إشعاع الجسم الأسود :-

من المعروف أنه إذا سخن جسم أبعث منه اشعاع حراري تتوقف طبيعته على درجة حرارة الجسم كما ان ون هذا الجسم قد يتغير نتيجة للتسخين. ويتكون الاشعاع الحراري من اشعاع كهرومغناطيسي أطول طول موجي وأقل طاقة من الضوء المرئي. وقد لاحظ فين (Wien) ان الطاقة المنبعثة من الجسم الحار تتكون من طيف مستمر يتغير طوله الموجي بتغير درجة حرارة الجسم. ففي الدرجات الحرارية المنخفضة يتكون الطيف غالباً من أشعة منخفضة الطاقة (أعلى طول موجي) في المنطقة تحت الحمراء من الطيف ، وتزداد طاقة الاشعاع (يزداد تردده) بارتفاع درجة الحرارة. أي انه بزيادة درجة الحرارة تنزاح ترددات الاشعة المنبعثة الى قيم أعلى ولذا سميّ هذا القانون بقانون فين للازاحة ويتضح ذلك من تغير لون قطعة الحديد عند تسخينها ورفع درجة حرارتها باستمرار فيتغير لونها من الاحمر الى البرتقالي الى الاصفر ثم تصبح في النهاية لونها أبيض.

لّما كانت الأجسام السوداء لا تعكس أي أشعة ساقطة عليها لذلك يعرّف الاشعاع عادة بأنه إشعاع جسم أسود إذا كان مكوناً من فوتونات ناتجة عن التهيج الحراري للذرات فقط وليس نتيجة لانعكاس أشعة ساقطة على الجسم من الوسط المحيط أيضاً. وقد حظى موضوع اشعاع الجسم الاسود بقدر كبير من اهتمام العلماء ففي عام 1879م توصل ستيفان الى العلاقة الرياضية التالية:-

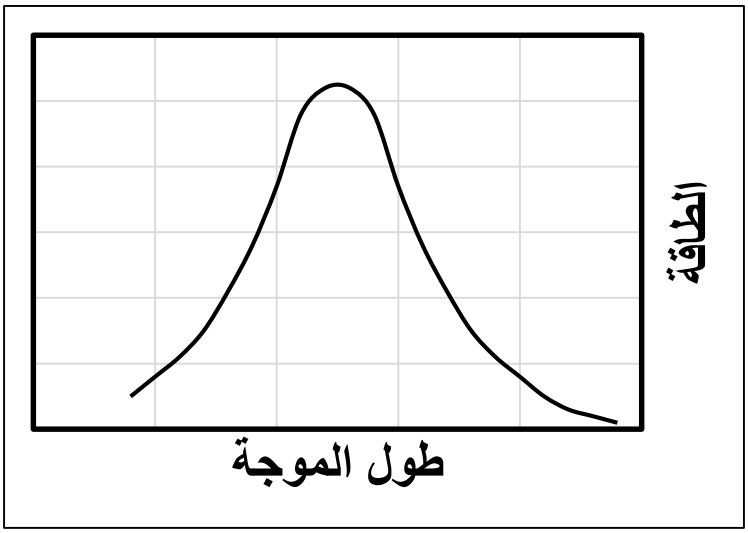
$$E = e\sigma T^4$$

حيث أن :-

E	معدل ابعاث الطاقة من وحدة السطوح	T	درجة الحرارة المطلقة
E	قابلية السطح لاشعاع الطاقة	σ	ثابت ستيفان وبولتزمان

من هذا القانون نستنتج بأن معدل انبعاث الطاقة من جسم حار يتناسب طردياً مع الأس الرابع لدرجة حرارته المطلقة. وقد قام العالمان رايلي وجين بدمج قانون الازاحة وقانون ستيفان في قانون واحد سمي بأسميهما وينص على أن ((تتناسب شدة الاشعاع الحراري من جسم ساخن طردياً مع كل من الأس الرابع لدرجة حرارته المطلقة وكذلك مع مربع تردد الاشعة المنبعثة)) حيث ان شدة الاشعاع لاتزداد

باستمرار كلما زاد التردد (أو كلما قل الطول الموجي) بل تصل الى نهاية عظمى ثم تقل تدريجياً مما يتعارض مع القانون المذكور .



لمّا كانت معادلة رايلي وجين تعتمد أساساً على القوانين الكلاسيكية لعلم الفيزياء وحيث أن هذه المعادلة فشلت في تفسير النتائج العلمية لظاهرة اشعاع الجسم الاسود فقد تقدم ماكس بلانك في عام 1900م باقتراح ان الطاقة لا تشع أو تمتص بصورة مستمرة (كما يفهم من النظريات الكلاسيكية) وانما تشع الاجسام الطاقة أو تمتصها بكميات محددة ومن ثم سميت نظريته بنظرية الكم (Quantum Theory) وقد أفترض بلانك أن طاقة الضوء المنبعث أو الممتص تتناسب مع تردده أي أن $E=h.\nu$.

التأثير الكهروضوئي :-

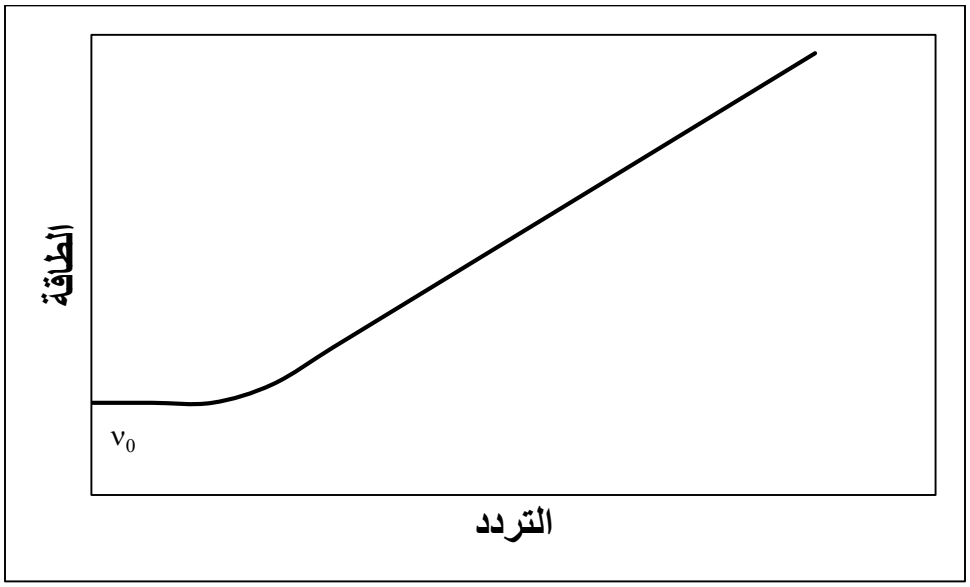
لاحظ العالم هيرتز (Hertz) في عام 1887م إنه عند سقوط اشعة فوق بنفسجية على سطح فلز فأنه يكتسب شحنة كهربائية موجبة ويفسر ذلك بأن الفلز يفقد الكترونات بفعل الاشعة الساقطة عليه ويمكن تلخيص النتائج العملية لهذه التجربة في هذا المجال على النحو التالي :-

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

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

3- تتناسب طاقة الالكترونات المنبعثة مع تردد الضوء الساقط.

والشكل التالي يمثل العلاقة بين طاقة الالكترونات المنبعثة زتردد الاشعة الساقطة:-



وبحسب النظريات السابقة لنظرية الكم تعتبر ظاهرة انبعاث الالكترونات عملية مستمرة وعلى ذلك فأن:-

1- طاقة الالكترونات المنبعثة من سطح الفلز بتأثير الاشعة الساقطة عليه يجب أن تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط.

2- يجب أن تنبعث الالكترونات اذا سقطت أشعة على سطح فلز لمدة كافية بصرف النظر عن تردد هذه الاشعة.

ولتفسي النتائج العملية أقترح انشتاين (Einstein) في عام 1905م أن نظرية الكم لا تقتصر على عمليات انبعاث وامتصاص الطاقة الضوئية بل تنطبق أيضاً على الاشعاع الضوئي نفسه وهذا يعني أن الاشعة الكهرومغناطيسية تتكون من جسيمات متناهية في الدقة تسمى فوتونات (Photons) لكل منها طاقة تساوي ($h\nu$) . وتنطلق الفوتونات في الفضاء بسرعة الضوء. وبذلك تمكن انشتاين من اعطاء تفسير للتأثير الكهروضوئي على النحو التالي:-

1- حيث ان الفوتون هو جسيم يحمل كماً من الطاقة يتحدد بتردد الشعاع الضوئي تبعاً لمعادلة بلانك ($E_{photon}= h\nu$) فعند اصطدام فوتون بسطح فلز تنتقل طاقة الفوتون الى أحد الكترونات سطح الفلز.

2- تحتاج عملية تحرير الالكترون من الذرة الموجودة في سطح الفلز الى بذل شغل معين (W_0) تعتمد قيمته على جهد التأين للفلز ولو أنه لا يساويه. فعندما تكون (E) أكبر من (W_0) يتحرر الالكترون من الذرة ويكتسب طاقة حركية مساوية الى ($\frac{1}{2}mv^2$) .

3- العلاقة بين طاقة الفوتون الساقط والطاقة الحركية للالكترون المنبعث هي:-

$$E = hv = W_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

أي أن الطاقة الحركية للالكترون المنبعث هي:-

$$\frac{1}{2}mv^2 = hv - W_0$$

والمعادلة الاخيرة تفسر الشكل السابق الذي يمثل العلاقة بين طاقة الالكترون المنبعث وتردد الاشعة الساقطة عليه. ويتضح أيضاً من هذه العلاقة ان الالكترونات تتحرر من العناصر الفعالة مثل السيزيوم والتي تتميز بجهد تأين قليل عند سقوط أشعة أصغر تردداً من تلك اللازمة لتحرير الالكترونات من العناصر الأقل فعالية. والتردد الحرج *(ν_0) هو ذلك التردد اللازم لتحرير الالكترون من سطح الفلز فقط دون اعطائه أي طاقة حركية* حيث يكون :-

$$W_0 = hv_0$$