التأثير الكهروضوئي والاطياف الالكترونية:-

لاحظ هيرتز Hertz (1887م) انه عند سقوط الاشعة فوق البنفسجية على سطح فلز فانه يكتسب شحنة كهربائية موجبة ويفسر ذلك بان الفلز يفقد الالكترونات بفعل الاشعة الساقطة عليه. ويمكن تلخيص نتائج العملية كالآتي:

1- طاقة الالكترونات المنبعثة لا تعتمد على شدة الضوء الساقط بل على تردده، فاذا انخفض تردد الاشعة الساقطة عن قيمة معينة (يعتمد على الفلز) فان الالكترونات لا تنبعث مهما طال تعرض سطح الفلز للاشعة.

2- يتناسب عدد الالكترونات المنبعثة مع تردد الضوء الساقط تناسباً طردياً.

3- تتناسب طاقة الالكترونات المنبعثة طردياً مع تردد الضوء الساقط.

وفي عام (1905م) قدم العالم اينشتاين مقترحاً لتفسير التأثير الكهروضوئي كما يلي:

1- ان الاشعة الكهرومغناطيسية تتكون من جسيمات متناهية في الدقة تتدعى فوتونات (Photons) ولكل منها طاقة تساوي ($h\upsilon$).

2- سرعة الفوتونات في الفضاء هي سرعة الضوء.

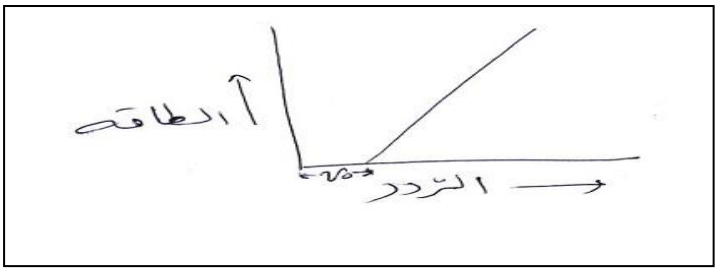
وعلى ضوء المقترحين السابقين استطاع العالم اينشتاين من تقديم تفسير للتاثير الكهروضوئي بالشكل التالي:

أ- الفوتون الواحد هو جسيم يحمل كماً من الطاقة Quanta يتحدد بتردد الشعاع الضوئي تبعاً لقاعدة بلانك التي تمثل حاصل ضرب ثابت بلانك بالتردد وهي قيمة طاقة الفوتون ($E_{photon} = h\upsilon$) فعند اصطدام الفوتون بسطح الفلز تنتقل طاقة الفوتون الى احد الالكترونات.

ب- تحتاج عملية تحرير الالكترون ذرة الفلز الى بذل شغل معين (W_0) وتعتمد قيمة الشغل على جهد تأين الفلز. وان كانت قيمة الشغل اقل من طاقة الفوتون ($W_0 < E_{Photon}$) فانه يتحرر الالكترون من ذرة الفلز ويكتسب طاقة حركية مقدارها ($\frac{1}{2} m v^2$).

ج- هنالك علاقات رياضية تربط ما بين طاقة الفوتون الساقط والطاقة الحركية للالكترون. والتي تفسر بان هنالك علاقة خطية بين الطاقة الحركية للالكترون المنبعث وتردد الاشعاع الساقط والتي يمكن ان تفسر تحرر الالكترونات من بعض العناصر الفعالة مثل السيزيوم (Cs) والتي تتميز بجهد تأين قليل، فعند سقوط اشعة اقل ترددا من تلك اللازمة لتحرير الالكترونات من العناصر الأقل فعالية.

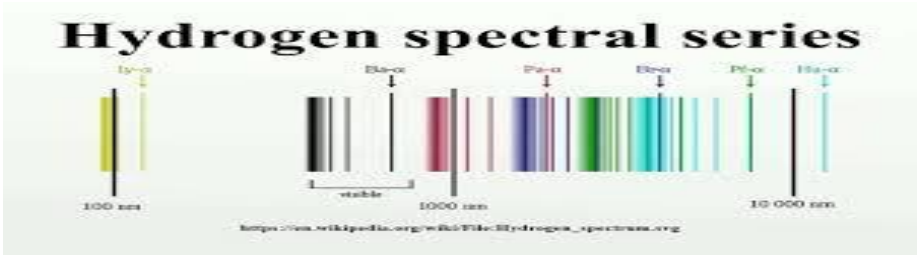
فعندما يتحرر الالكترون دون إعطاء اية طاقة حركية أي ان مقدارها صفر وعليه تكون قيمة الطاقة صفر عند ذلك يلاحظ ظهور حالة من التردد تدعى بالتردد الحرج (υ_0) والذي يعرف على(انه ذلك التردد اللازم لتحرير الالكترون دون إعطائه اية طاقة حركية).



ولقد تبين انه كلما كان الفلز نشطاً او له قابلية كبيرة على التاين كلما قل التردد اللازم لازاحة الالكترونات، وهذا يعني انه تزداد الطاقة بزيادة التردد وليس بزيادة شدة الاشعاع الساقط على الفلز.

الاطياف الذرية:-

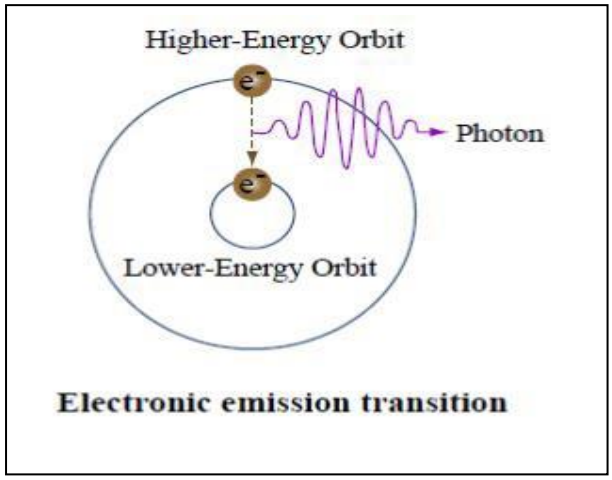
لوحظ انه اذا حدث تسخين او تفريغ كهربائي لذرات عنصر ما في الحالة الغازية وتحت ضغط مخلخل فان ضوءاً ينبعث من ذرات الغاز المهيجة (excited atoms) وبتحليل هذا الضوء المنبعث بواسطة موشور نحصل على مجموعة من الخطوط تعرف بالطيف الخطي (line spectrum) ويعرف هذا بطيف الانبعاث (Emission spectrum) ويتميز كل خط من خطوط الطيف بطول موجي (λ) محدد وكذلك تردد (υ) محدد، ويتميز كل عنصر بطيف خطي معين يختلف عن الطيف الخطي لأي عنصر اخر. ويمكن رؤية بعض هذه الخطوط بالعين المجردة حيث انها تقع في المنطقة المرئية من الطيف بينما يمكن تسجيل البعض الاخر على لوح فوتوغرافي عندما تقع في المنطقة تحت الحمراء (Infrared) او فوق البنفسجية (Ultraviolet).



الشكل يوضح الطيف الخطي لذرة الهيدروجين في المنطقة المرئية

ان الضوء المنبعث في الطيف الخطي ناتج عن انتقال الالكترونات للذرة من مستوى طاقة واطئ الى مستوى اعلى وعند رجوع الالكترونات الى مستوى الطاقة الواطئ تبعث اشعاعاً بطول موجي (λ) مختلف ومجموع هذه الاشعاعات المنبعثة تشكل الطيف الخطي للذرة.

وهذه طريقة تساعدنا في معرفة الترتيب الالكتروني للذرة



النظريات الذرية وقاعدة هايزنبرغ :-

كان هنالك العديد من النظريات التي تطرقت الى تركيب وبناء العناصر في الطبيعة وقد ذكرنا بعض منها والآن سنحاول ان نتطرق لها بشكل شبه مفصل باستثناء النظريات ذات الأهمية القصوى.

A- نظرية دالتون الذرية (1808م):-

كانت نظرية دالتون من اول النظريات ذات الرؤية الواضحة والتفسير العلمي وكانت ترتكز على عدد من الفرضيات وهي:

أ- تتألف العناصر (Elements) من دقائق صغيرة جداً تدعى ذرات.

ب- جميع الذرات المشكلة للعنصر لها نفس الحجم والكتلة والخواص الكيميائية، وتختلف الذرات باختلاف العناصر.

ج- تتألف المركبات (Compounds) من ذرات لاكثر من عنصر. وفي أي مركب تكون نسبة عدد الذرات لاي عنصرين موجودين في المركب هي اما اعداد صحيحة او كسر بسيط.

د- في أي تفاعل كيميائي يحدث اما فصل او جمع او إعادة ترتيب للذرات ولا يحدث لها أي تخريب او خلق ذرات جديدة.

استطاعت نظرية دالتون ان توافق مع القوانين التالية:

1- قانون النسب المحددة: الذي ينص على (تحوي العينات المختلفة من نفس المركب دائماً العناصر المكونه للمركب بنفس النسب الكتلية).

2- قانون النسب المضاعفة: الذي ينص على (اذا استطاع عنصران الاتحاد لتشكيل اكثر من مركب، فان كتل احد العناصر التي تتحد مع كتله ثابته ومحددة لعنصر اخر تكون بنسب اعداد صحيحة).

3- قانون حفظ الكتله: الذي ينص على (المادة مصونه، لا تخلق ولا تفنى. فالمادة مؤلفة من ذرات لا تتغير في التفاعل الكيميائي).

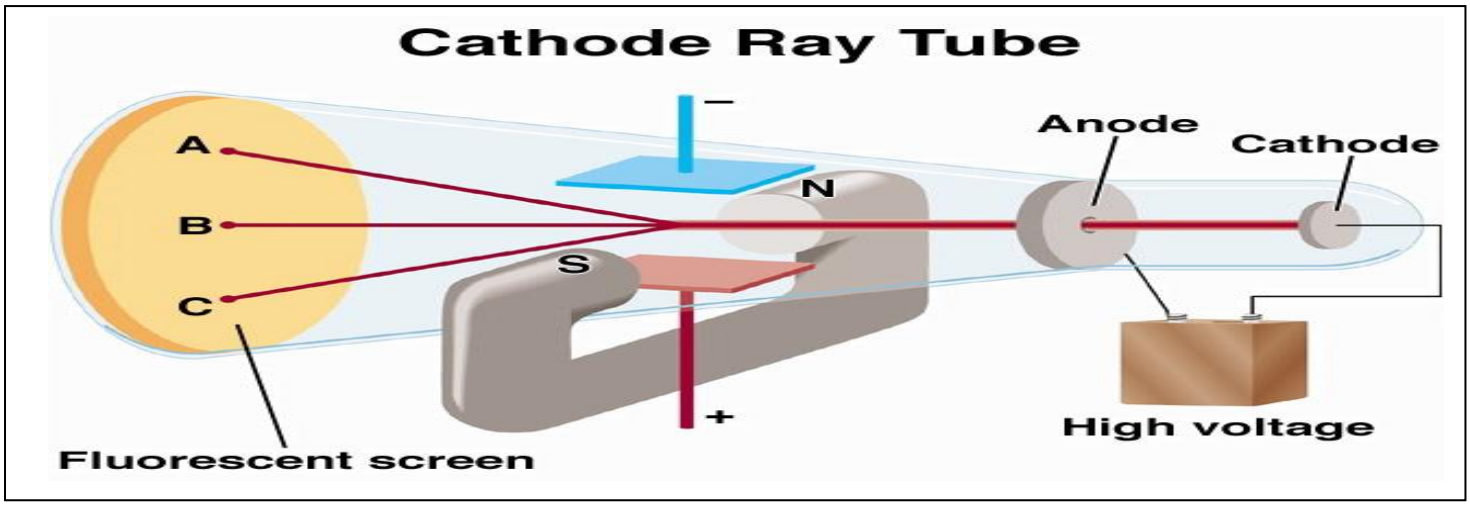
B- نظرية ثومسون ونموذجه الذري: كانت فرضيات العالم الفيزيائي ثومسون تستند الى:

1- الذرة كره مصمته موجبة الشحنة.

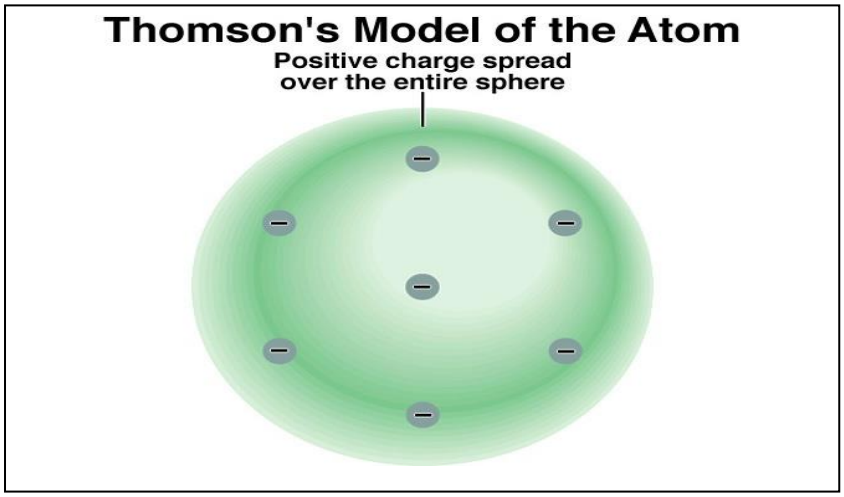
2- تتخللها الالكترونات السالبة الشحنة (كما تتخلل البذور ثمرة البرتقال).

3- الذرة متعادلة كهربائياً.

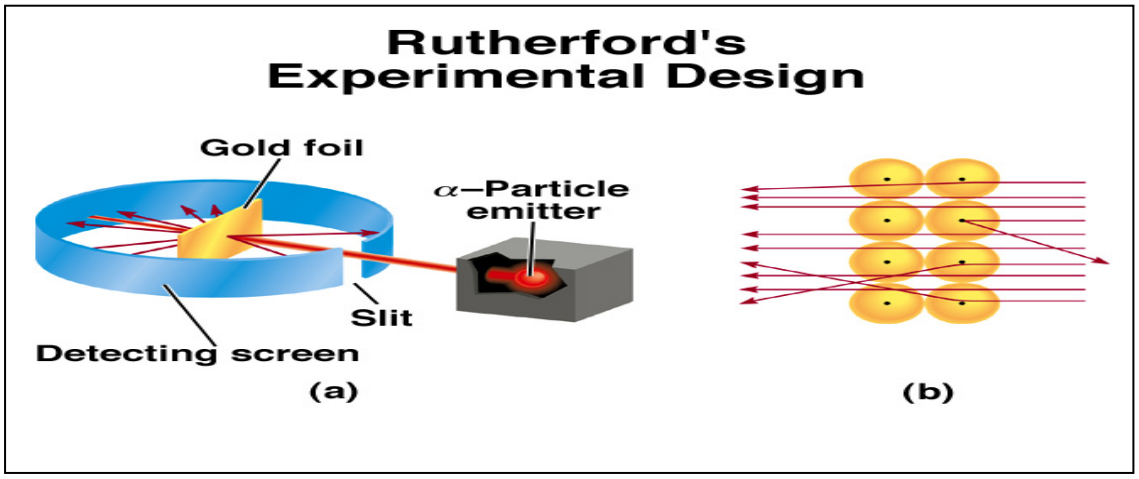
كان لتجارب العالم ثومسون في استخدام الاشعة الكاثودية التي مكنته من تحديد نسبة الشحنة الكهربائية الى كتلة الكترون منفرد.



وقد استطاع العالم ثومسون من لحصول على جائزة نوبل في الفيزياء(1906م)، حيث استطاع تحديد نسبة الشحنة الكهربائية الى كتلة الكترون منفرد. وكان لفكرة الاشعة الكاثودية تاثير كبير حيث ظهرت فكرة الاشعة السينية (X- Ray) واشعة التفلور وكذلك ظهور فكرة وجود اشعة (α ، β ، γ). ويمكن تمثيل نموذج ثومسون للذرة بالشكل.



C – نموذج رذرفورد (1910م): قام العالم الفيزيائي بتجربته الشهيرة باستخدام دقائق الفا لمعرفة بنية الذرة كما في الشكل التالي



حيث تم قصف رقيقة من الذهب سمكها (10^{-4} سم) بواسطة دقائق الفا وقد لاحظ رذرفورد و احد طلابه ان معظم دقائق الفا قد اخترقت صفيحة الذهب دون انحراف عن مسارها مع عدد قليل منها انحرف مسارها وعدد اقل اما انحرف كثيراً او ارتد كلياً، وان هذا الانحراف قد ناقض نموذج ثومسون الذري. وقد وضع رذرفورد فرضيات خاصة للذرة تتمثل في النقاط التالية:

1- الذرة تشبه المجموعة الشمسية (نواة مركزية يدور حولها على مسافات شاسعة الالكترونات سالبة الشحنة).

2- الذرة معظمها فراغ (لان الذرة ليست مصمته وحجم النواة صغير جداً بالنسبة لحجم الذرة).

3- تتركز كتلة الذرة في النواة (لان كتلة الالكترونات صغيرة جداً مقارنة بكتلة مكونات النواة من البروتونات والنيوترونات).

4- يوجد في الذرة نوعان من الشحنة (شحنة موجبة في النواة وشحنة سالبة على الالكترونات).

5- الذرة متعادلة كهربائياً لان عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) يساوي عدد الشحنات السالبة (الالكترونات).

6- تدور الالكترونات حول النواة في مدارات خاصة.

7- ثبات الذرة يعود الى وقوع الالكترونات تحت تاثير قوتين متضادتين في الاتجاه متساويتين في المقدار هما قوة جذب النواة للإلكترونات وقوة الطرد المركزي الناشئة عن دوران الالكترونات حول النواة.

كان من أسباب الفشل في نموذج رذرفورد حسب قوانين الكهربائية المغناطيسية (الكهرومغناطيس) سببان لذلك أولهما بينت ان الالكترون المشحون بكهربائية سالبة والذي يتحرك على مدار دائري في حقل النواة ذات الشحنة الموجبة، سوف يخضع لتسارع منتظم نحو المركز يجعله يفقد طاقته باستمرار ليسقط في نهاية المطاف على النواة.

اما الامر الثاني ان الطاقة التي يفقدها الالكترون في اثناء دورانه حول النواة يجب ان تظهر على هيئة اشعاع مستمر. ولكن في الواقع تبين ان الذرة المستقرة لا يمكن ان تشع تلقائياً، واذا ما أصبحت مثارة فان الاشعاع الصادر منها لا يشكل طيفاً مستمراً وانما خطوط طيفية متقطعة.

D- نموذج بور الذري (1913م) : هو تحسين لنموذج العالم الفيزيائي رذرفورد وكانت فرضيات العالم بور تتمثل فيما يلي:

1- تستمر الالكترونات بالدوران في مداراتها النسبية بدون فقد طاقة. وطبقاً لهذه الفرضية تبقى طاقة الالكترون ثابته طالما ان الالكترون يبقى في نفس المدار. وهو ما يعني ان لكل مدار طاقة محددة مقترنه بالمدار، لهذا تعرف المدارات بمستويات الطاقة.

2- المدار الأصغر (المدار الأول من النواة) ذو الطاقة الصغرى والمدار الابعد (المدار الأخير من النواة) ذو الطاقة العظمى.

3- تنبعث الطاقة بواسطة الالكترون عندما يتحرك من مستوى طاقة اعلى الى مستوى طاقة ادنى أي بمعنى من المدار الابعد عن النواة الى المدار الأقرب منها. وبشكل مشابه تمتص الطاقة بواسطة الالكترون عندما يتحرك من مستوى الطاقة المنخفض الى مستوى الطاقة الأعلى. وتشتق كمية الطاقة المنبعثة او الممتصة من نظرية العالم بلانك الكمية، والتي تتضح بالعلاقة التالية:

$$E_{n1 \longrightarrow n2} = E_{n2} - E_{n1} = h\,\upsilon_{n1 \longrightarrow n2}$$

حيث تمثل (h) ثابت بلانك

و (E_{n0}) طاقة المدار (n1) المنخفضة

و (E_{n1}) طاقة المدار (n2) المرتفعة

ان الطاقة اللازمة للانتقال الالكتروني (E) تكون متوافقة مع التردد اللازم للانتقال الالكتروني، ولكي يعود الالكترون الى مداره الأصلي السابق يجب ان يمتص مقدار من الطاقة يعادل مقدار الطاقة الناتج عن هبوط الالكترون الى المدار المنخفض.

4- ان العزم الزاوي (عزم كمية الحركة) لالكترون يتحرك على مدار مستقر يساوي عدداً صحيحاً من وحدات الكم المساوية ل ($h/2\pi$) ويعبر عنه بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$m_e . V . r = n\,(h/2\pi)$$

حيث تمثل (m_e) كتلة الالكترون، (V) سرعته، (r) نصف قطر المدار الذي يتحرك عليه الالكترون، (n) عدد صحيح موجب يشير الى رقم المدار، (h) ثابت بلانك و (π) تمثل النسبة الثابتة وقيمتها (3.1416).

وانطلاقاً من نظرية بور يمكن استخراج العلاقات الرياضية التي تحدد انصاف اقطار المدارات التي يتحرك عليها الالكترون، وسرعة الالكترون على كل مدار وكذلك طاقة كل مدار والطاقة الكلية لكل الكترون وهو على مداره.