وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
كلية العلوم

د. وسن زيد

الكيمياء اللاعضوية

كتاب منهجي للمراحل الاولى كيمياء

جامعة الانبار
مجانية التعليم
كلية العلوم التطبيقية (رمادي)

تاليف
الدكتورة ثناء جعفر محمد الحسني
مدرسة قسم الكيمياء-كلية العلوم
جامعة بغداد

١٩٨٩

Scanned with CamScanner

الفصل الأول

Scanned with CamScanner

المقدمة

تم تكليفي بتأليف كتاب الكيمياء اللاعضوية المنهجي هذا لطلبة الصفوف الاولى كيمياء ، وكمساهمة متواضعة مني لخدمة حركة التطور العلمي في قطرنا العزيز عن طريق تأليف كتاب الكيمياء اللاعضوية باللغة العربية لتقديمه الى طلبتنا باسلوب علمي مبسط ، املة ان يلقى تفهما لمحتوياته.

تشمل محتويات هذا الكتاب على خمسة فصول ، يهدف الفصل الاول الى اعطاء فكرة عن التركيب الذري للعناصر وشرح نظرية الكم . أما الفصل الثاني فقد تناول بعض الصفات الدورية للعناصر . أما الفصلين الثالث والرابع فيتطرقان الى شرح طبيعة المركبات الايونية والتساهمية على التوالي . وبالنسبة للفصل الاخير فنتطرق فيه الى الجزيئات المتعددة ، الذرة وفكرة التهجين.

واخيراً اود ان اتقدم بشكري وامتناني الى عمادة كلية العلوم-جامعة بغداد ورئاسة قسم الكيمياء لما وفر لي من دعم واسناد وتسهيلات . كما اتقدم بشكري وامتناني الى الدكتور منذر الجنابي لقيامه بتقويم هذا الكتاب .

أملي ان أكون قد وفقت في مهمة التأليف هذه .. وأكون شاكرة لكل من يتقدم بأي نقد بناء في سبيل تطوير هذا الكتاب لفائدة طلبتنا الاعزاء .

المؤلفـــــة

د. ثناء الحسني

Scanned with CamScanner

التركيب الذري

تحتوي كل ذرة على نواة مركزية ثقيلة موجبة الشحنة تشغل حيزا صغيرا من حجم الذرة الكلي ورغم ان تركيب النواة المركزية لم يزل غير مفهوم فهما تاما الا انه يمكن القول أن كل نواة (ماعدا ذرة الهيدروجين) تتكون من نوعين مختلفين من الجسيمات النووية (نيكليونات) . هذان النوعان من الجسيمات النووية هما البروتونات والنيوترونات (كتلة كل منهما 1.67264×10^{-27} و 1.67495×10^{-27} كغم على التوالي) والبروتونات فقط هي الجسيمات الموجبة الشحنة . أما الشحنة الكلية للنواة فهي عبارة عن عدد البروتونات × شحنة البروتون الواحد ، حيث ان شحنة البروتون تعتبر أصغر شحنة اكتشفت في الطبيعة ، وعلى هذا فشحنة النواة هي في الحقيقة عبارة عن عدد البروتونات فيها ، كذلك فان الشحنة الموجبة على نواة الذرة تتعادل بالشحنة السالبة للالكترونات ، لذلك يجب ان يتساوى عدد الالكترونات والبروتونات في الذرة (لغرض التوصل الى ذرة متعادلة كهربائيا .)

تقع الالكترنات التي تعد ، على شكل جسيمات ، على الاكثر في مناطق محددة من فضاء الذرة تسمى الاوربيتالات الذرية اذ تحيط النواة وترتبط

Scanned with CamScanner

بحالات طاقة معينة بالالكترونات . ولقد جاءت أدلة عديدة على وجود وطبيعة الالكترونات ومن ضمنها التجارب التي قام بها العالم ثومسون J.J.Thomson عام 1897 ، على اشعة القطب السالب (Cathode rays) الناتجة في انابيب التفريغ الكهربائي تحت ضغوط واطئة . فلقد وجد ان الغازات تظهر تحت هذه الضغوط توصيلا كهربائيا ملحوظا ويصبح الانبوب ممتلئا بنوع من الاشعة يمكن ملاحظتها فقط عند اصطدامها بجدران الانبوب او بحاجز فلوري (Fluorescent) : ولقد اظهرت دراسة هذه الاشعة انها تتميز بالخواص التالية :-

1) تنتقل الاشعة من القطب السالب Cathode نحو القطب الموجب Anode في خطوط مستقيمة.

2) تعاني انحرافا عند تسليط مجالين كهربائي ومغناطيسي عليها .

3) لهذه الاشعة كتلة محسوسة وشحنة سالبة .

وسرعان مااتضح ان هذه الاشعة عبارة عن سيل من الالكترونات وان خواصها لاتعتمد على مادة الانبوب المفرغ .

وبعد اكتشاف حقيقة احتواء الذرات على دقائق ذات شحنات كهربائية (الكترونات سالبة الشحنة ، بروتونات موجبة الشحنة) ومن نتائج قياسات ثومسون لنسبة شحنة هذه الدقائق الى كتلتها (Charge-to-mass ratio, $(\frac{e}{m})$) تساوي 2×10^{8} كولومب لكل غرام) , اصبح من الواضح بأن معظم كتلة الذرة مرجعة البروتونات الموجبة الشحنة ، في حين ان الالكترونات بكتلتها الخفيفة الصغيرة فهي جزءاً لايتجزأ من كتلة الذرة الكبيرة نسبيا .

Scanned with CamScanner

بالانتقال من ذرة الى اخرى في الجدول الدوري فأن الشحنة الموجبة على نوى الذرات تزداد بوحدة واحدة ، كذلك يزداد عدد الالكترونات . ويشير العدد الذري(Z) للعنصر الى رقم العنصر في الجدول الدوري (فمثلا للهيدروجين Z=1 ، لليورانيوم Z=92) . كذلك فهو يشير الى عدد الشحنات الموجبة على نواة الذرة ، والى عدد الالكترونات في الذرة في حالة التعادل .

ان تفهم الصفات الكيميبيائية للذرة تعتمد على تفهم الطريقة التي تترتب بها الالكترونات في تلك الذرة ، وترتيب الالكترونات في الذرات هو الهدف من كتابة هذا الفصل . ولغرض التوسع في هذا فأنه من الضروري استخدام بعض النتائج العملية للقياسات الطيفية وأفكار نظرية الكم Quantum theory ، كذلك من الضروري الاخذ بنظر الاعتبار الحقيقة التي تنص على ان للالكترونات صفات جسيمية وصفات موجية ، والصفة الموجية للالكترونات تظهر بوضوح من حقيقة ان حزمة الالكترونات المتحركة تستطيع ان تنحرف بفعل المجالين الكهربائي والمغناطيسي .

منشأ نظرية الكم

في بداية القرن العشرين كان هناك نموذجين متميزين بوضوح للسلوك الفيزيائي للضوء ، احدهما يهتم بالجسيمات ذات الكتلة المحددة التي تتحرك حسب قوانين نيوتن للحركة ، أما النموذج الاخر فيشير الى الموجات ، مثل الاشعاعات الكهرومغناطيسية ، التي تتحرك في وسط مستمر وتتعرض للقوانين المتحكمة بها قوانين الحركة الموجية ، وقد سميت النظريتان اللتان تعنيان بهذا النوع من السلوك بالنظرية الجسيمية والنظرية الموجية على التوالي . ومن المفيد اعادة النظر في بعض خواص الضوء كأمثلة لهذه النماذج من السلوك ولمقارنتها مع الخواص المشابهة للمادة .

Scanned with CamScanner

ان دراسة تداخلات الضوء والمادة ، على مدى المائة سنة الماضية ، كانت اساسا لبلورة افكارنا حول التركيب الذري والجزيئي . فلقد اعتبر نيوتن Newton (1727-1642) الضوء مكونا من جسيمات واعتمادا على هذه النظرية تم تفسير الظاهرة الكهروضوئية Photoelectric effect التي سنأتي على شرحها لاحقا .

من جانب اخر ادخل هيوجين Huyghens (1695-1629) فكرة النظرية الموجية للضوء ، وقد وجد بأن هذه النظرية ضرورية جدا لشرح ظاهرتي التدخل والانحراف للضوء .، ومما عزز هذه النظرية هو اكتشاف رونتكن Roentgen(1895) الاشعة السينية (x-ray) اثناء التفريغ الكهربائي في الانابيب المخلخلة الضغط . واكتشاف بكريل Becquerel (1896) لظاهرة النشاط الاشعاعي Radioactivity عند ملاحظة اسوداد الالواح الفوتوغرافية اثناء تعرضها الى مادة مشعة بمعزل عن الضوء ، كذلك اكتشاف الالكترون من قبل العالم ثومسون Thomson (1897) ، ولقد اتضح فيما بعد قصور النظرية الموجية في تفسير بعض الظواهر ، ومنها ظاهرة اشعاع الجسم الاسود Black Body Radiation لذلك ظهرت الحاجة الى نظرية بديلة والتي يمكن بواسطتها تفسير كافة الظواهر التي تعجز عن تفسيرها كلا النظريتين (الجسيمية والموجية) وقد سميت هذه النظرية بنظرية الكم Quantum Theory ، حيث كانت مفتاحا لحل الكثير من المشاكل المعلقة .

لقد وضعت نظرية الكم 1900 من قبل العالم ماكس بلانك Max Planck لفرض شرح ظاهرة اشعاع الجسم الاسود .وقد استندت هذه النظرية في تفسيراتها على كون الطاقة كالمادة لاتكون مستمرة discontinuous وتحتوي على اعداد كبيرة من وحدات متناهية في الصغر تسمى الكم quanta وسواء اكتسب النظام المستخدم طاقة او فقدها ، فيجب ان يتم ذلك بدلالة الكم .

Scanned with CamScanner

الاشعاع الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Radiation

يختلف الاشعاع الكهرومغناطيسي عن الاشعة الجسيمية بكونه (شكل من اشكال الطاقة ذو طبيعة موجية). ان هذه الطاقة تتكون نتيجة لوجود الشحنات الكهربائية والاقطاب المغناطيسية مجتمعة بحيث يتولد مجالان متعامدان ، احدهما كهربائي والاخر مغناطيسي). ان اي تغيير يحصل في المجال الكهربائي سوف يحث المجال المغناطيسي على التغير ايضا ، والعكس بالعكس .

ينتقل الاشعاع الكهرومغناطيسي في الفراغ بسرعة هائلة دون الحاجة الى وسط مادي لانتقاله . وتعتمد حركته الموجية ، التي تتمثل بحركة اليد الممسكة بطرف سلك الى الاعلى والى الاسفل شكل (١-١) على مايلي :-

1) الطول الموجي Wave length ويرمز له عادة بالحرف الاغريقي λ (لامبدا) وهو عبارة عن المسافة الطولية التي تصل بين قمتين متماثلتين لموجتين متعاقبتين شكل (1-2) .

ويقاس الطول الموجي عادة بوحدة الاطوال كالمتر والسنتمتر . ولغرض قياس الاطوال الموجية الصغيرة جدا يفضل استعمال وحدة الانكستروم ($\mathring{A}$) أو النانوميتر (nm) وترتبط هذه الوحدات فيما بينها كالتالي :

1 سم (cm) = 1×10^{-2} متر

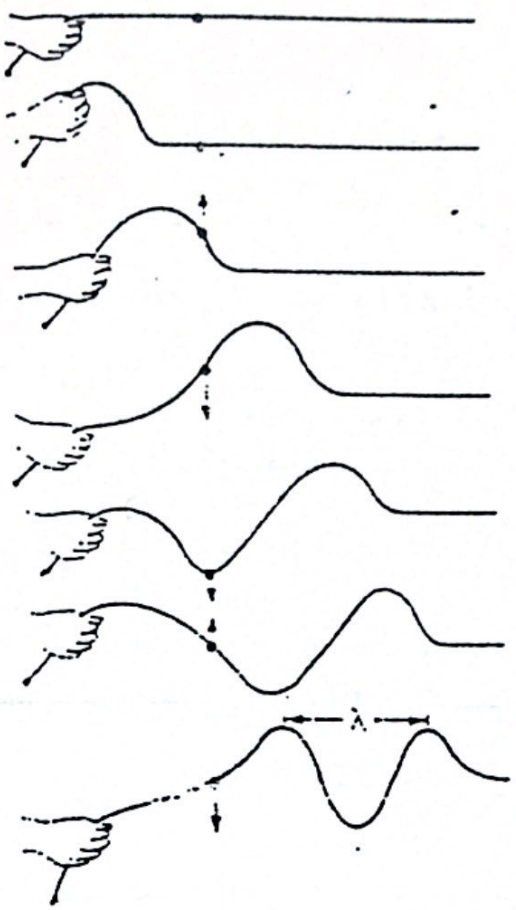
1 نانوميتر (nm) = 1×10^{-9} متر = 1×10^{-7} = 10 انكستروم

1 انكستروم ($\mathring{A}$) = 1×10^{-10} متر = 1×10^{-8} سم

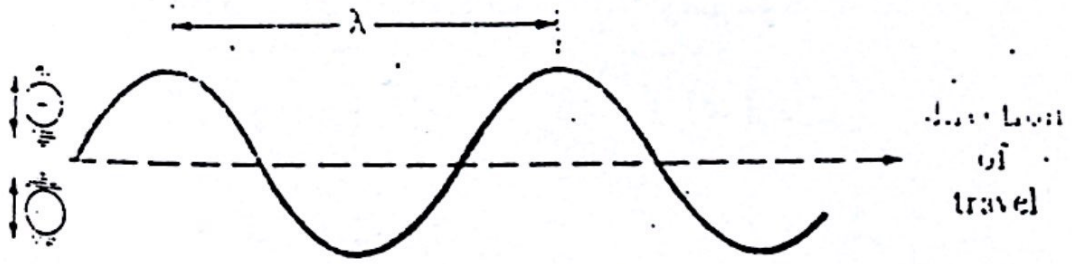
2- التردد Frequency

ويرمز له بالحرف الاغريقي υ (نيو) ويعرف بأنه عدد الذبذبات في الثانية

Scanned with CamScanner



شكل 1-1 مخطط لابسط حركة موجية



شكل 1-2 موجة اشعاع كهرومغناطيسي ·

Scanned with CamScanner

الواحدة . ويعبر عن التردد بوحدات ثانية$^{-1}$ (S^{-1}) وتعني ذبذبة/الثانية (Cycles per second) ، أو بوحدة الهيرتز Hz (Hertz)

3- سرعة انتشار الموجة (c)

وهذه تعتمد على الوسط الذي تنتقل فيه الموجة وترتبط المقادير اعلاه بالعلاقة :

$$c = \upsilon\lambda$$

حيث c هي سرعة انتشار الموجة في الفراغ وتساوي سرعة الضوء 3×10^{10} سم/ثانية .

ويشمل الطيف الكهرومغناطيسي على مناطق معينة ومحددة حسب ترددها وطولهاالموجي كما يتضح ذلك من الشكل (3-1) ، حيث يظهر من الشكل ان الضوء المرئي يمثل فقط جزء قليل من الاشعة الكهرومغناطيسية

مثال

المحطة الراديوية FM تبث برامجها بتردد 91.5×10^{6} ثانية$^{-1}$. ماهو الطول الموجي لهذه الموجة الراديوية بالمتر ؟

الحل

لما كانت الأمواج الراديوية هي شكل من اشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي لذلك فأن :

$$c = 3.00 \times 10^{8} \quad m / sec.$$

يمكننا الان استخدام المعادلة التالية للتوصل الي الحل :

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon}$$

Scanned with CamScanner

$$\lambda = \frac{3\times10^{8}\ \text{m/sec.}}{91.5\times10^{6}\ \text{sec}^{-1}} = 3.28\ \text{m}$$

مثال : ان معظم الاشعاع المنبعث من امصباح لبخار الصوديوم يمتلك طولا موجيا مقداره 589 نانوميتر . ماهو تردد هذا الاشعاع ؟

$$c = 3\times10^{8}\ \text{m/sec.}$$

$$\lambda = 589\ \text{nm} \times \frac{1\times10^{-9}\ \text{m}}{1\ \text{nm}} = 5.89\times10^{-7}\ \text{m}$$

$$\upsilon = ??$$

الحل :

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda}$$

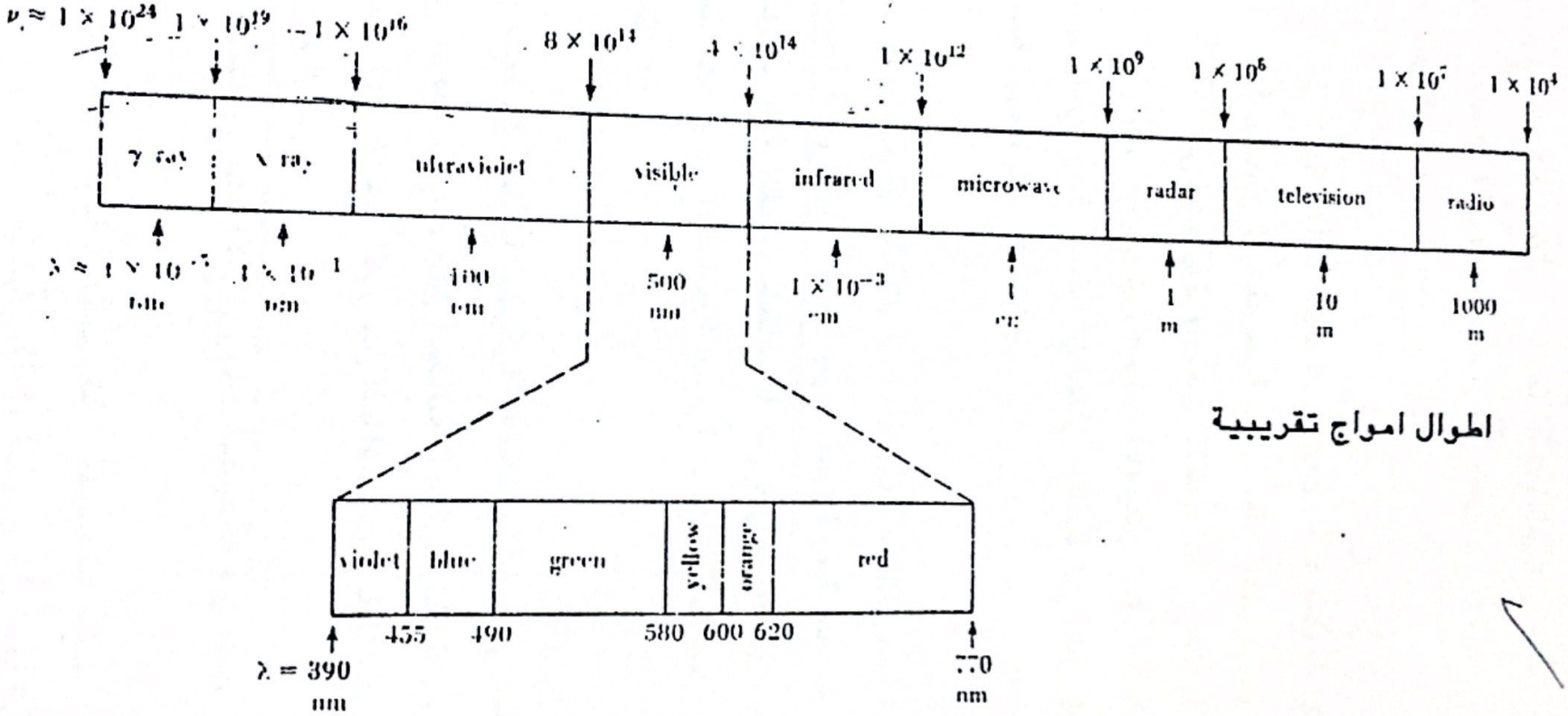
$$= \frac{3\times10^{8}\ \text{m/sec}}{5.89\times10^{-7}\ \text{m}} = 5.09\times10^{14}\ \text{sec}^{-1}$$

التأثير الكهروضوئي Pohtoelectric effect

ان الشكل (4-1) يوضح جهاز مبسط لملاحظة ظاهرة التأثير الكهروضوئي . يتكون الجهاز من اسطوانة مفرغة من الهواء تحتوي على قطبين ، احدهما موجب B والاخر سالب A ، يغطي القطب A بفلز نشط او مركب لفلز نشط او سبيكة لذلك الفلز النشط مع عناصر اخرى كالفضة والقصدير . وقد اختير فلز السيزيوم لصنع الخلايا الكهروضوئية بسبب كونه يفقد الكترونه بسهولة كبيرة جدا .

Scanned with CamScanner

ترددات تقريبية (ذبذبة/ثانية)



اطوال امواج تقريبية

شكل 1-3 طيف الاشعاع الكهرومغناطيسي .

Scanned with CamScanner

من المعروف انه عند عدم وجود ضود فان الاسطوانة لاتوصل الكهربائية بسبب عدم وجود حامل للشحنة من قطب الى قطب آخر انه اذا ترك الفلز دون تسخين فان ذلك سوف يمنع سريان الالكترونات من الفلز A الى القطب B.

وفي سنة 1887 لاحظ هرتز Hertz عند سقوط اشعة كهرومغناطيسية مثل الاشعة فوق البنفسجية على سطح الفلز فان الالكترونات تنتقل من القطب A الى القطب B (اي من القطب السالب الى القطب الموجب) . ويمكن ان تكشف وتسجل عن طريق الاميتر Ammeter (مقياس لشدة التيار الكهربائي) وهذا يعني ان للفلز القدرة على تحويل الاشعة الضوئية الى اشعة كهربائية .

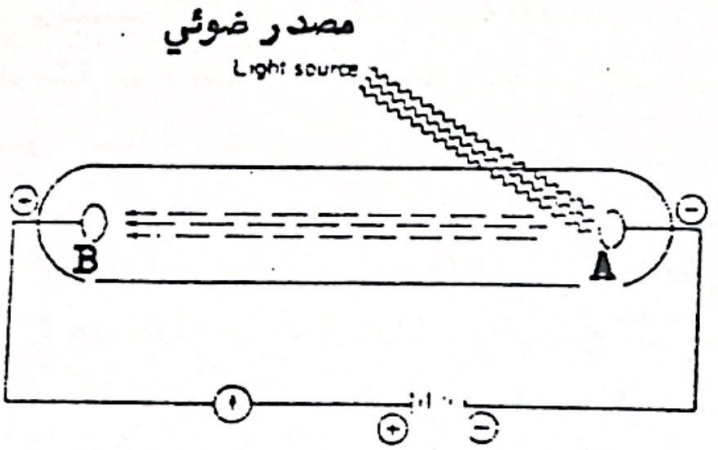
من المهم ان نتذكر ان الالكترونات تنبعث فقط عندما يكون تردد الاشعة فوق البنفسجية يزيد على قيمة محددة تدعى بالتردد الحرج . وتعتبر هذه القيمة كخاصية من خواص الفلز ، حيث تختلف باختلاف الفلزات . ومن النتائج العملية التي تم التوصل اليها في هذا الخصوص مايلي :-

1- لاتعتمد الطاقة الحركية للالكترونات على شدة الضوء الساقط ، بل على تردده وبذلك فان الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة بواسطة الضوء الازرق هي اكبر من الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة بواسطة الضوء الحمر .

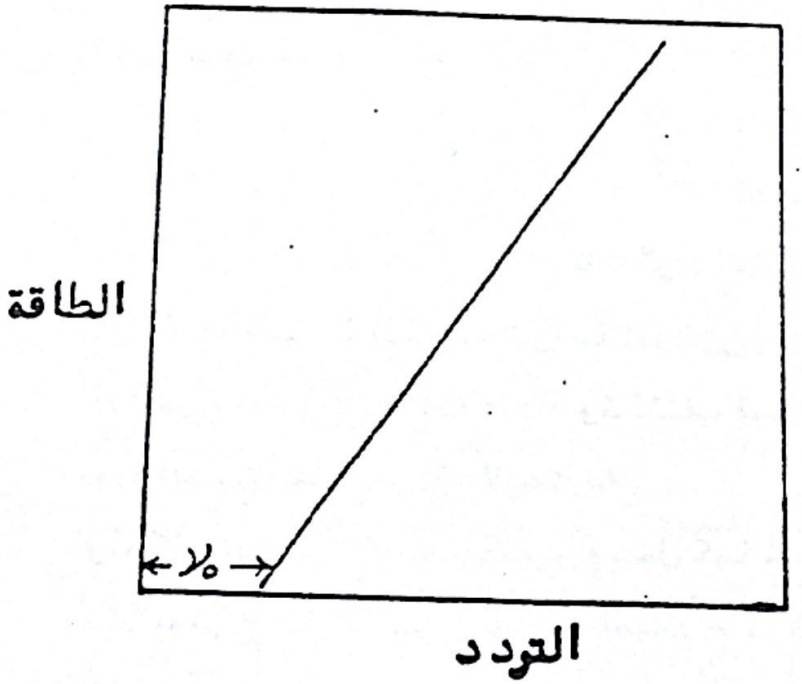
2- يتناسب عدد الالكترونات المنبعثة من الفلز مع شدة الضوء الساقط عليه .

3- تتناسب طاقة الالكترونات المنبعثة مع تردد الضوء الساقط ويمكن توضيح ذلك من الشكل (1-5) الذي يمثل العلاقة بين طاقة الالكترونات المنبعثة وتردد الاشعة الساقطة .

Scanned with CamScanner



شكل 1 - 4 شكل تخطيطي يوضح الجهاز المستخدم لدراسة التأثير الكهروضوئي .



شكل 1 - 5 العلاقة بين الالكترونات المنبعثة وتردد الاشعة الساقطة .

Scanned with CamScanner

وحسب النظريات الكلاسيكية القديمة فان كلا من عدد الالكترونات المنبعثة من السطح وطاقة هذه الالكترونات يجب ان تعتمد على شدة الضوء الساقط .

من الصعوبة تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي اذا تصورنا ان الضوء عبارة عن حركة موجية ، ولكن بالرجوع الى نظرية نيوتن الجسيمية للضوء فقد اعطت تفسيرا للضوء على انه سيل من الدقائق الجسيمية الصغيرة التي تدعى بالفوتونات photons ، حيث تنطلق هذه الفوتونات في الفضاء بسرعة الضوء ، وان لكل فوتون طاقة محددة (E) ترتبط بعلاقة مع الطول الموجي او مع تردد الاشعاع الساقط υ (نيو) تبعا للمعادلة النظرية الكمية :

$$E_{photon} = h\upsilon$$

حيث E = طاقة الفوتون

h = ثابت بلانك Plank's Constant

$= 6.626\times10^{-27}$ ارك.ثانية

υ = تردد الاشعاع الساقط

ان كمية الطاقة اللازمة لازاحة الكترون من سطح الفلز تسمى ((دالة الشغل)) (W_o) Work function وتختلف قيمتها من فلز لآخر اعتمادا على جهد التأين للفلز ولو انه لايساويه .

ولما كان الفوتون جسيم صغير يحمل كما محددا من الطاقة مقدارها ($h\upsilon$) فقد اقترح اينشتاين انه عند أصطدام فوتون بسطح فلز تنتقل طاقة الفوتون الى احد الالكترونات فيتحرر الكترون ، وعندما تكون E_{photon} اكبر من W_o فان الالكترون لايتحرر فقط من الذرة وانما يكتسب طاقة حركية مقداره ($\frac{1}{2} mv^2$)

Scanned with CamScanner

حيث :

m = كتلة الالكترون

v = سرعة الالكترون

بمعنى اخر ان

$$E_{photon} = h\upsilon = W_\circ + \frac{1}{2}mv^2$$

تعبر هذه المعادلة عن العلاقة بين طاقة الفوتون الساقط والطاقة الحركية للالكترون المنبعث وبذلك فأن الطاقة الحركية للالكترون المنبعث تساوي

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\upsilon - W_\circ$$

ويتضح من المعادلة الاخيرة انه اذا كان تردد الاشعاع الساقط واطيء جدا فأن طاقة الفوتون تكون اقل من دالة الشغل لازاحة الالكترون من سطح الفلز . كما نه ليس من الممكن للإلكترون امتصاص طاقة فوتونين لكل واحد منهما تردد دون التردد الحرج . والتردد الحرج $\upsilon_\circ$ (شكل 1-5) هو التردد اللازم لتحرير الالكترون فقط دون اعطائه طاقة حركية أي أن :

$$W_\circ = h\upsilon_\circ$$

اشعاع الجسم الاسود Black Body Radaition

ان نظرية الكم quantum theory نشأت من خلال دراسة الاشعاع المنبعث مما يسمى بالجسم الاسود ، فالجسم الاسود المثالي يكون ممتصا تاما لكل الاشعة ويبعث بشكل مساو وكامل هذه الاشعة . وفي الواقع ان الاجسام السوداء الحقيقية لاتكون ممتصا تاما ولاباعثا تاماً . فمثلا ، الزجاج يمتص معظم الاشعة فوق البنفسجية وقليل من الاشعة المرئية ، كذلك فان صفيحة من فلز معين ذات سطح أسود معتم تمتص كل من الاشعة فوق البنفسجية والمرئية وربما السينية (x-ray) ، وبشكل عام عند تسخين

Scanned with CamScanner