

* حيود الأشعة السينية ١

تنتج حيود الأشعة السينية عندما تسقط الأشعة السينية على لبورة حيث تكون
الذرات فيها مرتبة على شكل مستويات متفككة الأشعة لهذه المستويات
كلها منح بالمثل.

فتداخل الأشعة المنعكسة ١ مع بعضها

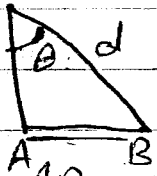
حيث يحدث التداخل البناء إذا كان فرق المسار

يساوي $n\lambda$ حيث n ثابتاً و λ هو طول الموجة $2d \sin \theta = n\lambda$

و d مسافة بين المستويات θ هي زاوية انحراف حزمة

تدخل عن تلك إذا كان الفرق المساري أكبر من $n\lambda$ والفرق بين

المسارين يساوي $2d \sin \theta$



$$\sin \theta = \frac{AB}{d}$$

$$AB = d \sin \theta$$

$$AB + BC = n\lambda$$

$$d \sin \theta + d \sin \theta = n\lambda \Rightarrow 2d \sin \theta = n\lambda$$

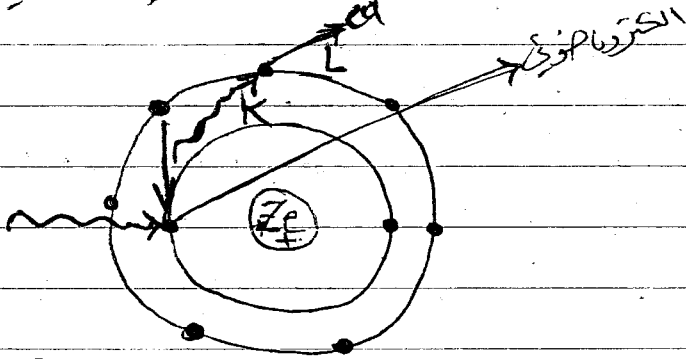
لنستخدم d بنية حيود الأشعة السينية في قياس المول الجزيء إذا كانت
قيمة d معلومة وال λ هي المسافة الفاصلة بين الذرات في البلورة أو لنستخدم
بحساب d إذا كانت λ معلومة

* الأشعة السينية المتغلورة

تنتج هذه الأشعة عندما تسقط الأشعة السينية على مادة ما مسببة تأين
قشرتها الداخلية وتنتج بذلك أشعة سينية ثانوية تسمى (الأشعة السينية
المتغلورة)

* الانتقالات غير المشعة «ظاهرة أوكر»

عندما يسقط فوتون الأشعة السينية على ذرة معينة ويذهب أحد إلكترونات الغلاف K لتقل الإلكترون من L إلى K فينبعث فوتون الأشعة السينية $K\alpha$ وهذا الفوتون قد يذهب بعد الإلكترون من الغلاف L تاركاً الذرة شاردة التأين في المستوى L كما هو موضح بالشكل



وهذه العملية عبارة عن تحول داخلي يبعث فيها الفوتون K إلكترونات من الغلاف L في نفس الذرة ولما كانت الذرة لا تبعث أي أشعة فالانتقال هو إذاً غير مشع وتسمى هذه العملية بظاهرة أوكر والإلكترون المبعوث بهذه الطريقة يسمى بالإلكترون أوكر

* اعتماد الأشعة السينية على

عندما تسقط الأشعة السينية على مادة ما فإن قسماً منها يمتصه فتقبل المادة وإن الطريق التي تذهب الأشعة السينية فيها طاقاتها هي

- ١- التأثير الكهروضوئي
- ٢- تأثير كومبتون
- ٣- امتصاص الزوج

ولكن في الحقيقة أن امتصاص الزوج لا يحدث إلا طاقته الإشعاعية السينية لا يتعد طاقته الإلكترونية فولت (KeV).

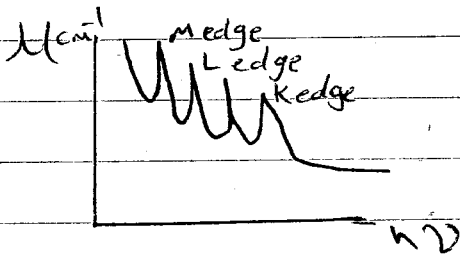
سواء امتصاص الزوج بتمامه قدرها يوجد في كل إلكترون فولت (1.02 MeV) وتكون الكثافة بالتأثير الكهروضوئي هي الغالبة إذا سُدَّت الإشعاع بفاذه I خلال سمك قدره X مادة معادلة استقامتها لا تعطى بالعلاقة التالية

$$I = I_0 e^{-\mu X}$$

وهذه العلاقة تعرف بقانون بيرلبرت-أوبيرز.
 حيثما I تمثل شدة الأشعة الساقطة عندما $\chi = 0$.
 وأن I_0 هو الشدة (التي يقلل شدة الأشعة الساقطة) التي
 أي أن $I = \frac{I_0}{2}$

* حافة الامتصاص

عندما تسقط أشعة على مادة ما فإن شدتها تتناقص باستمرار وخلال تلك تقل
 لها فتحات أن تصبح مساوية للطاقة ويطرأ الانخفاض في العتبة
 المقصود به الأشعة من قبل المادة مسببة تأيين الإلكترونات في العتبة لها
 للذرة فإذا كانت مساوية للطاقة ويطرأ العتبة K فإن الطاقة التالفة
 عند ما تسقط لها طاقة امتصاص K وهذا النسبة للعشرات الانخفاض
 من أي أنه عند هذه النقاط تزداد قيمة معامل الامتصاص μ



* تأثير تشتت كومبتون

في الظاهرة الكهروضوئية يعطى الفوتون كله طاقته للإلكترون المرتبط
 بسطح المادة ولكن في بعض الأحيان يمكن أن يعطى الفوتون جزء
 من طاقته إلى إلكترون آخر ولهذا النوع من التفاعل بين الأشعة الكهروضوئية
 والإلكترونات يسمى بتشتت الفوتونات بواسطة الإلكترون.
 وتعرف ظاهرة كومبتون بتشتت الأشعة السينية بالإلكترونات الحرة بحسب
 النظرية الكهرومغناطيسية الكلاسيكية عندما تسقط موجة كهرومغناطيسية
 ذات تردد ν على جسيمات حرة مشحونة مثل الإلكترونات فإن هذه
 الجسيمات تدمر الأشعة وبالتالي بتذبذب تردد ν'

فهذه الجسيمات المتذبذبة تسبح مرة أخرى في أوضاع كمومية لها نفس التردد ν وهذا النوع من التشتت والذي لا يحدث تغير في طول الموجة الساقطة يسمى بالتشتت المرن.

وقد لوحظ هذا التشتت في منطقة الأشعة المرئية وفي المنطقة ذات الأطوال الموجية المئوية المئوية ولكن عند ملاحظة تشتت الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة مثل الأشعة السينية وجدنا نفس النظرية الكلاسيكية تفشل حيث أن تشتت الأشعة السينية ينتج عن ذلك ترددات مختلفة ν ولا لا يغير التردد الساقط ولا التردد الجديد أو λ أو λ' طول الموجة الساقط λ طول موجة الفوتون المشتت.

حيث أن تردد الفوتون المشتت يكون أقل من تردد الفوتون الساقط

$$\lambda > \lambda' \quad \text{و} \quad \nu < \nu'$$

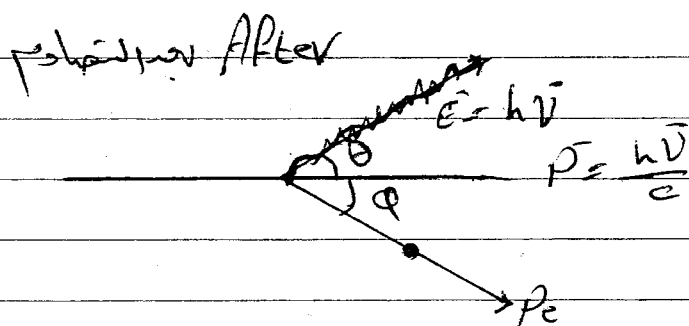
وهذا النوع من التشتت يخلق عليه التشتت غير المرن وقد فسّر كومبتون وجود الأطوال الموجية المشتتة والأطوال الذاتية من سقوط الأشعة السينية باستخدام المدة الحسية والكهرومغناطيسية وتطبيق قانوني حفظ الطاقة والزخم في التصادم المرئي ولتفسير هذه ظاهرة اعتمد كومبتون على أن الأشعة السينية أو الساقطة تكون من سبل عن الفوتونات لها طاقة وزخم

قبل التصادم

$$E = h\nu \quad \text{before}$$

طاقة ساقطة

$$P = \frac{h\nu}{c}$$



$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\theta)$$

أثبت ذلك

وعند تصادم بعض هذه الفوتونات مع الإلكترونات في لوح الكاربون فانها تنقل جزءاً من طاقتها لحما إذا الجزء الآخر من الفوتونات يمتصهم الإلكترونات تماماً من أجل تلك تنقل طاقتها وهذا ما يؤدي إلى الحصول على فوتون موجي ولتفسير هذه النتيجة والحد من علاقة ديبرية تخرج بين التغير في الطول الموجي و زاوية التشتت فانها تفتق التصادم بين فوتون والكترون حركي الحركي التالي

$$\frac{hc}{\lambda} + m_0 c^2 = \frac{hc}{\lambda'} + (m_0 c^2 + K_e) \quad (1)$$

طاقة الفوتون الساقطة طاقة الفوتون المنتشرة طاقة الكتلة الساكنة طاقة الحركية

$$K_e = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \quad (2)$$

في حين ان قانون حفظ الزخم الخطي يمكن الحصول عليه بإعادة ترتيب معادلة الزخم للفوتون والإلكترون كما يلي بعد التصادم

$p = \frac{h}{\lambda}$
 $E = \frac{hc}{\lambda}$

$p' = \frac{h}{\lambda'}$
 $E' = \frac{hc}{\lambda'}$

p_e
 K_e

تطبيق قانون (جيبس) لحساب الزخم الخطي

$$p_e^2 = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\left(\frac{h}{\lambda}\right)\left(\frac{h}{\lambda'}\right)\cos\theta \quad (3)$$

حيث ان الطاقة إلى الكتلة لا يتغيران بالمعادلة الآتية

$$E^2 = (m_0 c^2)^2 + p_e^2 c^2$$

$$E = m_0 c^2 + K_e$$

طاقة الكتلة الساكنة طاقة حركية

$$K_e^2 + (m_0 c^2)^2 + 2 K_e m_0 c^2 = p_e^2 c^2 + (m_0 c^2)^2$$

$$p_e^2 = \left(\frac{K_e}{c}\right)^2 + 2 K_e m_0 \quad (4)$$

لحساب الطاقة (3) و (4) والتعويض في معادلة (2) ننتج لنا

$$\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\left(\frac{h}{\lambda}\right)\left(\frac{h}{\lambda'}\right)\cos\theta = \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right)^2 + 2m_0 c \left[\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right]$$

نستعمل من ثمة كونيّة إثبات لثابت كومبتون للموجات

$$\left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right)^2 = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\left(\frac{h}{\lambda}\right)\left(\frac{h}{\lambda'}\right)$$

بعد الاختصار يتبقى لنا

$$2\left(\frac{h}{\lambda}\right)\left(\frac{h}{\lambda'}\right) \cos \theta = -2\left(\frac{h}{\lambda}\right)\left(\frac{h}{\lambda'}\right) + 2m_0c \left[\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right]$$

$$\frac{h^2}{\lambda\lambda'} [1 - \cos \theta] = m_0c \left[\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}\right]$$

$$\frac{h^2}{\lambda\lambda'} [1 - \cos \theta] = m_0c h \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right]$$

نضرب الطرفين بسطحين

$$\frac{h}{\lambda\lambda'} (1 - \cos \theta) = m_0c \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right]$$

$$\frac{h}{m_0c} (1 - \cos \theta) = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda} - \frac{\lambda\lambda'}{\lambda'}$$

$$\frac{h}{m_0c} (1 - \cos \theta) = \lambda' - \lambda$$

$$\frac{h}{m_0c} (1 - \cos \theta) = \Delta \lambda \quad (5)$$

توضح المعادلة (5) ظاهرة كومبتون ويتميز من خلالها العلاقة بين التغير في الطول الموجي للفتون المشتت وزاوية التشتت θ . تحقق قيمة $\Delta \lambda$ على الكتلة السكونية للجسيم m_0 وثابت بلانك h وسرعة الضوء c وزاوية التشتت θ .

إذا القدار $\frac{h}{m_0c}$ سمى بالطول الموجي كومبتون وبالتقريب عند قيمة الثوابت في حالة الإلكترون فإن القدار

$$\frac{h}{m_0c} = 0.024 \text{ Å}$$

وعند التقريب في معادلة كومبتون هذا قيم مختلفة للزاوية θ (أعلى طاقة يكتسبها الإلكترون هي في الزاوية 180°) وذلك لأن $\cos 180^\circ = -1$ وقل طاقة هي هنر وعند نفس القوة في الزاوية 90° .

الإضافة / تشتت كومبتون ماذا نستدل منه؟ نستدل منه بما يلي للجهة الحبيسة للموجات