نحسب تردد الضوء ونقارنه بتردد العتبة : س = λ × ت د ⟸ ت د = ٣×١٠^٨ ÷ ٣×١٠^-٧ = ١×١٠^١٥ هيرتز

⟸ يتحرر الكترونات بطاقة حركية لان تردد الضوء الساقط اكبر من تردد العتبة .

د) اذا سقط ضوء تردده ٠,٢٥ × ١٠^١٥ هيرتز على باعث الخلية السابقة فهل يتمكن من تحرير الكترونات منها ؟ فسر اجابتك ؟

لا ، لان تردد الضوء الساقط اقل من تردد العتبة

ه) احسب جهد القطع واقتران الشغل اذا سقط ضوء طوله الموجي (٣×١٠^-٧)م على باعث الخلية السابقة ؟

Ø = هـ ت د = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ٠,٥×١٠^١٥ = ٣,٣×١٠^-١٩ جول

سهe جـ = ط – Ø ⟸ سهe جـ = هـ ت د – Ø ⟸ ١,٦×١٠^-١٩ جـ = ٦,٦×١٠^-٣٥ × ١×١٠^١٥ - ٣,٣×١٠^-١٩

⟸ ١,٦×١٠^-١٩ جـ = ٦,٦×١٠^-١٩ - ٣,٣×١٠^-١٩ = ٣,٣×١٠^-١٩ ⟸ جـ = ٢ فولت تقريبا

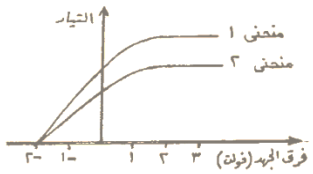
و) اذا كان طول الموجة المصاحبة للإلكترون الضوئي (٦,٦×١٠^-١٠) م فاحسب زخم الفوتون الساقط ؟ (يحل لاحقا)

λ = هـ / ك ع ⟸ ٦,٦×١٠^-١٠ = ٦,٦×١٠^-٣٤ ÷ (٩×١٠^-٣١ × ع) ⟸ ع = ١/ ١٠^٧ × ١ م/ث

طح = ط – Ø ⟸ ½ ك ع^٢ = هـ ت د – Ø ⟸ ½ × ٩×١٠^-٣١ × (١/ ١٠^٧ × ١)^٢ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ٣×١٠^٨ / λ - ٣,٣×١٠^-١٩

λ = ٢,٢٥×١٠^-٧ ⟸ خ فوتون = هـ / λ = ٦,٦×١٠^-٣٤ ÷ ٢,٢٥×١٠^-٧ = ٢,٩٤×١٠^-٢٧ كغ.م/ث

٣٤) **ش ٢٠١٢ في تجربة للظاهرة الكهروضوئية اسقط ضوء تردده ١×١٠^١٥ هيرتز على باعث الخلية وعند تمثيل العلاقة بين الجهد والتيار حصلنا على المنحنى (١) كما في الشكل . معتمدا عليه اجب عما يلي :**



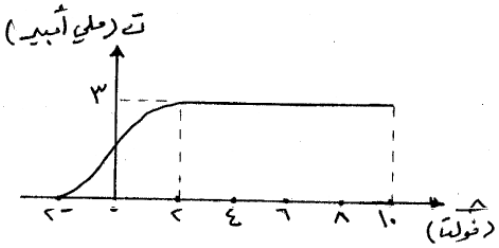
أ) جد جهد القطع ؟ ٢ فولت

ب) عند تكرار التجربة استخدمنا ضوء اخر فحصلنا على المنحنى (٢) . قارن بين المنحنيين من حيث تردد الضوء وشدته ؟ لهما نفس التردد ، وشدة ضوء الاول اكبر من الثاني

ج) احسب اقتران الشغل لمادة الفلز ؟ سهe جـ = ط – Ø ⟸ سهe جـ = هـ ت د – Ø

⟸ ١,٦×١٠^-١٩ × ٢ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ١×١٠^١٥ – Ø ← Ø = ٣,٢×١٠^-١٩ – ٦,٦×١٠^-١٩ ← Ø = ٣,٤×١٠^-١٩ جول

٣٥) **ص٢٠٠٩ يمثل الرسم البياني العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار المار في الخلية الكهروضوئية ، مستعينا بالقيم المثبتة على الرسم اوجد : أ- فرق جهد القطع للفلز ب- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز بالجول ج- طاقة الفوتون الساقط على مهبط الخلية إذا علمت أن اقتران الشغل الكهروضوئي للفلز ٣,٢ × ١٠^-١٩ جول .**

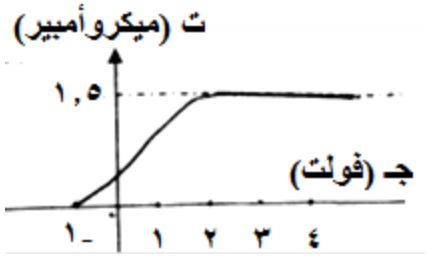


أ) جـ = ٢ فولت (لا تعوض الاشارة)

ب) طح = سهe جـ = ١,٦×١٠^-١٩ × ٢ = ٣,٢×١٠^-١٩ جول

ج) طح = ط – Ø ⟸ ٣,٢×١٠^-١٩ = ط - ٣,٢×١٠^-١٩ ⟸ ط = ٦,٤×١٠^-١٩ جول

٣٦)ش٢٠١٦ مستعينا بالقيم المثبتة على الشكل اجب عما يلي :



أ) احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنطلقة بوحدة الجول
ب) احسب تردد العتبة اذا كان تردد الضوء الساقط (١×١٠ ^١٥)هيرتز
ج) كيف يمكن زيادة تيار الخلية الكهروضوئية ؟ بزيادة شدة الضوء
د) كيف يمكن زيادة فرق جهد القطع ؟ بزيادة تردد الضوء

أ) ط ح = سه_e جـ = ١,٦×١٠^-١٩ × ١ = ١,٦×١٠^-١٩ جول

ب) ط ح = ط – Ø ⟸ ١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ١×١٠ ^١٥ - ٦,٦×١٠^-٣٤ × $\text{ت}_\text{د}$
⟸ ٦,٦×١٠^-٣٤ × $\text{ت}_\text{د}$ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ١×١٠ ^١٥ - ١,٦×١٠^-١٩ ⟸ $\text{ت}_\text{د}$ = ٥×١٠^-١٩ ⟸ $\text{ت}_\text{د}$ = ١,٣٢×١٠ ^١٥

٣٧)سقط ضوء طول موجته ٣٠٠ نانومتر (نم) على سطح الصوديوم وكان اكبر طول موجي يلزم لتحرير الالكترونات من سطح الصوديوم (٥×١٠^-٧) متر احسب :
أ- اقل تردد يلزم لتحرير الالكترونات من السطح ب- اقتران الشغل
ج- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة د- فرق جهد القطع (الإيقاف)

أ) $\text{ت}_\text{د} = \frac{\text{س}}{\lambda} = \frac{٣}{٥} \times ١٠ ^{١٥} = ٠,٦ \times ١٠ ^{١٥}$ هيرتز

ب) Ø = هـ $\text{ت}_\text{د}$ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ٠,٦×١٠ ^١٥ = ٣,٩٦×١٠^-١٩ جول

ج) ط ح = ط – Ø = هـ $\text{ت}_\text{د}$ - Ø = هـ $\frac{\text{س}}{\lambda}$ - Ø = ٦,٦×١٠^-٣٤ × $\frac{٣}{٣}$ ×١٠ ^١٥ - ٣,٩٦×١٠^-١٩ = ٢,٦٤×١٠^-١٩ جول

د) ط ح = سه_e جـ ⟸ ٢,٦٤×١٠^-١٩ = ١,٦×١٠^-١٩ × جـ ⟸ جـ = ١,٦٥ فولت

٣٨)استخدمت اشعة فوق البنفسجية لتحرير الكترونات من سطح الرصاص الذي اقتران شغله ٣,٣ الكترون .فولت ،إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة ٢ إلكترون .فولت فاحسب : أ- تردد العتبة للرصاص
ب- اكبر طول موجي يلزم ليمر التيار ج- تردد الضوء د- فرق جهد القطع د- اكبر سرعة للإلكترونات المتحررة

أ) Ø = هـ $\text{ت}_\text{د}$ ⟸ ٣,٣×١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×١٠^-٣٤ × $\text{ت}_\text{د}$ ⟸ $\text{ت}_\text{د}$ = ٠,٨×١٠ ^١٥ هيرتز

ب) $\lambda_\circ = \frac{\text{س}}{\text{ت}_\text{د}} = \frac{٣}{٠.٨} \times ١٠^{-٧}$ م

ج) ط ح = ط – Ø ⟸ ٢ = ط – ٣,٣ ⟸ ط = ٥,٣ الكترون فولت
⟸ ط = هـ $\text{ت}_\text{د}$ ⟸ ٥,٣ ×١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×١٠^-٣٤ $\text{ت}_\text{د}$ ⟸ $\text{ت}_\text{د}$ = ١,٣×١٠ ^١٥ هيرتز

د) ط ح = سه_e جـ ⟸ ٢×١,٦×١٠^-١٩ = ١,٦×١٠^-١٩ جـ ⟸ جـ = ٢ فولت

ه) ط ح = $\frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع^٢ ⟸ ٢×١,٦×١٠^-١٩ = $\frac{١}{٢}$ × ٩×١٠^-٣١ × ع^٢ ⟸ ع^٢ = $\frac{٤ \times ١.٦}{٩}$ ×١٠ ^١٢ ⟸ ع = $\sqrt{}$ ١,٦ × ١٠ ^١١ م/ث

٣٩)سقط ضوء طول موجته (٥٤٦١) انجستروم على سطح فلز حساس فتنطلق منه الكترونات ضوئية عندها كان جهد القطع للفلز حينئذ (٠,١٨) فولت وعندما سقط ضوء طول موجته (١٨٤٩) انجستروم اصبح جهد القطع (٤,٦٣)فولت . احسب :
أ- ثابت بلانك ب- اقتران الشغل

أ) سه_e جـ = ط – Ø ⟸ سه_e جـ = هـ $\text{ت}_\text{د}$ – Ø ⟸ سه_e جـ = هـ $\frac{\text{س}}{\lambda}$ – Ø

⟸ ١,٦×١٠^-١٩ × ٠,١٨ = هـ × $\frac{٣}{٥٤٦١}$ ×١٠ ^١٨ - Ø ⟸ ٠,٢٨٨ ×١٠^-١٩ = هـ × ٥,٥×١٠ ^١٤ – Ø ١

⟸ ١,٦×١٠^-١٩ × ٤,٦٣= هـ × $\frac{٣}{١٨٤٩}$ ×١٠ ^١٨ - Ø ⟸ ٧,٤٠٨ ×١٠^-١٩ = هـ × ١٦,٢×١٠ ^١٤ – Ø ٢

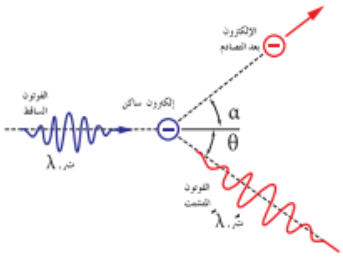
وبحل المعادلتين ينتج ⟸ هـ = ٦,٦ × ١٠^-٣٤ جول .ث

ب) عوض في احدى المعادلتين قيمة (هـ) ينتج : ⟸ Ø = ٨×١٠^-١٦ جول

ظاهرة كومتون

٤٠)ماذا لاحظ كومتون في تجربته ؟ وكيف فسر ملاحظاته ؟

أ) تشتت الاشعة السينية عند سقوطها على هدف من الجرافيت ،
ب) ان تردد (طاقة) الاشعة المتشتتة اقل من تردد (طاقة) الاشعة الساقطة



وفسرها كما يلي : تتألف الأشعة السينية من فوتونات وعندما يصطدم الفوتون بإلكترون حر ساكن ، ينتقل جزء من طاقة الفوتون الى الالكترون ، فيكتسب الالكترون طاقة حركية ط ح ويتحرك باتجاه ، اما الفوتون فينحرف عن مساره باتجاه اخر وتقل طاقة الفوتون المتشتت

٤١)بين كومتون ان التصادم بين الفوتون والالكترون يحقق مبدأين من مبادئ الحفظ في التصادم تام المرونة ، ما هما ؟

- **مبدأ حفظ الطاقة :** حيث ان الزيادة في طاقة الالكترون تساوي النقصان في طاقة الفوتون(هـ ت$_د$ = هـ ت$_د$/ +ط ح)

مجموع الطاقة الحركية قبل التصادم = مجموع الطاقة الحركية بعد التصادم

ط فوتون + ط ح الكترون = ط/ فوتون + ط/ ح الكترون ⟸ ط فوتون + صفر = ط/ فوتون + ط/ ح الكترون

$$ط_{\text{الفوتون}} = ط'_{\text{الفوتون}} + ط_{\text{ح الكترون}}$$

$$هـ ت_د = هـ ت'_د + ط_ح$$

معادلة كومتون

- **مبدأ حفظ الزخم :**

٤٢) كانت المهمة الاصعب لكومتون ان يتحقق من قانون حفظ الزخم في هذا التصادم :

أ) **لماذا ؟** لان الزخم صفة للجسيمات حسب العلاقة الكلاسيكية للزخم (خ = ك ع) والفوتون ليس له كتلة
ب) **كيف تحقق من ذلك ؟** اثبت ذلك بالاستعانة بمعادلات اينشتين في النسبية التي يمكن من خلالها التوصل الى ان للفوتون المتحرك باتجاه محدد يمتلك زخما يمكن حسابه من العلاقة : $خ_{\text{الفوتون}} = \frac{هـ}{\lambda}$ **(معادلة اينشتين للزخم حسب الكم)**

$$خ_{\text{للجسيم}} = ك\ ع$$ **(الزخم حسب الفيزياء الكلاسيكية)**

وبالتالي اثبت ان الزخم محفوظ ، وان التصادم بين الفوتون والالكترون ينطبق عليه نفس قوانين **التصادم تام المرونة** بين الاجسام المادية ، وايضا اكدت هذه الظاهرة ان للضوء طبيعة جسيمية .

٤٣)قارن بين الفوتون الساقط والمتشتت في ظاهرة كومتون من حيث السرعة ، التردد ، الطاقة ، الطول الموجي ، الزخم .

	السرعة	الطاقة	التردد	الطول الموجي	الزخم
الفوتون الساقط	**ثابتة لا تتغير**	**اكبر**	**اكبر**		**اكبر**
الفوتون المتشتت	**ثابتة لا تتغير**			**اكبر**	

٤٤)علام اعتمد كومتون في تفسيره لتجربته ؟

أ) ان الاشعة السينية عبارة عن فوتونات
ب) معادلات اينشتين في النسبية لحساب زخم الفوتون : $خ = \frac{هـ}{\lambda}$

٤٥)ماذا أكدت تجربة كومتون ؟ او ما هي نتائج تجارب كومتون ؟

أ) للضوء طبيعة جسيمية
ب) الزخم محفوظ في تصادمات الفوتون مع المادة (الالكترون)
ج) الطاقة محفوظة في تصادمات الفوتون مع المادة (الالكترون)

٤٦)احسب زخم فوتون تردده ٦ × ١٠ ^١٤ هيرتز ؟

$خ = \frac{هـ}{\lambda} = \frac{٦.٦}{٠.٥} \times ١٠^{-٢٨}$ كغ.م/ث ، $\lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣}{٦} \times ١٠^{-٦} = ٠,٥ \times ١٠^{-٦}$

٤٧)احسب طاقة فوتون زخمه ٦,٦ × ١٠ ^-٢٢ كغ . م / ث ؟

$ط = هـ ت_د = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٢٠} = ١٩,٦ \times ١٠^{-١٤}$ جول ، $\lambda = \frac{هـ}{خ} = \frac{٦.٦}{٦.٦} \times ١٠^{-١٢} = ١ \times ١٠^{-١٢}$ م ، $ت_د = \frac{س}{\lambda} = ٣ \times ١٠^{٢٠}$ هيرتز

٤٨)ما طول موجة فوتون طاقته (٤) الكترون فولت

$ط = هـ ت_د \Longleftarrow ٤ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_د \Longleftarrow ت_د = ١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز $\Longleftarrow \lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣}{١} \times ١٠^{-٧}$ م

٤٩)اصطدم فوتون طول موجته ٦ انجستروم بالكترون حر ساكن ، فتشتت الفوتون بطول موجي ١٠ انجستروم . احسب الطاقة الحركية للإلكترون بعد التصادم ؟ (انجستروم = ١٠^-١٠ م)

$ط = ط' + ط_{حالكترون} \Longleftarrow هـ ت_د = هـ ت'_د + ط_ح \Longleftarrow هـ \frac{س}{\lambda} = هـ \frac{س}{\lambda'} + ط_ح$

$\Longleftarrow ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times \frac{٣}{٦} \times ١٠^{١٨} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times \frac{٣}{١٠} \times ١٠^{١٨} + ط_ح \Longleftarrow ٣,٣ \times ١٠^{-١٦} = ١,٩٨ \times ١٠^{-١٦} + ط_ح$

$\Longleftarrow ط_ح = ١,٣٢ \times ١٠^{-١٦}$ جول

٥٠) ما اوجه الاختلاف بين الظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومتون ؟

	الظاهرة الكهروضوئية	ظاهرة كومتون
الضوء الساقط	مناسب / تردده اكبر من تردد العتبة	أي تردد واي ضوء ، اشعة سينية
سرعة الضوء بعد التفاعل	يختفي الفوتون (سرعته = صفر)	سرعته لا تتغير / تبقى ثابتة
التغير في طاقة الفوتون	يفقد كل طاقته ويختفي الفوتون $\Delta ط = ط - ٠ = ط$	يفقد جزء من طاقته ويتشتت $\Delta ط = ط - ط'$
التغير في طاقة الالكترون	$ط_{ح\ عظمى} = ط - \Phi$	$ط_ح = ط - ط'$
طبيعة الالكترون	مرتبط بالنواة بطاقة = اقتران الشغل	حر وساكن (اقتران الشغل = صفر)

الطبيعة المزدوجة للمادة

٥١)اذكر ظاهرتين نجح النموذج الموجي (الفيزياء الكلاسيكية) ولم ينجح النموذج الجسيمي (فيزياء الكم) في تفسيرها ؟

أ- التداخل ب- الحيود

٥٢) للضوء طبيعة مزدوجة . وضح ذلك ؟ أي ان للضوء طبيعتين جسيمية وموجية . فقد يسلك الضوء سلوك الجسيمات في تجربة ما (مثل الكهروضوئية او كومتون مثلا) . بينما يسلك سلوك الموجات في تجربة اخرى (مثل التداخل والحيود) . فيمكننا القول ان النموذج الجسيمي والنموذج الموجي يكمل كل منهما الاخر .

٥٣)فرضية دي بروي (الطبيعة المزدوجة للمادة) : تنص على للجسيمات المادية خصائص موجية تماما كما للموجات خصائص جسيمية .

معادلة دي بروي $\lambda_{المصاحبة} = \frac{هـ}{خ}$ ، $خ_{جسيم} = ك\ ع$ ، $\lambda_{للفوتون} = \frac{هـ}{خ}$

خ : الزخم للفوتون او الجسيم المادي (كغم . م / ث) ، $\lambda_{المصاحبة}$: طول الموجة المصاحبة للجسيم (طول موجة دي بروي) (م)

٥٤)وضح المقصود بالطبيعة المزدوجة للمادة ؟ للمواد والاجسام ، طبيعة جسيمية تثبت من خلال التصادم ، وطبيعة موجية حيث للجسيم المتحرك موجة مصاحبة تسمى موجة دي بروي

٥٥)ما هي النتائج التجريبية التي ايدت فرضية دي بروي ؟ حيود :
أ) حزمة من الالكترونات
ب) النيوترونات
ج) ذرات الهيدروجين .

امكانية ملاحظة الموجة المصاحبة يتناسب طرديا مع طولها الموجي

٥٦)الطبيعة الموجية للجسيمات لا تظهر بوضوح في عالم الاجسام الكبيرة (الجاهرية) . لماذا ؟ لان كتلتها كبيرة وبالتالي طول موجة دي بروي صغير لان طول الموجة المصاحبة يتناسب عكسيا مع كتلة الجسيم

٥٧)علل : يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للجسيمات الذرية (المجهرية) بينما لا يمكن ملاحظتها في الاجسام الكبيرة (الجاهرية) ؟ لان الطول الموجي للموجات المصاحبة يتناسب عكسيا مع كتلة الجسيم . وفي الاجسام المجهرية (الذرية ودون الذرية) تكون الكتلة صغيرة جدا وبالتالي يكون طول الموجة المصاحبة كبيرا يمكن قياسه وملاحظته . اما في الاجسام الجاهرية فان الكتلة كبيرة وبالتالي يكون طول موجي المصاحبة صغير جدا يصعب ملاحظته .

الطيف المرئي : ٤٠٠ ـ ٧٦٠ نم

٥٨)اذكر تطبيق عملي واحد لموجة دي بروي (الخصائص الموجية للإلكترونات) ؟ المجهر الالكتروني

٥٩)اكمل جدول المقارنة بين المجهر الضوئي والالكتروني ؟

	المجهر الضوئي	المجهر الالكتروني
مصدر الموجات المستخدمة	ضوء مرئي	الموجات المصاحبة لالكترونات متسارعة
قوة التمييز	اضعف	عالية
التحكم بالطول الموجي لمصدر الموجات	لا يمكن تغيير الطول الموجي للضوء	يمكن التحكم به بالتحكم بسرعة الالكترونات

تزداد قوة تمييز الاشياء اذا كان الطول الموجي اقل من ابعاد الجسم . شرط قوة التمييز : $\lambda > ل$
قوة تمييز المجهر تتناسب عكسيا مع الطول الموجي

٦٠)علل : قوة تمييز المجهر الالكتروني تفوق قوة تمييز المجهر الضوئي . لأنه في المجهر الضوئي نسلط ضوء مرئيا على العينة لنتمكن من رؤيتها ، لكن لا يستطيع المجهر الضوئي اظهار التفاصيل الدقيقة التي تكون ابعادها اصغر من طول موجة الضوء المستخدم . اما في المجهر الالكتروني فتستخدم الموجات المصاحبة للإلكترونات ، اذ تسرع الالكترونات فيزداد زخمها ويقل طولها الموجي وبذلك نحصل على موجات قصيرة تزيد من قوة التمييز .

٦١)من خلال دراستك للمجهر الضوئي والالكتروني . اجب عما يلي :
أ) علام يعتمد رؤية التفاصيل الدقيقة للعينة ؟ على قوة تمييز المجهر
ب) ما شرط اظهار التفاصيل الدقيقة للعينة ؟ ان يكون طول موجة الضوء المستخدم اقل من ابعاد العينة

٦٢)لديك ثلاث موجات مصاحبة للإلكترونات (س ، ص ، ع) والطول الموجي لكل منها على الترتيب : (٢×١٠^{-٣} ، $٠,٧\times١٠^{-٢٣}$ ، ٥×١٠^{-٨}) م . اجب عما يلي :
أ)رتب الموجات المصاحبة تنازليا من حيث امكانية ملاحظتها . س ← ع ← ص
ب) اذا استخدمت الموجات المصاحبة السابقة في مجهر الكتروني لرؤية عينة معينة . أي منها يمكن ان تعطي قوة تمييز ورؤية العينة بوضوح اكبر ؟ ثم رتبها تنازليا حسب قوة التمييز ؟ ص ، ص ← ع ← س
ج) اذا كانت ابعاد العينة (٤×١٠^{-١٠} م) فأي الموجات المصاحبة السابقة يمكنها ان تظهر التفاصيل الدقيقة للعينة ؟ لماذا ؟
ص ، تزداد قوة تمييز الاشياء اذا كان الطول الموجي اقل من ابعاد الجسم .

٦٣)ما طول موجة دي بروي لإلكترون طاقته الحركية (٤) الكترون فولت ؟

$$طح = \frac{1}{2} ك ع^2 \Longleftarrow ٤\times١,٦\times١٠^{-١٩} = \frac{1}{2}\times ٩\times١٠^{-٣١}\times ع^2 \Longleftarrow ع = ١,٢\times١٠^{٦}\ م/ث$$

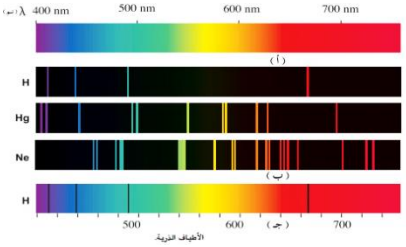
$$\lambda = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦,٦\times١٠^{-٣٤}}{٩\times١٠^{-٣١}\times ١,٢\times١٠^{٦}} = ٦,١١\times١٠^{-١٠}\ م$$

الاطياف الذرية

الطيف المرئي : ٤٠٠ – ٧٦٠ نم

٦٤)**المطياف** : جهاز يستخدم لتحليل اطياف الاشعاعات

٦٥)**طيف الامتصاص المتصل :** وهو طيف متصل من الموجات (قوس قزح)
يمكن الحصول على طيف الامتصاص المتصل : الاشعاع الحراري الذي تبعثه الاجسام الساخنة



٦٦)**طيف الانبعاث الخطي :**هو ظهور خطوط ملونة على خلفية سوداء ويكون لهذه الخطوط اطوال موجية محددة ولكل عنصر طيف انبعاث خاص به، فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه ،
ويمكن الحصول على طيف الانبعاث الخطي : من الاشعاع المنبعث عن الغازات ذات الضغط المنخفض في انابيب التفريغ

٦٧)**طيف الامتصاص الخطي** : هو صفة مميزة للعنصر ويظهر على شكل خطوط سوداء تتخلل الطيف المتصل للضوء الابيض ، وتكون اماكن الخطوط السوداء هو نفس اماكن الخطوط الملونة لطيف الانبعاث الخطي لنفس العنصر .
يمكن الحصول على طيف الامتصاص الخطي : من تحليل الضوء الابيض بعد تمريره عبر غاز العنصر

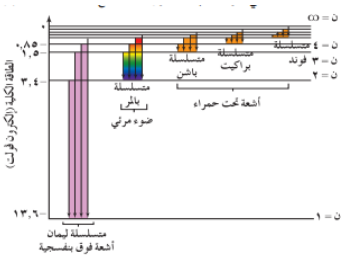
٦٨)**يعد الطيف الخطي صفة مميزة للعنصر.علل .** لان لكل عنصر طيف امتصاص وانبعاث خاص به، فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه

٦٩)**متسلسلات طيف الانبعاث الخطي للهيدروجين هي متسلسلة : ليمان – بالمر – باشن – براكيت – فوند وتم التوصل اليها من خلال العلاقة التجريبية التالية :**

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_{ب}^{2}} - \frac{1}{n_{ن}^{2}}\right)$$

علاقة تجريبية

R : ثابت رايدبيرج = ١,٠٩٧ × ١٠ ^٧ م^-١



ن ن : المستوى النهائي الذي انتقل اليه ، ن ب : المستوى الابتدائي الذي انتقل منه

٧٠)**ما هي اهم متسلسلات ذرة الهيدروجين وخصائصها ؟**

اسم المتسلسلة	ليمان	بالمر	باشن	براكيت	فوند
نن	١	٢	٣	٤	٥
نب	٢ او اكثر	٣ او اكثر	٤ او اكثر	٥ او اكثر	٦ اواكثر
نوع الاشعة/الطيف	فوق البنفسجية	مرئية	تحت الحمراء		

ملاحظة : اكبر طول موجي (اقل تردد وطاقة) يحدث عندما ينتقل الالكترون من المدار الذي يلي مدار المتسلسلة مباشرة
اقل طول موجي (اكبر تردد وطاقة) يحدث عندما ينتقل الالكترون من مالانهاية الى مدار المتسلسلة

٧١)احسب اكبر واقصر طول موجة في متسلسلة بالمر ؟

اكبر طول موجي ← اقل تردد : ٣ ← ٢ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١,١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٣^{٢}}\right)$

اقصر طول موجي ← اكبر تردد : ∞ ← ٢ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١,١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{\infty^{٢}}\right)$

٧٢)احسب اكبر واقل تردد اذا انبعث طيف فوق البنفسجي ؟ يعني ليمان

اكبر تردد ← اقل طول موجي ∞ ← ١ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{\infty^{٢}}\right) \Longleftarrow \lambda = ١ \times ١٠^{-٧}$ م $\Longleftarrow$ ت$_{د}$ $= \frac{س}{\lambda} =$

اقل تردد ← اكبر طول موجي : ٤ ← ١ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}\right) \Longleftarrow \lambda = \frac{16}{15} \times ١٠^{-٧}$ م $\Longleftarrow$ ت$_{د}$ $= \frac{س}{\lambda} =$

٧٣)احسب خط الانبعاث الاول والثاني لمتسلسلة بالمر ؟

خط الانبعاث الاول : ٣ ← ٢ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١,١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٣^{٢}}\right)$

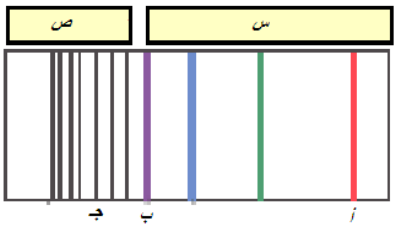
خط الانبعاث الثاني : ٤ ← ٢ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}}\right) = ١,١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}\right)$

٧٤)ش٢٠١٦ احسب الطول الموجي لخط الانبعاث الثاني في متسلسلة باشن لطيف ذرة الهيدروجين ؟ (٣ علامات)

٥ ← ٣ : $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{ن_{٣}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٥}^{٢}}\right) = ١,١ \times ١٠^{٧}\left(\frac{١}{٣^{٢}} - \frac{١}{٥^{٢}}\right) \Longleftarrow \frac{١}{\lambda} = \frac{١٦ \times ١,١}{٢٢٥} \times ١٠^{٧} \Longleftarrow \lambda = ١٢,٨ \times ١٠^{-٧}$ م

٧٥)ما المقصود بمتسلسلة طيف ذرة الهيدروجين ؟ هي مجموعة خطوط الطيف الناتجة من انتقال الالكترون من مدار مرتفع الى مدار منخفض وبعضها مرئي والآخر غير مرئي .

٧٦)الشكل المجاور يمثل طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين اجب:



أ)ما اسم المتسلسلة ؟ متسلسلة بالمر
ب) كيف تحصل على الخط أ ؟ عندما ينتقل الالكترون من المدار ٣ الى ٢
ج)ما طبيعة الطيف في منطقتي س ، ص ؟
س تمثل الطيف المرئي حيث ن$_{١}$ = ٣، ٤ ، ٥ ، ٦ ، اما ص : تمثل الطيف فوق البنفسجي عندما ن$_{١}$ اكبر من ٦
د) ما هو طول موجة الخط ب ؟ وما لون الضوء المنبعث ؟ بنفسجي نضع ن$_{١}$ = ٦ ، ن$_{٢}$ = ٢ ثم نحسب الطول الموجي باستخدام المعادلة السابقة
ه) ما طبيعة الطيف المنبعث عند (جـ) ؟ وكيف نحصل عليه ؟ فوق البنفسجي ، عندما ينتقل الالكترون من المستوى ٩ ← ٢

٧٧)ص٣٠١٣ من خلال دراستك للظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومتون تلاحظ ان الفوتونات تتفاعل مع المواد (الالكترونات) بطرق مختلفة :
١-على ماذا يعتمد التفاعل ؟ يعتمد طاقة (تردد) الفوتون الساقط
٢-اذكر ٣ من طرق التفاعل ؟
أ) قد يتمكن الفوتون من تحرير الالكترون من سطح المادة كما في **الظاهرة الكهروضوئية** . وفي هذه الحالة **يختفي** الفوتون وتنتقل طاقته كاملة إلى الالكترون
ب) قد يصطدم الفوتون بالإلكترون ويتشتت كما في **ظاهرة كومتون** ، حيث **يفقد** الفوتون **جزء** من طاقته وتبقى سرعته ثابتة.
ج) يمكن أن **يختفي** الفوتون وتنتقل طاقته كاملة للإلكترون فينتقل الالكترون من مستوى طاقة معين في الذرة إلى مستوى طاقة اعلى كما في **الاطياف الذرية**

نموذج بور لذرة الهيدروجين

٧٨)**نموذج رذرفورد لبنية الذرة** : افترض لن الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة تتركز فيها كتلة الذرة ، ومن الكترونات سالبة الشحنة تدور حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب حول الشمس

٧٩)**مشاكل نموذج رذرفورد** :

وفقا لهذا النموذج فان الالكترون الذي يدور حول النواة يمتلك تسارعا مركزيا ، ووفقا للنظرية الكهرومغناطيسية فان الشحنات المتسارعة تشع موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر

١. لذلك من المتوقع وفقا لهذا النموذج أن يكون **الطيف المنبعث متصلا وليس خطيا** . (والحقيقة أن طيف ذرة الهيدروجين خطي بناء على تجارب بالمر الاربعة)

٢. كما أن اشعاع الالكترون للموجات الكهرومغناطيسية يعني انه **يفقد طاقة على نحو مستمر** ، لذلك فان **نصف قطر مدار الالكترون** سيتناقص تدريجيا الى أن يصطدم بالنواة ، أي أن تطبيق هذا النموذج على الذرة يؤدي الى **انهيارها** . (والحقيقة تظهر العديد من الذرات في الكون مستقرة)

٨٠)**وضع العالم بور نموذج الذري بالاعتماد على :** نموذج رذرفورد ــ ومبدأ التكميم لبلانك

٨١)**بنود (فرضيات) نموذج بور لذرة الهيدروجين هي :**

(البنود من أ– ج بناء على اعتماد بور على نموذج رذرفورد ، والبندين رقم ج ، د بناءا على مبدأ التكميم لبلانك)

أ)يتحرك الالكترون حول النواة في مدارات دائرية بتاثير قوة الجذب الكهربائية بين الالكترون السالبة والنواة الموجبة

ب) هناك مجموعة محددة من المدارات (مستويات الطاقة) يمكن أن يتواجد فيها الالكترون ، وتكون طاقته في أي من هذه المدارات ثابتة ، ولا يمكن للالكترون أن يشع طاقة طالما بقي في مستوى معين .

ج) **يشع** الالكترون طاقة إذا انتقل من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض ، وتكون الطاقة المنبعثة مكممة على شكل فوتونات (من مبدا بلانك)، كما يمكن أن ينتقل الالكترون من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عال إذا امتص فوتونا طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين بالضبط .

ويمكن حساب طاقة الفوتون (Δ ط) المنبعث او الممتص عندما ينتقل من مستوى الى مستوى من العلاقة التالية :

$$\Delta ط = |ط_{ن} - ط_{ب}| = \left| \frac{-١٣.٦}{ن_{ن}^{٢}} - \frac{-١٣.٦}{ن_{ب}^{٢}} \right| \quad (e.v)$$

$$ط \text{ الفوتون الساقط / المنبعث} = \Delta ط \text{ بين المدارين} = هـ ت_{د} \quad (\text{الجول})$$

حفظ

ط١ = - ١٣,٦ e.v
ط٢ = - ٣,٤ e.v
ط٣ = - ١,٥ e.v
ط٤ = - ٠,٨٥ e.v
ط٥ = - ٠,٥٤٤ e.v

اذا كانت Δ ط : + فان الذرة تمتص طاقة وانتقل الالكترون من مدار منخفض الى مدار اعلى

اذا كانت Δ ط : - فان الذرة تشع طاقة وانتقل الالكترون من مدار مرتفع الى مدار منخفض

د) يمتلك الالكترون الذي يدور حول النواة زخما زاويا ويكون لهذا الزخم (كم) محدد ، **فالمدارات المسموح أن يتواجد فيها الالكترون هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للإلكترون من مضاعفات** $(\frac{هـ}{\pi 2})$ $\Longleftarrow$ **خ ز = ك ع نق** $= \frac{ن هـ}{\pi 2}$

٨٢)**علام تدل الاشارة السالبة في الطاقة ؟** تدل على انه يجب تزويد الالكترون بطاقة لتحريره من ارتباطه بالذرة دون اعطاءه أي طاقة حركية

٨٣)**مستوى الاستقرار :** هو ادنى مستوى للطاقة يمكن أن يكون فيه الالكترون هو عندما **ن = ١** وتكون طاقة الالكترون عندئذ **– ١٣,٦ e v**

٨٤)**مستويات الاثارة :** هي المستويات التي تعلو المستوى الأول أي المستوى ٢ ، ٣ ، ..... وهي المستويات التي يمكن أن ينتقل اليها الالكترون إذا امتص طاقة تساوي فرق الطاقة بين المستويين

٨٥)كيف تمكن بور من تفسير ظاهرة الطيف الخطي ؟ بالاعتماد على الفرض الثالث ، حيث افترض بور أن الاشعاع المنبعث او الممتص يكون منفصلا وذا تردد محدد ويساوي الفرق بين المستويين اللذين ينتقل بينهما الالكترون . $\Delta ط = |ط_{ن} - ط_{ب}|$ وهذا يتفق مع ما تم التوصل اليه تجريبيا .

٨٦)اثبت ان تفسير بور لظاهرة طيف (الامتصاص او الانبعاث) الخطي يتفق مع تم التوصل اليه بالمر تجريبيا ؟

$ط_{الفوتون} = |ط_{ن} - ط_{ب}|$ هذه هي العلاقة النظرية لبور للاطياف الخطية

$هـ\frac{س}{\lambda} = |ط_{ن} - ط_{ب}| \times ١٠\times١,٦^{-١٩}$ (للتحويل من e.v الى جول نضرب بشحنة الالكترون)

$\frac{١}{\lambda} = \frac{١}{هـس} \left| \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}} - \frac{-١٣,٦}{ن_{ي}^{٢}} \right|$

$\frac{١}{\lambda} = \frac{١٣,٦}{هـس} \times ١٠\times١,٦^{-١٩} \left| \frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}} \right|$

$= ١٠\times١,٠٩٧^{+٧} \left| \frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}} \right|$

$R = \left| \frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{ي}^{٢}} \right|$ (وهذه هي العلاقة التجريبية لبالمر للاطياف الخطية)

٨٧)من المشكلات التي واجهت نموذج رذرفورد مشكلة استقرار الذرة . اجب عن الاسئلة التالية :

أ-لماذا لا يمكن أن تكون الذرة مستقرة وفقا لنموذج رذرفورد ؟ او لماذا وفقا لنموذجه لا يتوقع ان يكون طيف الانبعاث خطيا ؟ وفقا لهذا النموذج فان الإلكترون الذي يدور حول النواة يمتلك تسارعا مركزيا ، ووفقا للنظرية الكهرومغناطيسية فان الشحنات المتسارعة تشع موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر وهذا يعني انه **يفقد طاقة على نحو مستمر** ، لذلك فان **نصف قطر مدار الإلكترون** سيتناقص تدريجيا إلى أن يصطدم بالنواة ، أي أن تطبيق هذا النموذج على الذرة يؤدي إلى **انهيارها**

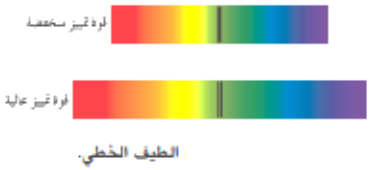
انهيار الذرة وفق نموذج رذرفورد الذري.

ب- كيف عالج بور هذه المشكلة (مشكلة استقرار الذرة) ؟ افترض بور أن الالكترون يشع طاقة فقط إذا انتقل من مستوى طاقة عال الى منخفض اما اذا بقي في مستوى طاقة معين فلا يمكن أن يشع طاقة . ويشع طاقة اذا انتقل فقط من مدار مرتفع الى مدار منخفض . (الفرض الثاني والثالث)

٨٨)ما هي انجازات (ايجابيات) نموذج بور :

أ) استطاع حساب طاقة المدار المسموح للالكترون المتواجد فيه (من الفرض الثاني)
ب) استطاع حساب نصف قطر المدار المسموح للإلكترون المتواجد فيه (من الفرض الرابع)
ج) استطاع حساب الطول الموجي لخطوط طيف الانبعاث في ذرة الهيدروجين (من الفرض الثالث)
د) استطاع تفسير ظاهرة الطيف الخطي لذرة الهيدروجين والايونات ذات الالكترون الواحد والتي توافقت نتائجه في تفسير الطيف الخطي مع ما تم التوصل اليه تجريبيا عن الطيف الخطي للغازات (من الفرض الثالث)
ه) قدم صورة اولية لبنية الذرة .

٨٩)ما هي المآخذ على نموذج بور (سلبيات وعيوب) ؟



الطيف الخطي.

أ) لم يتمكن من التنبؤ بالاطوال الموجية لاطياف الذرات عديدة الالكترونات
ب) لم يتمكن من تفسير ما لوحظ عند تفحص الطيف الخطي بادوات ذات دقة عالية (مجهر الكتروني) إذ تبين أن بعض الخطوط تتالف من خطين متقاربين او اكثر
ج) تبين انه عند تعريض خطوط الطيف الى مجال مغناطيسي فان الخط الواحد ينقسم الى خطين

٩٠) **عند انتقال الالكترون بين مستويين نستخدم احد القانونين :**

$$\left\{ \frac{١}{٢_{ن_ب}} - \frac{١}{٢_{ن_ن}} \right\} R = \frac{1}{\lambda}$$

اذا كانت R معطاة بالسؤال : R : ثابت ريدبيرج = ١,٠٩٧ × ١٠ ^٧ م^-١

$$\Delta ط = \left| ط_{ن} - ط_{ب} \right| = \left| \frac{-١٣.٦}{٢_{ن_٢}} - \frac{-١٣.٦}{٢_{ن_١}} \right|$$

اذا كانت R غير معطاة بالسؤال

٩١) **من رقم مدار الالكترون (ن) في ذرة الهيدروجين يمكن حساب :**

أ) نصف قطر المدار . $نق = نق_ب \, ن^٢$

ب) الطاقة الكلية للمدار . $ط_ن = \frac{-١٣.٦}{٢_ن}$

ج) الزخم الزاوي . $خ_ز = ك \, ع_ن \, نق_ن = \frac{ن \, هـ}{\pi \, ٢}$

د) طول موجة دي بروي المصاحبة . $ن \, \lambda$ المصاحبة $= ٢ \pi \, نق_{ن_٢}$

ه) طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون . $ط_و = - ٩ \times ١٠^{٩} \frac{س}{نق_{ن_٢}}$

و) الطاقة الحركية للإلكترون . $ط_ح = \frac{١}{٢} ك \, ع^٢ = \frac{١}{٢} أ \frac{س}{نق_ن} = \frac{١}{٢} ط_و$

أ $= ٩ \times ١٠^{٩}$ (ثابت كولوم)

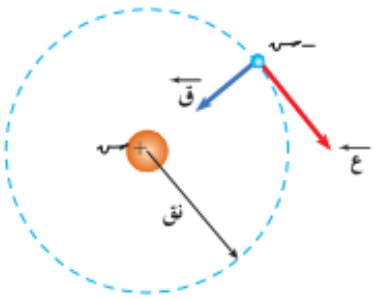
نق ب : نصف قطر المدار الأول(بور) $= ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}$ م

لحساب الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون عن الذرة نضع $ن_٢ = \infty$ وبالتالي $ط_\infty$ = صفر

٩٢)اشتق القانون نق = نقب ن^{٢}

الاشتقاق : تم الاشتقاق بناءا على امرين

الاول : الالكترون يدور حول النواة بتاثير قوتين متساويتين ومتعاكستين وهما :



ق كهربائية = ق مركزية

$$أ \frac{ش^{٢}}{نق^{٢}} = ك \frac{ع^{٢}}{نق}$$

$$ع^{٢} نق = أ \frac{ش^{٢}}{ك} \quad \text{معادلة (١)}$$

والثاني : من الفرض الرابع لبور : فان $ع = ن \frac{هـ}{٢ ك \pi نق}$ معادلة (٢)

وبتعويض قيمة (ع) من المعادلة (٢) في المعادلة (١) نجد

$$نق \frac{هـ^{٢} ن^{٢}}{٤ ك^{٢} \pi^{٢} نق^{٢}} = أ \frac{ش^{٢}}{ك}$$

$$نق = ن^{٢} \frac{هـ^{٢}}{٤ أ ك \pi^{٢} ش^{٢}}$$ تجد ان كل الحدود على اليسار ثوابت ما عدا (ن)

نق = ٥,٢٩ × ١٠$^{-١١}$ ن^{٢}

نق = نقب ن^{٢} في وضع الاستقرار فان ن = ١

٩٣) اشتق القانون $ط_{ن} = \frac{-١٣.٦}{ن^{٢}}$ e.v

تم الاشتقاق بناء على امرين : القوة المركزية = القوة الكهربائية ، الطاقة الكلية للإلكترون

يدور الالكترون حول النواة وبالتالي فهو يمتلك طاقة حركية $ط_{ح} = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}$

ويمتلك طاقة وضع كهربائية $ط_{و} = - أ \frac{ش^{٢}}{نق}$

والطاقة الكلية ط = ط ح + ط و

$= \frac{١}{٢} ك ع^{٢} - أ \frac{ع^{٢}}{نق}$ وحيث ق كهربائية = ق مركزية **فان** $أ \frac{ش^{٢}}{نق^{٢}} = ك \frac{ع^{٢}}{نق} \Longleftarrow \frac{١}{٢} ك ع^{٢} = ط_{ح} = \frac{١}{٢} أ \frac{ش^{٢}}{نق} = \frac{١}{٢} ط_{و}$

$= \frac{١}{٢} أ \frac{ش^{٢}}{نق} - أ \frac{ش^{٢}}{نق}$

$= - أ \frac{ش^{٢}}{٢ نق ن^{٢}}$ وحيث كل الحدود ثوابت ما عدا (ن) وبالقسمة على شحنة الالكترون $\Longleftarrow ط = - \frac{١٣.٦}{ن^{٢}}$

٩٤)إذا كان الزخم الزاوي لالكترون ذرة الهيدروجين في مدار ما ٥,٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول.ث . احسب رقم المدار الذي يدور فيه الالكترون ؟

$خ_{زاوي} = \frac{ن هـ}{\pi ٢} \leftarrow ٥,٢٥ \times ١٠^{-٣٤} = \frac{ن}{\pi ٢} \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \leftarrow ن = \frac{\pi ٢ \times ٥.٢٥}{٦.٦} = ٥$

انتبه

١- **عند استخدام Δ ط = هـ ت$_{د}$ تذكر ان تحول Δط من الكترون فولت الى جول**

٢- **طاقة الفوتون الممتص او المنبعث = فرق الطاقة بين المدارين بالضبط Δط = $|ط_{ن} - ط_{ب}|$ = هـ ت$_{د}$**

٩٥)الكترون ذرة الهيدروجين في المدار الرابع . اذا علمت ان كتلة الالكترون =٩× ١٠^-٣١ كغ وشحنته =-١,٦×١٠^-١٩ كولوم . احسب :

أ) نصف قطر المدار ؟ وما هي الكمية المكممة التي اعتمد عليها بور لاشتقاق نصف قطر المدار ؟ (الكمية هي الزخم الزاوي)

نق = ن^٢ نق. = (٤)^٢ ×٥,٢٩×١٠^-١١ = ٨٤,٦٤×١٠^-١١ م

ب) الزخم الزاوي للإلكترون ؟ خ = $\frac{\text{ن هـ}}{\pi ٢}$ = $\frac{٤\times٦.٦\times١٠^{-٣٤}}{٣.١٤\times٢}$ جول.ث

ج) سرعة الالكترون ؟ خ = ك ع نق ⟸ $\frac{٤\times٦.٦\times١٠^{-٣٤}}{٣.١٤\times;٢}$ = ٩×١٠^-٣١ × ع × ٨٤,٦٤×١٠^-١١ ⟸ ع = ٠,٠٠٥٥×١٠^٨ م/ث

د) طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون ؟ طو = - ٩×١٠^٩ × $\frac{\text{ش}_{\text{ه}}^{٢}}{\text{نق}}$ = - ٩×١٠^٩ × $\frac{(١.٦\times١٠^{-١٩})(١.٦\times١٠^{-١٩})}{٨٤.٦٤\times١٠^{-١١}}$ = ٠,٢٧×١٠^-١٨ جول

ه) الطاقة الحركية للإلكترون ؟ طح = $\frac{١}{٢}$ طو = $\frac{١}{٢}$ ×٠,٢٧×١٠^-١٨ = ٠,١٣٥×١٠^-١٨ جول او طح = $\frac{١}{٢}$ ك ع^٢ = ٠,١٣٥×١٠^-١٨ جول

و) الطاقة الكلية للإلكترون ؟ ماذا تعني الاشارة السالبة ؟ ط = $\frac{-١٣.٦}{\text{ن}^{٢}}$ = $\frac{-١٣.٦}{١٦}$ = - ٠,٨٥ الكترون فولت

ز) طول الموجة المصاحبة للالكترون ؟ ن λ = π٢ نق ← ٤ × λ = ٢× ٣,١٤ × ٨٤,٦٤×١٠^-١١ ← λ = ٢١,١٦×١٠^-١١ م

ط) اكبر تردد في طيف سلسلة باشن باستخدام العلاقة التجريبية ؟ اكبر تردد : ∞ ← ٣ : $\frac{١}{\lambda}$ = R ($\frac{١}{\text{ن}_{٢}^{٢}}$ - $\frac{١}{\text{ن}_{١}^{٢}}$)

= ١,١×١٠^٧ ($\frac{١}{٣^{٢}}$ - $\frac{١}{\infty^{٢}}$) ⟸ λ = $\frac{٩}{١.١}$ × ١٠^-٧ م ⟸ ت = $\frac{\text{س}}{\lambda}$ = (٣ × ١٠^٨) ×($\frac{١.١}{٩}$ ×١٠^٧) = ١,١×١٠^١٥ هيرتز

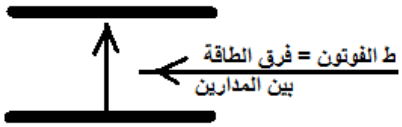
ح) طاقة الفوتون المنبعث عند انتقال الالكترون الى مستوى الاستقرار ؟ حدد المتسلسلة التي ينتمي اليها ؟ وهل الطيف مرئي ؟

Δ ط = ط_ن - ط_ي ← Δ ط = ط_١ - ط_٤ = $\frac{-١٣.٦}{١}$ - $\frac{-١٣.٦}{١٦}$ = (-١٣,٦ - -٠,٨٥) = -١٢,٧٥ e.v

سلسلة ليمان ، لا بل فوق البنفسجي

ط) الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من مستوى الاستقرار ؟ Δ ط = ط∞ - ط_١ = $\frac{-١٣.٦}{\infty}$ - $\frac{-١٣.٦}{١}$ = ٠ – (-١٣,٦) = ١٣,٦ e.v

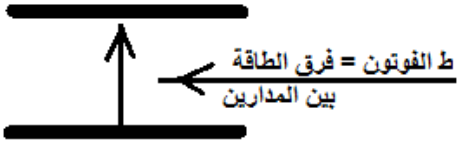
٩٦)امتصت ذرة هيدروجين مثارة فوتونا من الضوء ، إذا كان الالكترون اصلا في المستوى الثاني وارتفع الى المستوى الخامس . احسب طول موجة وتردد الفوتون الممتص ؟



(اذا لم تعطى R) ط الفوتون = Δ ط بين المدارين
= ط_م – ط_٢
= $\frac{-١٣.٦}{٢٥}$ - $\frac{-١٣.٦}{٤}$ = -٠,٥٤٤ – (-٣,٤) = ٢,٨٥٦ الكترون فولت

ط الفوتون = هـ ت ⟸ ت = ٢,٨٥٦×١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×٠^-٣٤ × ت ⟸ ت = ٠,٧×١٠^١٥ هيرتز ⟸ λ = $\frac{\text{س}}{\text{ت}}$ = $\frac{٣}{٠.٧}$×١٠^-٧ م

٩٧)ش ٢٠١٣ انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني الى مستوى طاقته (- ٠,٨٥) الكترون فولت . احسب :



أ) نصف قطر المدار الثاني لذرة الهيدروجين

ب) طاقة الفوتون الممتص عند انتقال الالكترون بين المستويين السابقين ؟

ج) تردد الفوتون الممتص ؟

أ) نق = ن^٢ نق_ب = ٢ ^٢ × ٥,٢٩×١٠^-١١

ب) ط الفوتون = Δ ط بين المدارين = -٠,٨٥ – ط_٢ = - ٠,٨٥ - $\frac{-١٣.٦}{٤}$ = -٠,٨٥ – (-٣,٤) = ٢,٥٥ الكترون فولت

ج) ط الفوتون = هـ ت ← ٢,٥٥×١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×٠^-٣٤ × ت ← ت = ٠,٦٢×١٠^١٥ هيرتز

٩٨)انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة (-١,٥ e. v) الى مستوى الطاقة (-٣,٤ e. v) احسب :

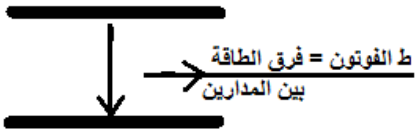
أ)اذا اسقط على الالكترون فوتون طاقته (١،٨٨ او ١,٩١ الكترون فولت هل ينتقل الالكترون بين هذين المدارين ؟ لماذا ؟

ب) نصف قطر المدار الذي كان فيه ؟

ج) الزخم الزاوي للإلكترون في المدار الذي انتقل اليه ؟

د) طول موجة وتردد الفوتون المنبعث باستخدام علاقة بور؟

ه) طول موجة دي بروي للإلكترون في المدار الذي كان فيه ؟



أ) لا ، لأنه حتى ينتقل الالكترون بين المدارين يجب ان تكون طاقة الفوتون بالضبط = فرق الطاقة بين المدارين $\Longleftarrow$ ط الفوتون =

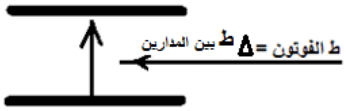
Δ ط بين المدارين $\Longleftarrow \Delta$ ط بين المدارين = ط ن– ط ب = -٣,٤– (-١,٥) = - ١,٩ e v

ب)نق = نق$_ب$ ن^2 = ٥,٢٨×١٠$^{-11}$ × ٩ حيث ط = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\Longleftarrow$ -١,٥ = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\leftarrow$ ن = ٣

ج) خ زاوي = $\frac{ن هـ}{\pi 2}$ $\Longleftarrow$ خ زاوي = $\frac{2}{\pi 2}$ × ٦,٦×١٠$^{-34}$ جول.ث حيث ط = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\Longleftarrow$ -٣,٤ = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\leftarrow$ ن = ٢

د) ط الفوتون =Δ ط = هـ ت$_د$ $\Longleftarrow$ ١,٩× × ١,٦ ×١٠$^{-19}$ = ٦,٦×١٠$^{-34}$ ت$_د$ $\Longleftarrow$ ت$_د$ = ٠,٤٦×١٠^{15} هيرتز

٩٩)ص ٢٠١٣ اعطي الكترون ذرة الهيدروجين طاقة مقدارها ٢,٥٥ الكترون فولت فانتقل للمستوى الرابع اجب عما يلي : تدريب



أ)اذا اسقط على الذرة فوتون طاقته ٢،٦ الكترون فولت او ٢،٥ الكترون فولت هل ينتقل الى المستوى الرابع ؟ لماذا ؟

ب) تردد الفوتون الممتص ؟

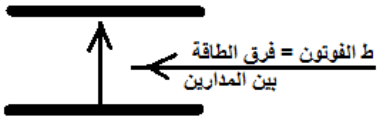
ج) اذا عاد الالكترون للمستوى الذي انتقل منه ، ما اسم السلسلة التي ينتمي لها الاشعاع المنبعث ؟

أ- لا ، لانه حتى ينتقل الالكترون للمدار الرابع يجب ان يزود بطاقة مقدارها بالضبط = ٢,٥٥ ev

ب- ط الفوتون = هـ ت$_د$ $\Longleftarrow$ ٢,٥٥ ×١٠×١,٦$^{-19}$ = ٦,٦×١٠$^{-34}$ × ت$_د$ $\Longleftarrow$ ت$_د$ = ٠,٦٢×١٠^{15} هيرتز

ج- Δ ط = ط$_٢$ – ط$_١$ $\Longleftarrow$ ٢,٥٥= -٠,٨٥ – ط$_١$ $\Longleftarrow$ ط$_١$= -٣,٤ e.v $\Longleftarrow$ -٣,٤ = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\Longleftarrow$ ن = ٢ سلسلة طيف بالمر

١٠٠) سقط ضوء تردده (٠,٥×١٠^{15}) هيرتز على ذرة الهيدروجين ، هل يستطيع نقل الكترون من مستوى طاقته (-٣,٤) الكترون فولت الى مستوى طاقته (-١,٥) الكترون فولت ؟ فسر اجابتك ؟ تدريب



حتى ينتقل الالكترون يجب ان يتحقق الشرط التالي : ط الفوتون = Δ ط بين المدارين **بالضبط**

ط الفوتون = هـ ت$_د$ = ٦,٦×١٠$^{-34}$ × ٠,٥×١٠$^{+15}$ = ٣,٣×١٠$^{-19}$ **جول**

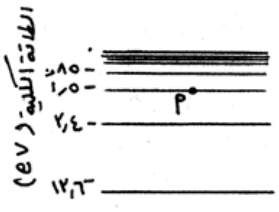
Δ ط بين المدارين = ط ن – ط ب

= -١,٥ – (-٣,٤) = ١,٩ الكترون فولت

= ١,٩ ×١,٦×١٠$^{-19}$ = ٣,٠٤×١٠$^{-19}$ **جول**

وحيث ان ط الفوتون $\neq \Delta$ ط بين المدارين لذلك لن ينتقل الالكترون ، انتبه ان الوحدة متماثلة (جول مثلا) عند المقارنة

١٠١) الرسم المجاور يمثل مخططا لمستويات الطاقة : تدريب



اولا :١) ماذا يحدث للإلكترون عندما ينتقل بين مستويين مختلفين في الطاقة ؟ اذا انتقل من مستوى ادني لمستوى اعلى يمتص طاقة ، واذا انتقل من مستوى اعلى لمستوى ادنى يشع طاقة

٢) ماذا تمثل الاشارة السالبة في المقدار (-١٣,٦) الكترون فولت ؟ تعني انه يجب تزويد الالكترون بطاقة مقدارها (+١٣,٦) e.v لتحريره من الذرة دون اكسابه طاقة حركية

ثانيا : احسب : ١) احسب اقصر طول موجي في متسلسلة بالمر باستخدام العلاقة التجريبية ؟

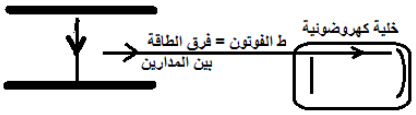
٢) طول موجة دي بروي المصاحبة للالكترون (أ) ؟

ثانيا : ١) $\frac{١}{\lambda}$ = R ($\frac{١}{ن_{٢}^{٢}}$ - $\frac{١}{ن_{١}^{٢}}$) = ١×١٠^{٧} ($\frac{١}{٢^{٢}}$ - $\frac{١}{\infty}$) $\Longleftarrow$ λ = ٤×١٠$^{-٧}$ م (λ : طول موجة الفوتون)

٢) من الشكل فان ن = ٣ او ط = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\Longleftarrow$ -١,٥ = $\frac{-١٣.٦}{ن^2}$ $\Longleftarrow$ ن = ٣

ن λ = ٢ π نق ن $\Longleftarrow$ ٣ λ = ٢ π × ن^2 نق$_ب$ $\Longleftarrow$ ٣ λ = ٢ π × ٩ × ٥,٢٩×١٠$^{-11}$ $\Longleftarrow$ λ = ٦ π × ٥,٢٩×١٠$^{-11}$ م

١٠٢) هبط الكترون ذرة الهيدروجين من المدار الرابع باعثا فوتونا يقع ضمن سلسلة طيف بالمر ، فاذا سقط هذا الفوتون على باعث خلية كهروضوئية فانبعث منها الكترونات طاقتها الحركية العظمى (٢) الكترون فولت ، احسب :
أ-طاقة الفوتون الساقط على باعث الخلية ب- اقتران الشغل لهذا الفلز ؟



أ) ط الفوتون = Δ ط بين المدارين
$= ط_{٢} - ط_{٤} = \frac{-١٣.٦}{١٦} - \frac{-١٣.٦}{٤} = -٣,٤ - (-٠,٨٥) = ٢,٥٥$ e.v

ب) ط ح = ط الفوتون – Ø ⟸ ٢ = ٢,٥٥ – Ø ⟸ Ø = ٠,٥٥ e.v

١٠٣) ش٢٠١٦ الكترون ذرة هيدروجين مثارة في المستوى الرابع للطاقة ، احسب : (٦ علامات) تدريب

ب) الزخم الزاوي للإلكترون ؟ خ ز $= \frac{ن هـ}{\pi ٢} = \frac{٤ \times ٦.٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٣.١٤ \times ٢}$ جول.ث

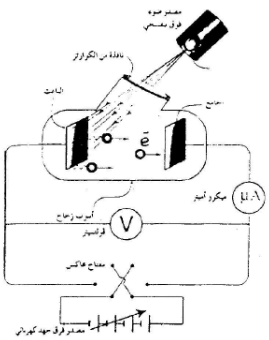
ج) طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون ؟ ن λ = π٢ نق ⟸ ٤ × λ = ٢× ٣,١٤ × ٨٤,٦٤×١٠^-١١
⟸ λ = ٢١,١٦×١٠^-١١ م حيث : نق = ن^٢ نق = (٤)^٢ ×٥,٢٩×١٠^-١١ = ٨٤,٦٤×١٠^-١١ م

١٠٤) ص ٢٠١٤ طاقة فوتون (٣,٣) الكترون فولت . احسب : تدريب

أ- تردد الفوتون ؟ ط = هـ ت ⟸ ٣,٣ × ١,٦×١٠^-١٩ = ٦,٦×١٠^-٣٤ ×ت ⟸ ت = ٠,٨×١٠ ^١٥ هيرتز

ب-زخم الفوتون ؟ خ الخطي $= \frac{هـ}{\lambda}$ ⟸ ٦,٦×١٠^-٣٤ × $\frac{٠.٨}{٣}$ ×١٠ ^٧ = ١,٧٦×١٠^-٢٧ كغ.م/ث حيث λ = $\frac{س}{ت}$ = $\frac{٣}{٠.٨}$×١٠^-٧ م

١٠٥) ص ٢٠١٤ في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية تم استخدام الدارة المبينة بالشكل . اجب عما يلي :



أ) كيف تفسر انبعاث الكترونات من سطح الباعث ؟
ب) ما هي العوامل التي تعتمد عليها الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة ؟
ج) عند عكس اقطاب البطارية وزيادة فرق الجهد تدريجيا لوحظ ان قراءة الميكروامتير تتناقص حتى تصبح صفر . على ماذا يدل ذلك ؟
د) ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد وتيار الخلية ؟ ثم حدد على الرسم جهد القطع ؟

١٠٦) مستعينا بنموذج بور الذري اجب عما يلي :
أ) هل يمكن لذرة في مستوى الاستقرار ان تمتص فوتوننا طاقته : اكبر من (١٣،٦) الكترون فولت ، اقل من (١٣،٦) الكترون فولت ؟ اذا كانت طاقة الفوتون الساقط اكبر من (١٣،٦) الكترون فولت : نعم يمكن ، لان هذه الطاقة تمثل **اقل** طاقة لازمة للتابين وبالتالي يمكن ان يمتص طاقة اكبر منها Δط = ط٢ – ط١ = ط∞ – ط١ = (صفر) - (-١٣،٦) =+ ١٣،٦ e.v

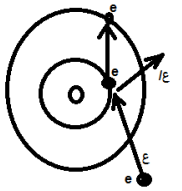
اذا كانت طاقة الفوتون الساقط اقل من (١٣،٦) الكترون فولت : نعم يمكن ، حيث يمتص الالكترون الطاقة ويرتفع الى مستوى اعلى او قد يترك الذرة نهائيا اذا كان موجود في مستوى الاثارة Δط = ط٢ – ط١ = ط٢ –(-١٣،٦) > + ١٣،٦ e.v

ب) ما هي الكمية التي افترض بور انها مكممة للالكترون وعلى اساسها اشتق قانون انصاف اقطار المدارات المسموحة للالكترون ؟
الزخم الزاوي

ج) ما شرط انتقال الكترون ذرة الهيدروجين الى مستوى طاقة اعلى ؟ اذا امتص طاقة **تساوي** فرق الطاقة بين المستويين

د) هل يمكن لفوتون طوله الموجي (٦٠٠) نم نقل الكترون من مستوى الطاقة (-٣،٤) e.v الى مستوى الطاقة (-١،٥) e.v ؟ فسر ؟
فرق الطاقة : Δط = ط٢ – ط١ = (-١،٥) - (-٣،٤) = ١،٩ e.v = ١،٩ × ١،٦×١٠^-١٩ = ٣،٠٤×١٠^-١٩ جول
طاقة الفوتون الساقط : ط = هـ ت = هـ ×١٠^-١٩ جول
وحيث ان طاقة الفوتون الساقط ≠ فرق الطاقة بين المستويين **بالضبط** فلا ينتقل الالكترون (مبدأ تكميم الطاقة)
حتى ينتقل الالكترون بين مدارين يجب ان تكون طاقة الفوتون الساقط = **تماما** فرق الطاقة بين المستويين

١٠٧) **اصطدم الكترون كتلته (ك) سرعته (عن) بذرة فأصبحت سرعته بعد التصادم (ع/) ، فارتفع احد الكترونات الذرة الى مستوى اعلى ثم عاد الى مستواه فبعث فوتونا . احسب تردد الفوتون المنبعث ؟**



فرق الطاقة الحركية للإلكترون المتحرك انتقلت الى الكترون الذرة . وهي تساوي طاقة الفوتون المنبعث

Δ طح = Δ طبين المدارين = ط الفوتون

$\frac{1}{2}$ ك (ع$_2^2$ - ع$_1^2$) = هـ ت$_د$ $\Longleftarrow$ $\frac{1}{2}$ ك (ع$_2^{/2}$ - ع$_1^2$) = هـ ت$_د$ $\Longleftarrow$ ت$_د$ = $\frac{1}{هـ}$ $\frac{ك}{2}$ (ع$_2^{/2}$ - ع$_1^2$)

١٠٨) **جسيم مشحون شحنته (سـ) وكتلته (ك) سرع من السكون خلال فرق جهد (Δ جـ) اثبت ان طول موجة دي بروى المصاحبة للجسيم تعطى بالعلاقة :**

$\lambda = \sqrt{\frac{هـ^2}{2 سـ ك \Delta جـ}}$

Δ طح = سـ جـ $\Longleftarrow$ $\frac{1}{2}$ ك (ع$_2^2$ - ع$_1^2$) = سـ جـ $\Longleftarrow$ $\frac{1}{2}$ ك (ع$_2^2$ - ٠) = سـ جـ $\Longleftarrow$ ع$_2$ = $\sqrt{\frac{2 سـ جـ}{ك}}$

$\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$ $\Longleftarrow$ $\lambda = \sqrt{\frac{هـ^2}{2 سـ ك \Delta جـ}}$

١٠٩) **اثبت ان سرعة الكترون في مداره يمكن ان تعطى بالعلاقة :** ع = $\frac{2 \pi أ_{سـ}^2}{ن هـ}$

ق كهربائية = ق مركزية $\Longleftarrow$ $\frac{سـ^2}{أ_{نق}^3}$ ك = $\frac{ع^2}{نق}$ معادلة (١)

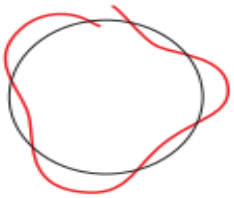
والثاني : من الفرض الرابع لبور : فان ك ع = ن $\frac{هـ}{2 \pi نق^2}$ معادلة (٢)

وبتعويض قيمة (ك ع) من المعادلة (٢) في الطرف الايسر للمعادلة (١) نجد $\frac{سـ^2}{أ_{نق}^3}$ = (ن $\frac{هـ}{2 \pi نق^2}$)ع $\Longleftarrow$ ع = $\frac{2 \pi أ_{سـ}^2}{ن هـ}$

واجب سؤال ١٢ صفحة ٢٢٠ في الكتاب

موجات الالكترونات وفرضية دي بروي

١١٠) **شرط (فرض) دي بروي لموجات الكترون ذرة الهيدروجين: يصاحب الالكترون الذي يدور في مسار دائري حول النواة موجات ، بحيث محيط المدار يجب أن يحتوي على عدد صحيح من الموجات** المصاحبة للإلكترون ، لانه اذا لم يتحقق هذا الشرط (القيد) فان الموجات المصاحبة **تتداخل تداخلا هداما وتلغي بعضها** (الشكل المجاور). ويمكن التعبير عن الشرط رياضيا بالعلاقة التالية :



تداخل هدام.

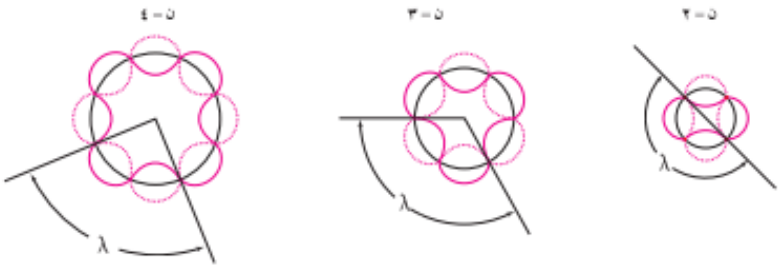
شرط (فرض) دي بروي لموجات الكترون ذرة الهيدروجين هو :

٢ π نق (محيط المدار) = ن λ

١١١) **ملاحظات :**

أ- عدد الموجات (الكاملة على محيط المدار) المصاحبة للإلكترون = رقم المدار (ن)

ب-معادلة دي بروي تربط بين الصفات الجسيمية (ك ع) والصفات الموجية (λ)



موجات الإلكترون وفرضية دي بروي.

١١٢) اثبت أن فرض دي بروي لموجات إلكترون ذرة الهيدروجين يتفق مع شرط بور لالكترون ذرة الهيدروجين ؟ ثم اذكر نص فرضي بور ودي بروي ؟

اذا بدأنا بشرط دي بروي سنصل الى شرط بور (الزخم الزاوي) :

شرط دي بروي لموجات الالكترون هو ٢π نق $= n\lambda$ ..... معادلة ١

ومعادلة دي بروي للموجات المصاحبة هو $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$ ..... معادلة ٢

وبتعويض قيمة (λ) من المعادلة (٢) في معادلة (١) ينتج

٢π نق $= n \frac{هـ}{ك ع}$

ك ع نق $= \frac{n هـ}{\pi ٢}$ وهذا هو شرط بور

(شرط) فرض دي بروي : يصاحب الالكترون الذي يدور في مسار دائري حول النواة موجات ، بحيث محيط المدار يجب أن يحتوي على عدد صحيح من الموجات المصاحبة

واذا بدانا بشرط بور سنصل الى شرط دي بروي (طول الموجة المصاحبة) ؟

٢π نق $= n \frac{هـ}{ك ع}$ وبالضرب التبادلي ينتج

٢π نق $= n \frac{هـ}{ك ع}$ ولكن $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$

٢π نق $= n\lambda$ وهو المطلوب

(شرط) فرض بور : المدارات المسموح أن يتواجد فيها الالكترون هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للإلكترون من مضاعفات ($\frac{هـ}{\pi 2}$)

١١٣) **علل . محيط المدار يجب أن يحتوي على عدد صحيح من الموجات .** لانه غير ذلك فانها ستتداخل تداخلا هداما وتلغي بعضها

١١٤) **ما هي العوامل التي يعتمد عليها طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون في ذرة الهيدروجين ؟**

من العلاقة : ٢π نق$_n = n\lambda$ $\Longleftarrow$ ٢π (ن^٢ نق$_ب$) $= n\lambda$ $\Longleftarrow$ $\lambda = ٢\pi$ (نق$_ب$) ن $\Longleftarrow$ λ تتناسب طرديا مع رقم المدار

١١٥) **ش ٢٠١٣ عدد موجات دي بروي الكاملة المصاحبة لالكترون ذرة الهيدروجين في المدار الرابع يساوي :**

(٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦)

١١٦) **طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون في ذرة الهيدروجين :**

(لا يتغير بتغير الزخم ، **يزداد بزيادة رقم المدار** ، يقل بنقصان الزخم ، يقل بزيادة رقم المدار)

١١٧) **الكترون ذرة الهيدروجين في مستوى طاقة محدد (ن) وجد أن طول موجة دي بروي المصاحبة له تساوي (٤π نق$_ب$) . احسب رقم المدار (ن) ؟**

الاثبات :

٢π نق$_n = n\lambda$ $\Longleftarrow$ ٢π (ن^٢ نق$_ب$) $= n$ (٢π نق$_ب$) $\Longleftarrow$ ن $= ٢$

١١٨) **ش ٢٠٠٨ الكترون ذرة الهيدروجين في مستوى طاقة الثالث (ن = ٣) بين أن طول موجة دي بروي المصاحبة له تساوي (٦π نق$_ب$) ؟**

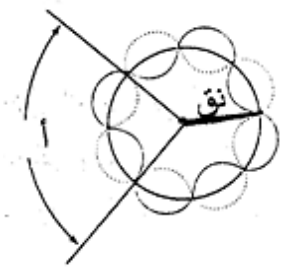
٢π نق$_n = n\lambda$ $\Longleftarrow$ ٢π (ن^٢ نق$_ب$) $= n\lambda$ $\Longleftarrow$ $\lambda = ٢\pi \times n$ نق$_ب$ $\Longleftarrow$ $\lambda = ٢\pi \times ٣$ نق$_ب$ $\Longleftarrow$ $\lambda = ٦$ نق$_ب$

١١٩) **ص٢٠٠٨ الشكل المجاور يمثل موجة لالكترون ذرة الهيدروجين اوجد لهذا الالكترون :**

أ- **رقم المدار** (٤) ب- **ماذا تمثل (أ)** (طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون)

ج- **نصف قطر المدار** د- **طول الموجة λ المصاحبة للإلكترون**

هـ - **الزخم الزاوي للالكترون**



ج) نق $= n^٢$ نق$_١ = (٤)^٢ \times ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} = ٨٤,٦٤ \times ١٠^{-١١}$ م

د) ن $\lambda = ٢\pi$ نق $\leftarrow$ $\lambda = ٤ \times ٢ \times ٣,١٤ \times ٨٤,٦٤ \times ١٠^{-١١} \leftarrow \lambda = ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}$ م

هـ) خ ز $= \frac{n هـ}{\pi ٢} = \frac{٤ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٣,١٤ \times ٢}$ جول.ث

اسئلة مراجعة فيزياء الكم

السؤال الاول :

أ- اكمل الفراغ فيما يلي :

١) عند انتقل الكترون من مالانهاية الى المدار الثاني ،فان طيف الضوء المنبعث ينتمي لسلسلة طيف .....

٢) عند زيادة شدة الضوء في الخلية الكهروضوئية فان جهد القطع ..... والتيار .....

٣- يفقد الفوتون جزء من طاقته في ظاهرة .....

٤- خلفية سوداء تتخللها خطوط ملونة تمثل طيف .....

٥- حسب نموذج بور ، المدارت المسموح للالكترون التواجد فيها هي المدارات التي يكون فيها .....

٦- للحصول على موجات تزيد من قوة التمييز للمجهر الالكتروني نلجأ الى .....

٧- اذا كان عدد موجات دي بروي الكاملة المصاحبة لإلكترون ذرة الهيدروجين يساوي (٤) موجات ، فان طاقة الالكترون في مداره بالنسبة لطاقة المستوى الاول تساوي .....

السؤال الثاني :

أ) من خلال دراستك لظاهرة كومتون . اجب عما يلي :

١) علام اعتمد في تجربته ؟

٢) ما هو نوع التصادم بين الفوتون والالكترون ؟

٣) ما هي المشكلة (المعضلة) التي واجهها كومتون ؟

٤) كيف حل تلك المشكلة ؟

٥) اثبت كومتون ان التصادم بين الفوتون والالكترون يحقق مبدئين . ما هما ؟

السؤال الثالث :

١) قارن بين الظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومتون والاطياف الخطية لذرة الهيدروجين في الجدول التالي ؟

	الظاهرة الكهروضوئية	ظاهرة كومتون	الاطياف الخطية
طاقة الضوء الساقط	اكبر او تساوي اقتران الشغل	اي طاقة	= فرق الطاقة بين المستويين
طاقة الفوتون بعد التفاعل مع الالكترون	صفر (يختفي)	تقل = ط – ط/	صفر (يختفي)
سرعة الفوتون بعد التفاعل مع الالكترون	صفر (يختفي)	ثابتة	صفر (يختفي)

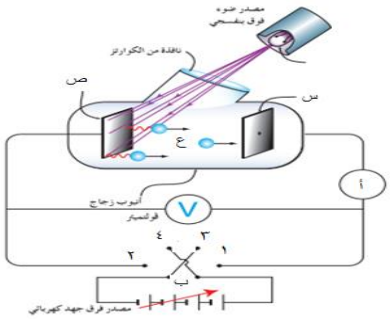
٢) علل ما يلي : سقط فوتونان على فلزان مختلفان وحرر احدهما الكترون ولم يحرر الاخر اي الكترون .

السؤال الرابع :

١) اصطدم فوتون طول موجته(٦)انجستروم بإلكترون حر ساكن ، فتشتت الفوتون بزخم خطي مقداره (٠,٦٦×١٠$^{-٢٤}$ كغ.م/ث) . احسب طول الموجة المصاحبة للإلكترون بعد التصادم ؟

٢) اذا كان اكبر طول موجي للاشعة الضوئية الساقطة على فلز يؤدي الى انبعاث الكترونات من الفلز يساوي (٤٠٠٠)انجستروم ، احسب اعلى سرعة للالكترونات المنطلقة من الفلز عند سقوط اشعة طول موجتها (٣٠٠٠)انجستروم ؟

٣) في الخلية الكهروضوئية الموضحة بالشكل اذا كانت المسافة بين الباعث والجامع هي (٢٠ سم) وعند سقوط ضوء طوله الموجي (٣٦٠ نانومتر) على سطح الباعث المصنوع من الصوديوم ، تم عكس اقطاب المصدر وسجل قراءة الميكروامتير والفولتميتر ، فحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول التالي :



قراءة الفولتميتر(فولت)	٠,٩٥-	١-	١,١-	١,٤-	١,٥-
قراءة الميكروامتير (ميكروامبير)	٠,٩٥	٠,١٧	٠,٠١	٠	٠

أ) احسب اقل قوة تلزم لإيقاف اسرع الالكترونات ؟
ب) احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات ؟
ج) احسب الموجة المصاحبة لأسرع الالكترونات ؟
د) احسب اقتران الشغل للصوديوم ؟
ه) الى ماذا تشير الرموز (س ، ص ، ع ، أ ، ب) ؟
و) ماذا يحدث ل (أ) اذا وصلت (١ مع ٤) و (٢ مع ٣) ؟
ز) كيف تصل النقاط (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤) معا لايقاف او تقليل سرعة حركة الجسيمات(ع) ؟
ح) ما وظيفة المفتاح (ب) ؟

كتلة الالكترون ٩×١٠$^{-٣١}$

السؤال الخامس :

١) قارن بين الفوتون الساقط والمتشتت في ظاهرة كومتون من حيث : طول موجة وسرعة وطاقة كل منهما ؟
٢) اثبت ان الطاقة الحركية لالكترون ذرة الهيدروجين يساوي نصف طاقة الوضع الكهربائية في نفس المدار ؟ (استخدم : ق$_{المركزية}$ = ق$_{الكهربائية}$)
٣) تم اشتقاق قانون نصف قطر مدار الكترون ذرة الهيدروجين اعتمادا على تكميم الزخم الزاوي . اشتق القانون : نق$_{ن}$ = نق$_{١}$ ن^{٢} ؟

السؤال السادس :

١) قارن بين طيف ذرة الهيدروجين حسب نموذج بور ونموذج رذرفورد ؟
٢) اذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين هو ($\frac{2\hbar}{\pi}$) اوجد : (استخدم شحنة وكتلة الالكترون ان احتجت)

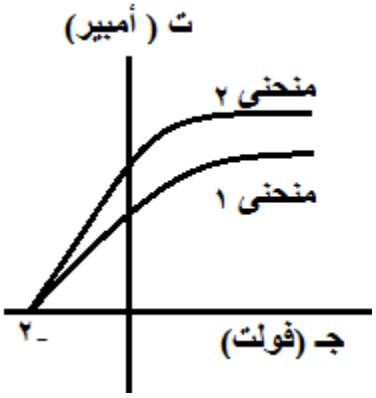
أ) نصف قطر مداره ؟
ب) الزخم الخطي للإلكترون ؟
ج) طول موجة دي بروي للإلكترون ؟

٣) اذا كانت الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مدار ما تساوي (٣,٤-) الكترون فولت فاحسب ما يلي :
أ) سرعة الالكترون في هذا المدار ؟
ب) تردد الفوتون المنبعث عند انتقال الالكترون الى المدار الاول واذكر اسم سلسلة الطيف التي ينتمي اليها ؟

٤) بعد نجاح النموذج الجسيمي للضوء في تفسير ظاهرتي كومتون والكهروضوئية فهل علينا ان نقبل بالنموذج الجسيمي للضوء ونرفض النموذج الموجي ؟ فسر اجابتك ؟

٥) اضافي ش٢٠١٦ وفقا لفرضية دي بروي وعند تطبيقها على ذرة الهيدروجين اجب عما يلي :
أ) عبر رياضيا عن الشرط الذي وضعه دي بروي لموجات الالكترون . وبين لماذا اشترط ذلك ؟
ب) ما عدد الموجات الكاملة على محيط مدار مستوى الاثارة الثالث ؟
ج) اثبت ان فرضية دي بروي تتفق ونموذج بور الذري ؟

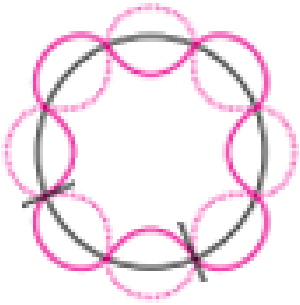
٦) ش٢٠١٧ في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية ، اسقط ضوء نرده (١×١٠^{١٥}) هيرتز على باعث الخلية وعند تمثيل العلاقة البيانية بين الجهد الكهربائي والتيار الكهربائي اعطيت كما في الرسم البياني المجاور . معتمدا على الرسم البياني ومستعينا بتفسير اينشتاين للظاهرة الكهروضوئية اجب عما يلي : (٥ علامات)



أ) كيف تفسر ظهور منحنيين في الرسم البياني ؟
ب) احسب اقتران الشغل للفلز ؟
ج) لماذا تكون عملية امتصاص الطاقة ليست مستمرة ؟
د) ما سبب تفاوت الطاقة الحركية للالكترونات المتحررة ؟

٧) ش٢٠١٧ عرف جهد القطع (الايقاف) ؟ علامتين

٨) ش٢٠١٧ يبين الشكل المجاور الموجات المصاحبة لالكترون في احد مدارات ذرة الهيدروجين . معتمدا على الشكل احسب : (٨ علامات)



أ) الزخم الزاوي للالكترون .
ب) نصف قطر هذا المدار .
ج) طول موجة دي بروي المصاحبة للالكترون .
د) طاقة الالكترون .

٩) افترض دي بروي ان محيط المدار الذي يتواجد فيه الالكترون يجب ان يحتوي على عدد صحيح من الموجات المصاحبة .
أ) استخدم هذا الفرض لاشتقاق العلاقة التي تعطي الزخم الزاوي للإلكترون
ب) اذكر نص فرض بور المتفق مع تلك النتيجة .

قوانين الفصل واستخداماتها

القانون	استخدامه
س = λ ت$_د$	للتحويل بين الطول الموجي والتردد
ط = هـ ت$_د$	طاقة الفوتون
Φ = هـ ت$_د$ ، س = λ ت$_د$	اقتران الشغل ، وتردد العتبة واكبر طول موجي
ط$_ح$ = ط - Φ = سـ$_e$ جـ = $\frac{1}{2}$ ك ع^2	الظاهرة الكهروضوئية / اكبر طاقة حركية للإلكترون
Δ ط = I ط$_2$ – ط$_1$ I = هـ ت$_د$ **نستخدم هذه الطريقة اذا كانت R غير معطاة** $I = \frac{-13.6}{ن_2^2} - \frac{-13.6}{ن_1^2}$ **بوحدة الكترون.فولت** **وعند استخدام Δ ط = هـ ت$_د$ هنا لا تنسى تحويل الطاقة من الكترون فولت الى جول**	لحساب الطاقة الممتصة او المنبعثة عند انتقال الالكترون بين مدارين ، **ويمكن أن يستخدم لحساب التردد والطول الموجي إذا لم تعطى قيمة R**
خ زاوي = ك ع$_ن$ نق$_ن$ = $\frac{هـ ن}{\pi^2}$ كغم .م^2/ث خ خطي = ك ع	لحساب الزخم الزاوي والخطي
نق$_ن$ = نق$_ب$ ن^2	لحساب نصف قطر المدار
ط$_ن$ = $\frac{-13.6}{ن^2}$ e.v	لحساب طاقة المدار
محيط المدار = ٢ π نق = ن λ$_{المصاحبة}$ **فقط لذرة الهيدروجين** خ$_{الخطي}$ = $\frac{هـ}{\lambda}$ خ$_{خطي}$ = ك ع	نستخدمها اذا جاب في السؤال سيرة الموجة المصاحبة
$\frac{1}{\lambda} = R \left\{ \frac{1}{ن_2^2} - \frac{1}{ن_1^2} \right\}$	العلاقة التجريبية لحساب طول موجة طيف ذرة الهيدروجين **بشرط أن تعطى R**
Δط$_ح$ = Δط$_و$ = $\frac{1}{2}$ ك ع^2 = سـ جـ ، جـ = ف مـ	عند تسريع جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم

انتهت بتوفيق الله وفضله

احتسب هذا العمل والجهد في ميزان والدي رحمه الله وتقبله في الفردوس الاعلى

ابو الجوج