وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية /كلية التربية

قسم الفيزياء

دراسة نظرية للخصائص البلورية لبلورة كلوريد السيزيوم باستخدام الأشعة السينية

بحث مقدم إلى قسم الفيزياء– كلية التربية – جامعة القادسية
كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

من قبل الطلبة

حسين حمزة سعد

حوراء ناظم

حسن عباس عبد الله

بأشراف الأستاذ

م. قاسم ستار الشوك

١٤٣٩هـ

2018م

الآية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{اولم يروا كيف يبدئ الله الخلق ثم يعيده ان ذلك الله على

يسير}

العنكبوت ١٩

الإهداء

إلى سر الاسرار ورحمة الجبار وابنة المختار وزوجة الكرار . .

سيدتي ومولاتي وشفيعتي فاطمة الزهراء (روحي

وأرواح العالمين لها الفداء)

إلى نور الله في ارضه ووارث انبيائه وأوصيائه ورسله . . العدل

المنتظر

سيدي ومولاي بقيـــة الله الامـــام المهدي (روحي

لتراب مقدمـــه الفداء)

أهدي ثمرة هذا الجهد المتواضع . . راجيا القبول الحسن

وشفاعة الدارين

الباحث

الشكر والعرفان

بدايتاَ . .

نحمد الله ونشكره لما له من المنة والفضل . . . . . .

وبعد الحمد نتقدم بالشكر الجزيل الى الاستاذ الفاضل الدكتور قاسم ستار الشوك التدريسي في جامعة القادسية /كلية التربية / قسم الفيزياء المشرف على بحثنا هذا .

والشكر موصول الى جميع اساتذتنا الاجلاء .

الخلاصة :- Abstract

الأشعة السينية عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية ؛ كالضوء والموجات الراديوية ولكن هذه الموجات تختلف عن بعضها البعض بالطول الموجي وهو الذي يحدد قدرتها على اختراق وتأيين الذرات .

تم في هذا البحث دراسة الخصائص البلورية لبلورة كلوريد السيزيوم باستخدام حيود الاشعة السينية بالاعتماد على قانون براك حيث وجدنا ان قيمة ثابت الشبيكة a تزداد مع زيادة قيم N المرتبطة مع قيم معاملات ميلر hkl . كذلك تم حساب المسافة العمودية بين المستويات البلورية d حيث وجدنا ان قيم d قيمها ثابتة تقريبا والتي تكون في حدود $0.91A^{\circ}$.

الفهرس

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
	الفصل الاول	
1-1	اكتشاف الاشعة السينية	6
1-2	الكشف الاشعة السينية وقياسها	7
1-3	خواص الاشعة السينية	8
1-4	طيف الاشعة السينية	9
1-5	تفاعل الاشعة السينية مع المادة	12
1-6	بلورة كلوريد السيزيوم	18
	الفصل الثاني	
2-1	التركيب البلوري	21
2-2	حيود الاشعة السينية	21
2-3	قانون براغ	22
2-4	تعين الهيكل البلوري (ثابت الشبيكة) لبلورة كلوريد السيزيوم	23
2-5	حساب الطاقة العمودية بين المستويات البلورية لبلورة كلوريد السيزيوم	25
	المصادر	

الفصل الاول

الفصل الاول
Chapter One

المقدمة
Introduction

1 –1: اكتشاف الأشعة السينية Discovery of X-Ray

اكتشفت الأشعة السينية في سنة 1895 على يد العالم الألماني رونتجن (Roentgen) ، عندما كان يدرس التفريغ الكهربائي خلال الغازات في الضغوط المنخفضة لاحظ بأنَّ إشعاعات قوية ذات طبيعة مجهولة تتكون عند اصطدام الالكترونات السريعة مع جسم مادي ، أطلق رونتجن على هذه الأشعة اسم الأشعة السينية (X-Ray) لأنه لم يعرف طبيعتها . ، فقد تبين لرونتجن (Roentgen) أنه كلما زادت سرعة الالكترونات، زادت نفوذية الأشعة السينية المتكونة. في حين بزيادة عدد الالكترونات تزداد شدة حزمة الأشعة بعد مدة قصيرة من هذا الاكتشاف، تبلور أن الأشعة السينية هي موجات كهرومغناطيسية. في عام (1912) أكتشفت طريقة لقياس الأطوال الموجية للأشعة السينية ووجد بأنها المسافة الفاصلة بين الذرات المتجاورة في البلورات حوالي(1A°) أي أن الأطوال الموجية المحصورة بين (0.1A° -100A°)، وبذلك تقع بين الأشعة فوق البنفسجية وطيف أشعة كاما التي تنبعث من النواة . والجدول (١-١) يوضح الطيف الكهرومغناطيسي.

المنطقة	الطول الموجي (بالأنجستروم)	التردد (بالهيرتز)	الطاقة (بالجول)
الراديو	اقل من 10^9	اقل من 10^9x3	اقل من 10^{-5}
أشعة المايكروويف	بين 10^9- 10^6	بين 10^9x3- $10^{12}x3$	بين 10^{-5}– 0.01
الأشعة تحت الحمراء	بين 10^6- 7000	بين $10^{12}x3$- $10^{14}x4.3$	بين 0.01– 2
الأشعة المرئية	بين 7000- 4000	بين $10^{14}x4.3$- $10^{14}x7.5$	بين 2 – 3
الأشعة فوق البنفسجية	بين4000- 10	بين $10^{14}x7.5$- $10^{17}x3$	بين 3 – 10^3
أشعة اكس	بين 10- 0.01	بين $10^{17}x3$- $10^{19}x3$	بين 10^3 – 10^5
أشعة جاما	اقل من 0.01	اقل من $10^{19}x3$	اقل من 10^5

جدول (١-١) يوضح الطيف الكهرومغناطيسي .

2- 1: الكشف عن الأشعة السينية وقياسها

X-Ray detection and measurement

إنَّ مبدأ الكشف عن الأشعة وقياس شدتها يعتمد على الآثار التي تحدثه في المادة المارة فيها من تأيين للذرات أو إثارتها، توليد الضوء، التأثيرات الكيميائية، التغيرات التي يمكن أن تحصل في المواد الصلبة وتوليد الحرارة. لذلك فقد تعددت الكواشف (Detectors) المستخدمة في الكشف عن الأشعة وقياس الجرع الاشعاعية وتنوعت تبعاً للطرق التي تستخدمها والوظيفة التي تؤديها وينقسم الى قسمين:-

أ- الكواشف التي تستخدم لقياس معدل الجرعة الاشعاعية (Dose rate meters) مثل غرفة التأيُّن (Ionization chamber)، العداد التناسبي (Proportional chamber)، الكواشف الوميضية وعداد جايجر – مللر(Geiger – Muller chamber).

ب- الكواشف التي تستخدم لقياس الجرعة الكلية الناتجة عن التعرض الإشعاعي خلال مدة زمنية معينة وتسمى بمقياس الجرعة (Dose meters)، منها مقاييس الجرع الفلمية (Film dose meters)، مقاييس الجرع الجيبية (Pocket dose meters)، مقاييس الجرع الزجاجية(Glass dose meters)، المسعرات الحرارية (Calorimetric dose meters) مقاييس الجرع ذي التوهج الحراري (TLD) .

3 – 1 : خواص الأشعة السينية:- X-Ray properties

يمكن تلخيص ما تتميز به الأشعة السينية بالخصائص التالية:-

١- الأشعة السينية هي موجات كهرومغناطيسية غير منظورة.

٢- تتولد الأشعة السينية عند اصطدام الالكترونات السريعة في أنبوب التفريغ بذرات الهدف إذ تكون العناصر الثقيلة مثل البلاتين عادة أكثر كفاءة من العناصر الخفيفة وتنبعث الأشعة السينية من الذرات المتهيجة عند انتقال الالكترونات من مستويات عالية الى مستويات واطئة .

٣- لا تنعكس الأشعة السينية ولا تعاني انكساراً ولهذا لا يمكن جمعها أو تشتتها بأستخدام العدسات الإلكترونية(ولكن تحت ظروف خاصة يمكن أن تنعكس أو تنكسر) لأنها لا تنحرف بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي وأنما تسير بخطوط مستقيمة.

٤- تولد الأشعة السينية ظاهرتي(الفلورة والفسفرة) والمقصود بالفلورة(التألق) (Flourescence) هو الانبعاث المباشر للضوء من جزيئة أو ذرة تبعاً لطاقة الإشعاع الممتص، فاذا سقطت حزمة الأشعة على مادة فأنَّ قسماً من هذه الأشعة يمتص نسبياً في أحداث تهيجات ذرية وإذا تخلصت الذرة من حالة التهيج هذه فأنها تبعث بالضوء ، تتناسب شدة الفلورة طردياً مع شدة الأشعة السينية الساقطة.

أما الفسفرة (Phosphorescence) فهي حالة استمرار انبعاث الإشعاع المتميز من المواد لفترة من الزمن بعد انقطاع التهيج.

٥- تستطيع الأشعة السينية تفريغ الأجسام المشحونة كهربائياً سوآءا كانت شحنتها سالبة أو موجبة بذلك تؤين الغازات عند مرورها خلالها.

٦- تؤثر في الألواح الفوتوغرافية.

٧- تخترق الأشعة السينية المواد وبنسب متفاوتة، وتمتص من قبل المواد بكميات مختلفة تسمى وحدات قياس الأشعة السينية الكرى (Gry) والكرى يساوي (100) راد والراد (Rad) هو مقدار الإشعاع الذي يسبب تراكم (0.11 Joule/Kgm) ، واستعملت في السابق وحدة تسمى رونتجن (R) والذي يساوي تقريباً الراد .

4 – 1 : طيف الأشعة السينية X-Ray Spectrum

عند انتقال الإلكترونات من مدارات عالية الطاقة الى مدارات ذات طاقة أوطأ تنبعث أشعة سينية متميزة تختلف باختلاف العناصر.

لقد أمكن قياس الأطوال الموجية في طيف الأشعة السينية من هدف في أنبوبة الأشعة السينية بوساطة محلل بلوري ووجد أنها تتكون من .

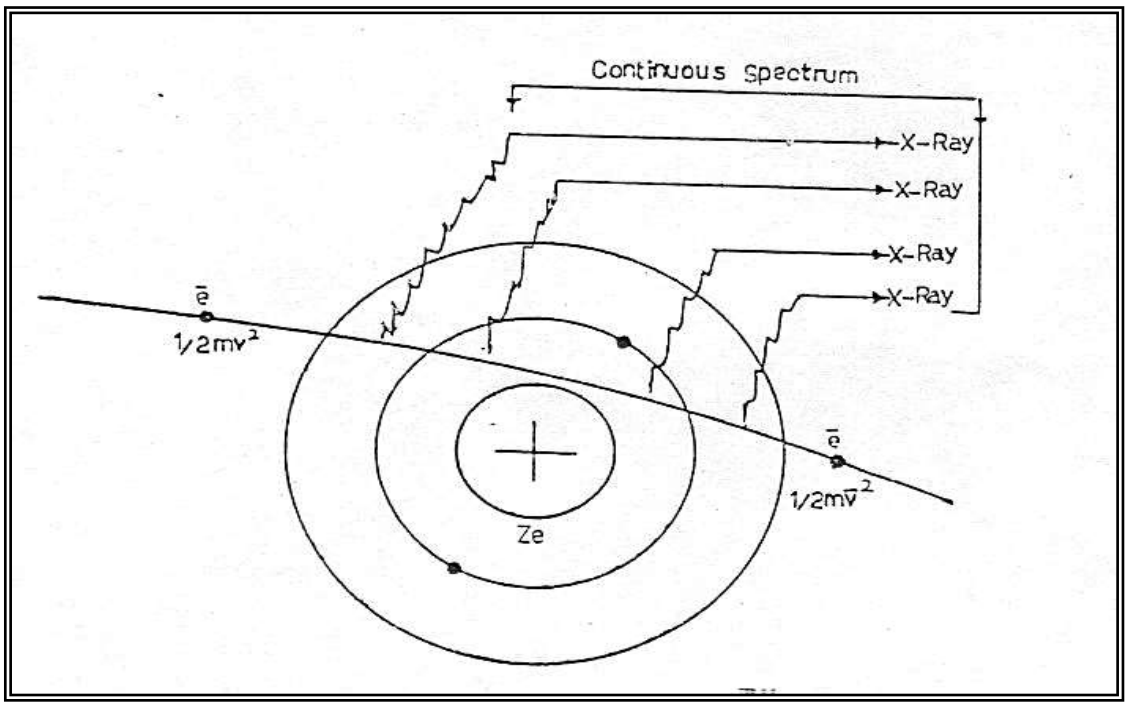
1 -4 – 1 : طيف مستمر (Continuous Spectrum).

2 -4 – 1 : طيف خطي حاد (Linear Sharp Spectrum).

1 -4 –1 : الطيف المستمر للأشعة السينية X-Ray Continuous Spectrum

ينتج الطيف المستمر (Continuous Spectrum) بسبب دخول إلكترون المعجل مجال النواة أحدى ذرات الهدف وتباطئه مما يؤدي ذلك الى فقدان طاقته حيث تنبعث الطاقة التي يفقدها على شكل أشعة سينية تتكون من سلسلة متصلة من

الأطـوال الموجيـة. يطـلق علـى هـذه الأشـعة تسـمية أشـعة التوقـف أو البريمشـتراهلنك (Bremsstrahlung Radiation) كما في الشـكل (1-1)



الشكل (1-1): الأشعة السينية المنبعثة نتيجة التعجيل التباطيء للالكترون

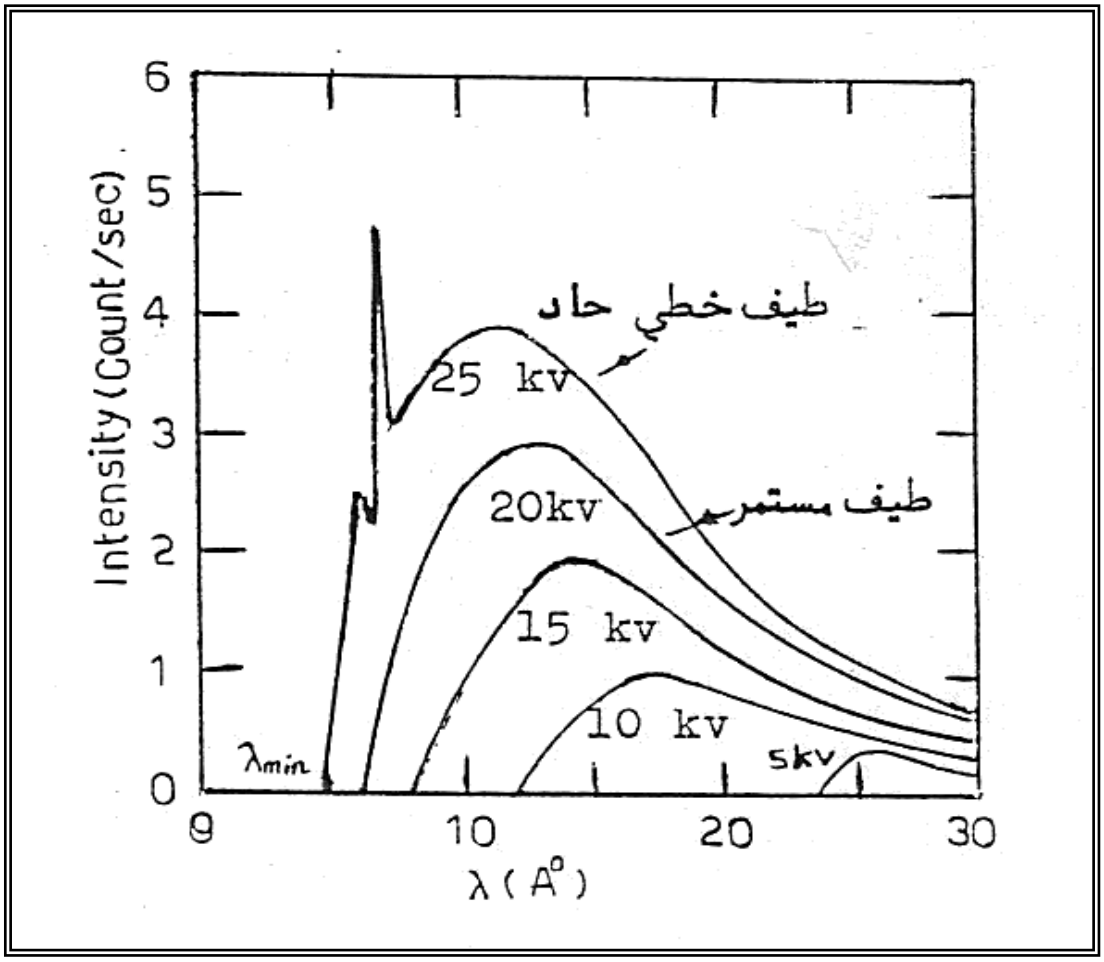
1-2-4:الطيف الخطي الحاد للأشعة السينية

X-Ray Linear Sharp Spectrum

إذا صادف واصطدم إلكترون متسارع بذرة هدف فأنه يمنح أحد الكترونات تلك الذرة جزءاً من طاقته وبهذا يترك الإلكترون المداري ذرته مما يحدث فجوة في ذلك المدار وبالمقابل تعيد الذرة ترتيب إلكتروناتها المدارية كما ذكرنا سابقاً، وبذلك فأن الفرق بين الإلكترون المنتقل من مستوى عالٍ الى مستوى واطئ ينبعث على شكل أشعة سينية ذات طيف خطي حاد (Linear Sharp Spectrum)

إنَّ طول موجة الأشعة السينية يكون محدداً لأنّ طاقة المستويات الذرية محددة. لما كانت طاقات المستويات الذرية هي من مميزات ذرات مادة الهدف لذلك فالطيف

الخطـي هو من مميزات ذرات مـادة الهدف ايضـاً. يوضـح الشـكل (١ - ٢) الطيف المسـتمر والطيف الخطـي الحاد للأشـعة السـينية.



الشكل (١ - ٢): الطيف المستمر والطيف الخطي الحاد للأشعة السينية

1–5: تفاعل الأشعة السينية مع المادة X-Ray Interactions with matter

إنَّ الأشعة السينية هي أشعة كهرومغناطيسية، ذات طول موجي أقصر بكثير من طول موجة الأشعة فوق البنفسجية، أو الإشعاعات الضوئية المرئية. يؤدي تفاعل هذه الأشعة مع المادة الى إنتاج الكترونات ثانوية تقوم بنقل معظم طاقة فوتونات الأشعة الى المادة الماصة مما يسبب تأيين ذراتها. وتختلف طرق تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع مكونات المادة تماماً عن طرق تفاعل الجسيمات المشحونة، إذ ْ إنَّ الجسيمات المشحونة. وكما لاحظنا سابقاً، تعطي طاقتها الى مكونات المادة المعترضة بشكل تدريجي من خلال عدد كبير من حوادث التصادم.

أما بالنسبة للأشعة السينية فإنَّها عندما تسقط على سطح المادة فإنَّ عملية امتصاص فوتونات هذه الأشعة من خلال حذف هذه الفوتونات من الحزمة بصورة فردية ومن خلال حادثة واحدة يتم فيها إما امتصاص الفوتون كلياً، وإما استطارته خارج حزمة الأشعة، مما يؤدي الى تناقص الحزمة بشكل أسي مع ازدياد سمك المادة الماصة وتتصرف الأشعة الكهرومغناطيسية أثناء التفاعلات كما لو كانت جسيمات خفيفة (فوتونات) وتعطي طاقة الفوتون الواحد بالعلاقة التالية.

$$E = h\upsilon \text{ ----------} (1\text{-}1)$$

E: طاقة الفوتون.

h: ثابت بلانك قيمته 6.63×10^{-34} J.Sec

υ : تردد الفوتون .

هناك ثلاثة أنواع من التفاعلات تعد هامة في مجال الفيزياء الإشعاعية، تخوضها فوتونات أشعة السينية عند مرورها في المواد، هذه الأنواع الثلاثة هي:-

1-5-1 التأثير الكهروضوئي Photoelectric Effect

يعد التأثير الكهروضوئي من أهم التفاعلات التي تخوضها الفوتونات ذات الطاقة الواطئة في المادة، يتم في هذا النوع من المتفاعل انتقال طاقة الفوتون جميعها الى إلكترون ذري مسببة انتزاع الإلكترون من غلافه الداخلي وعادة من القشرة (K)، الشكل (1-3) وأن احتمالية انتزاع الإلكترون من القشرة (K) هي (80%) وأمَّا احتمالية انتزاعه من القشرة (L) فهي (20%) بشرط أن تكون طاقة الفوتون الساقط (E) على الذرة، أكبر من طاقة الربط الإلكترون القشرة الذي يسمى عندئذ بالإلكترون الضوئي (Photoelectron) وتقدر طاقته الحركية بطاقة الفوتون الابتدائية الساقطة مطروحاً منها الطاقة الرابطة للإلكترون في القشرة (K) أي أن :

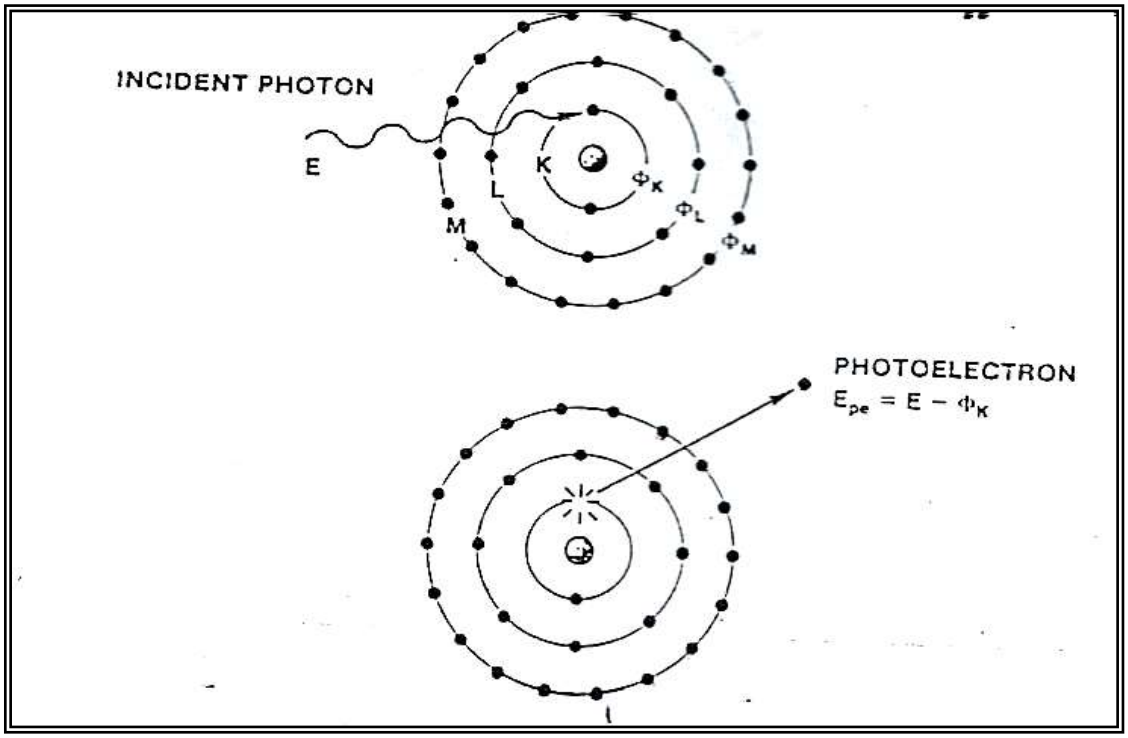
$$E_{pe} = E - \varphi_k \text{ ----------(2-1)}$$

إذ ْ إنَّ E_{pe}: الطاقة الحركية للإلكترون الضوئي.

E: طاقة الفوتون الساقط على الذرة.

Φ_k: طاقة ربط الإلكترون بالقشرة (k).

إن نتيجة هذا التفاعل حدوث تأين للذرة والتي تعود الى حالة الاستقرار عن طريق إعادة ترتيب الكتروناتها وما يصاحب ذلك من انبعاث للأشعة المميزة. إنَّ كلاً من الإلكترون المتحرر والأشعة المميزة تسببان المزيد من التفاعلات مع ذرات المادة المجاورة قبل أنْ يتم امتصاص طاقتيهما كليا، وهكذا تحصل فجوة في مكان الإلكترون الضوئي المنتزع من القشرة وهذا هو مبدأ الفلورة.



الشكل (3-1) يوضح التفاعل الكهروضوئي.

1-5-2 ظاهرة استطارة كومبتن Compton Effect

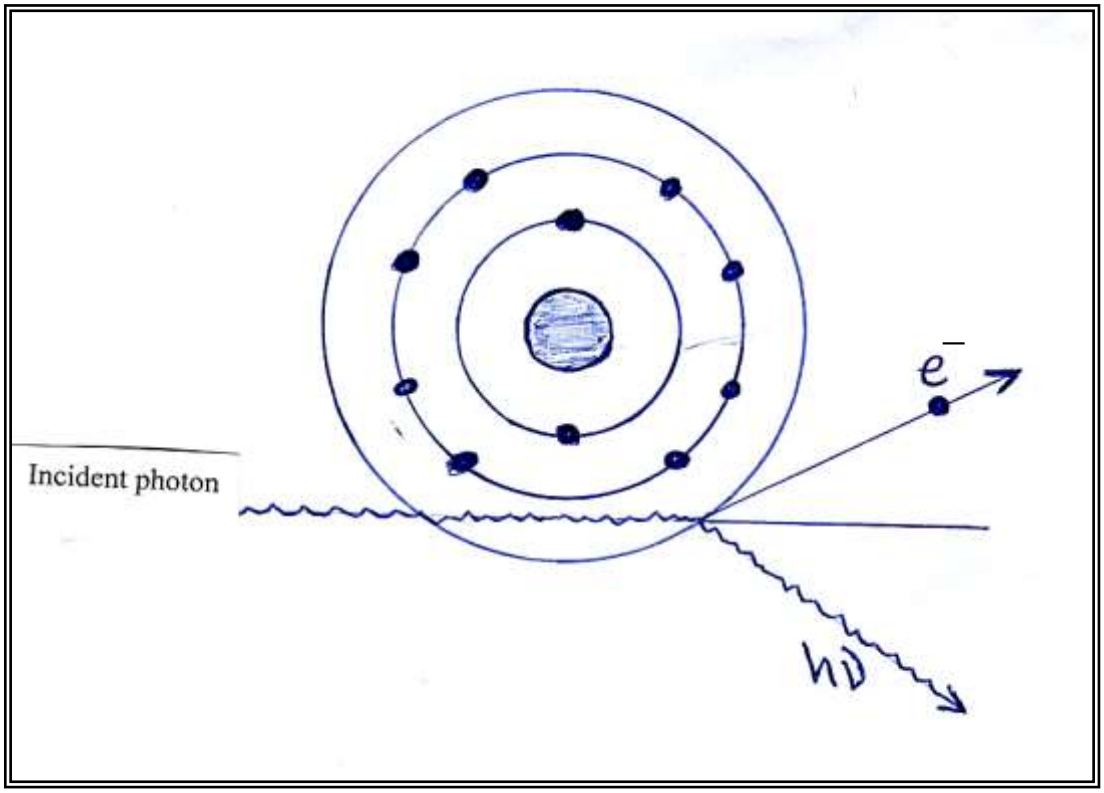
عند تصادم فوتون مع الإلكترون الحر أو غير مرتبط بأحكام في الذرة ينتقل قسم من طاقة الفوتون الى ذلك الإلكترون بينما ينطلق الفوتون نتيجة هذا التصادم باتجاه جديد (يستطار) ولكن بطاقة أقل وطول موجي أكبر ولذا فإنَّ نتيجة هذا التفاعل هو تحرر إلكترون بطاقة حركية للقيام بالمزيد من التفاعلات داخل المادة.

ويكرر الفوتون المستطار التفاعل السابق داخل المادة بالإضافة الى الأشعة السينية المميزة المنبعثة بسبب الفراغ الذي خلقه الإلكترون، وما يتبعه من إعادة ترتيب الالكترونات.

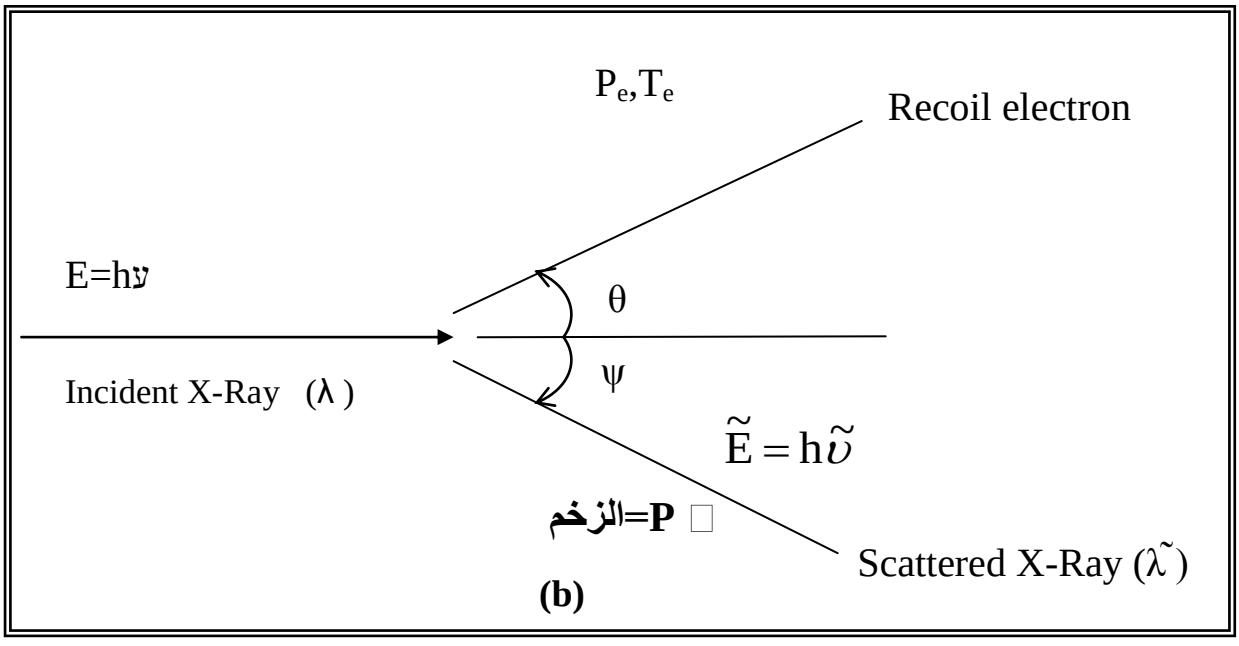
و من الجدير بالذكر ان معظم الطاقة في هذا التفاعل تذهب الى الإلكترون فتمتص عند الطاقات العالية بينما تستطار معظم هذه الطاقة عند الطاقات الواطئة مما تطلب المزيد من التفاعلات لامتصاصها إذا كانت (λ) طول الموجة، الإشعاع السيني الساقط ($\tilde{\lambda}$) طول الموجة الإشعاع السيني المستطار خلال الزاوية (ψ) ، فالتغيير في طول موجة الأشعة السينية يعطي بالمعادلة التالية :-

$$\tilde{\lambda} - \lambda = \frac{h}{m_\circ c}(1 - Cos\psi) ----(3-1)$$

إذ ْ إنَّ h ثابت بلانك ويساوي (6.63×10^{-34} J.S) و $m_\circ$ هي الكتلة السكونية للإلكترونية و Cانطلاق الضوء يسمى المقدار ($\frac{h}{m_o c}$) في المعادلة أعلاه بطول الموجة كومبتن إذ ْ إنَّ ($\frac{h}{m_o c} = 0.04A^o$) لذلك لا يعتمد هذا التفاعل على العدد الذري للعنصر والشكل (4-1) يوضح استطارة كومبتن لفوتون الأشعة السينية.



(a)



(b)

الشكل(4 -1) : (a) – مكان تفاعل إستطارة كومبتن

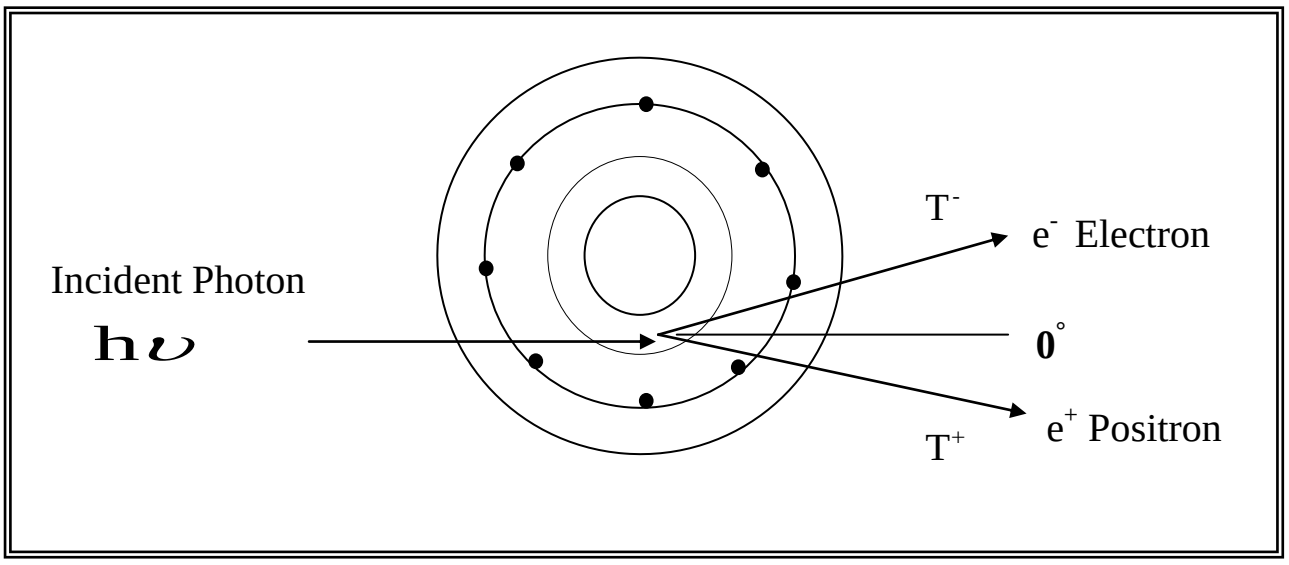
(b) – آلية تفاعل إستطارة كومبتن.

1-5-3:ظاهرة تولد الزوج Pair Production effect

يوضح الشكل (٥-١) حركية حدوث تفاعل إنتاج الزوج في المجال النووي للذرة. في هذا التفاعل يقوم الفوتون بإعطاء كل طاقته hυ لإنتاج زوج إلكترون– بوزوترون وتكون الطاقة الحركية للجسيمات الجديدة T^- و T^+ على الترتيب ولذا فإنَّ معادلة حفظ الطاقة إذا ما أهملنا ارتداد النواة اليسير يمكن أن تكتب بالشكل الآتي:-

$$h\upsilon = 2m_o c^2 + T^- + T^+$$

$$= 1.022Mev + T^- + T^+ \text{ ------(4-1)}$$



الشكل (5-1) يوضح عملية إنتاج الزوج في جوار النواة

إذ˚ تم استبدال طاقة السكون للإلكترون $m_o c^2$ بقيمتها وهي 0.511MeV.

إنَّ الطاقة الحركية التي يستلمها الإلكترون البوزترون ليس بالضرورة أن تكون متساوية فيما بينها، ولكن معدل طاقة الجسيم الواحد يمكن حسابها من المعادلة الآتية.

$$T = \frac{h\upsilon - 1.022Mev}{2} \text{ -------(5-1)}$$

وتعد عملية إنتاج الزوج إحدى الصور تحول الطاقة الى مادة. ولكون طاقة العتبة (الحرجة) أقل طاقة لازمة لإنتاج الزوج فإنَّها تعـد العمليـة الأكثر إمكانيـة لتفاعـل الفوتـون مع المـادة في طاقات الفوتون العاليـة .

وبتطبيق قانوني حفظ الزخم وحفظ الطاقة على التفاعل فـإنَّ الـزوج لا يمكـن أن يتولّـد إلا بجوار جسم ثالث يمكنه اكتساب بعض الزخم وإذا كان هذا الجسم الثالث هو النواة فأنها ستكسب مقداراً قليلاً من طاقة الفوتون الأصلي الممتص في مجالها وترتد مع بعض الزخم ولذا فإنَّ طاقة الارتداد للنواة تهمل مقارنة بطاقةِ جِسْمَيِّ الزوج بسبب كبر كتلتها.

إذا أن (ℏω h) طاقة الفوتون الساقط ($\hbar\omega > 2m^oc^2$ ℏω h).

(Te^-, Te^+) ، الطاقة الحركية لكل من والبوزترون وإلكترون على التوالي .

($2m_oc^2$) طاقتا سكون زوج (إلكترون – بوزترون) .

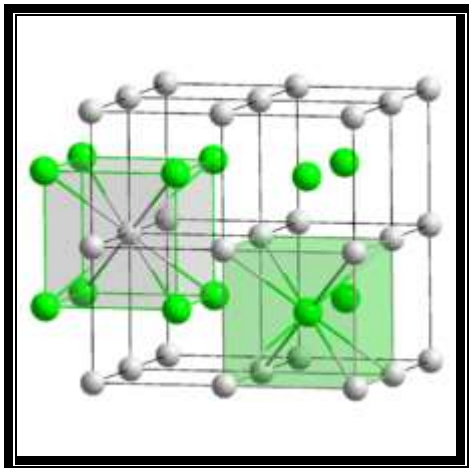
وعندما يكون طاقة الفوتون الساقط أكبر من ($2m_oc^2$) فإنَّ الـزوج سوف يمتلك طاقـة حركية ويتم معادلتها على أنها طاقة حركية نسـبية. ونتيجـة لكون طاقـة الفوتـون السـاقط ($E> 2m_oc^2$) فـإنَّ زوج (الإلكترون– بـوزترون) سـوف تنطلـق بقوة فـي اتجاهـات تصـنع زاوية (θ) مع الاتجاه الأصلي لحركة الفوتون إذا أن (θ) عندما($\frac{h\upsilon}{m_oc^2} << 1$) تكون بالشكل التالي

$$\theta = \frac{m_oc}{E} = \frac{m_oc^2}{h\upsilon} \text{--------} (6-1)$$

1-6 :بلورة كلوريد السيزيوم:

مركب كيميائي له الصيغة CsCl ، ويكون على شكل بلورات بيضاء .

البنيـة البلوريـة لمركـب كلوريـد السيزيوم بنيـة مكعبـة مميـزة كمـا موضـح بالشكل (١-٦) بحيث يحيط بكل أيون سيزيوم فـي الشبكة البلوريـة ثمـان أيونـات مـن الكلوريد، كمـا يحـيط بكل أيون كلوريد ثمان أيونات من السيزيوم.



الشكل (6-1) البنية البلورية لبلورة كلوريد السيزيوم.

هنالك بعض الخصائص التي تمتلكها هذه البلورة موضحة في الجدول (١-٢) ادناه :

صيغة جزيئية	CsCl
الكتلة المولية	168.36غ/مول
المظهر	بلورات بيضاء
الكثافة	3.99غ/سم^3
نقطة الانصهار	645 ° س
نقطة الغليان	1295 ° س

جدول (2-1) يوضح بعض الخصائص الفيزيائية لبلورة كلوريد السيزيوم.

الفصل الثاني

الفصل الثاني

علم البلورات

2-1 : التركيب البلوري:

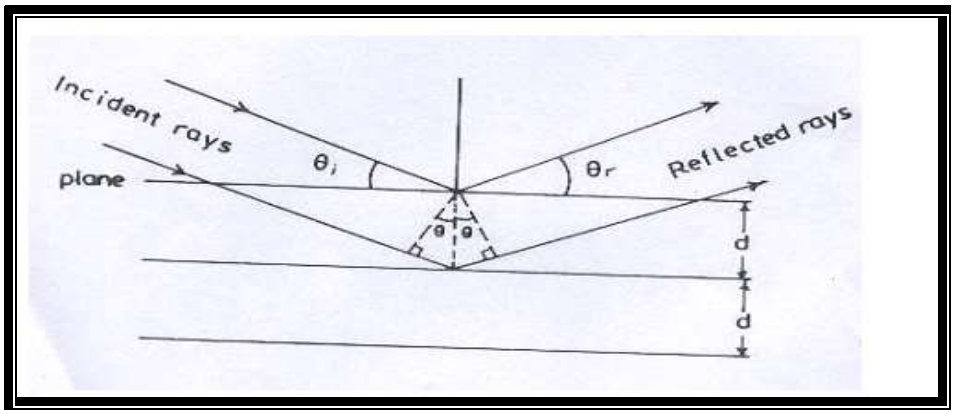
يختص علم البلورات بدراسة البلورات من حيث شكلها الظاهري أو الخارجي وتركيبها الداخلي والتعرف عليها.يمكن التعرف على التركيب البلوري لمادة ما بدراسة التركيب الذري في الشبيكة البلورية او حتى تصويره باستخدام اشعة ذات طول موجي يقع في حدود المسافة البينية للذرات والتي تصل لبضعة انجستروماتٍ . وانسب الموجات لهذا الاستخدام هي موجات الاشعة السينية وحصول على تفاصيل جيدة للشبيكة البلورية

2-2: حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction)

إن أسلوب قياس حيود الأشعة السينية (X-ray) هو أحد الأساليب الأكثر استعمالاً لدراسة الحالة البلورية للجامد إذ أن حيود هذه الأشعة عند مرورها عبر البلورة يقدم لنا مقياساً ممتازاً عن مدى اقتراب المادة من الحالة البلورية المثالية أو اقترابها من الحالة الزجاجية (الغير البلورية) .

3-2 : **قانون براك** **(Bragg's Law)**

نص القانون أن موجات الأشعة السينية التي تسقط على سطح بلورة ما تنعكس من المستويات الذرية المتوازية انعكاسا منتظماً ويحدث الحيود من المستويات المتوازية فقط عندما تتداخل الحزمات المنعكسة تداخلاً بناءً أنظر الشكل (٢ – ١).



الشكل (٢ – ١) يوضح قانون براك.

وإذا كانت المسافة الموضحة بين المستويات المتوازية هي (d) فإن فرق المسار بين حزمات الأشعة المنعكسة من السطح الأعلى والسطح المجاور هو : $2d\sin\theta$

حيث أن θ هي زاوية السقوط المحصورة بين الحزمة الساقطة والسطح العاكس ويحدث التداخل البناء للحزمات المنعكسة عندما يكون فرق المسار مساوياً لعدد صحيح من أطوال الموجة الساقطة لذلك يتحقق شروط الحيود إذا كان:

$$2\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta \quad \text{....١-٢}$$

حيث θزاوية سقوط الأشعة، λالطول الموجي للأشعة ، n عدد صحيح يسمى برتبة الانعكاس dhkl المسافة البينية لمجموعة المستويات (hkl).

2-4 : تعين الهيكل البلوري (ثابت الشبيكة) لبلورة كلوريد السيزيوم .

نستخدم العلاقة التالية وذلك لحساب زاوية الحيود (θ_{rad}) لكل دائرة بالتقدير الدائري

$$\theta_{rad} = \frac{x}{2r}. \qquad ...(2-2)$$

حيث أن r هي نصف قطر ويساوي (٥ سم) . أما x فهو القطر وعليه قيمة زاوية الحيود (θ_{rad}=١) ثم بعد ذلك نجد الزاوية (θ^0) بالدرجات بالعلاقة التالية :

$$\theta^\circ = \frac{180 \times \theta_{rad}}{\pi} \qquad .....(3-2)$$

حيث وجد ان قيمة $\theta^0 = 57.3$

يمكن حساب ثابت الشبيكة a من العلاقة التالية:-

$$a = \frac{\lambda\sqrt{N}}{2\sin\theta^\circ} \qquad ....(4-2)$$

حيث أن ($\lambda = 1.542\,A^0$) طول موجة الأشعة السينية و $Sin(57.3) = 0.84$

و $N = h^2 + k^2 + \ell^2$ وبالاعتماد على الجدول ١-٢ الموضح ادناه تم حساب ثابت الشبيكة لبلورة كلوريد السيزيوم. حيث وجدنا ان قيمة ثابت الشبيكة a تزداد مع زيادة قيمة N

h, k, ℓ	N=$(h^2 + k^2 + l^2)$	a (Å)
١٠٠	١	0.91
١١٠	٢	1.3
١١١	٣	1.6
٢٠٠	٤	1.8
٢١٠	٥	2
٢١١	٦	2.2
٢٢٠	٨	2.6
٢٢١	٩	2.7
٣١٠	١٠	2.9
٣١١	١١	3
٢٢٢	١٢	3.1
٣٢٠	١٣	3.3
٣٢١	١٤	3.4

2-5 : حساب المسافة العمودية بين المستويات البلورية لبلورة كلوريد السيزيوم .

يمكن حساب المسافة العمودية بين المستويات البلورية بالاعتماد على العلاقة التالية:

$$\frac{1}{d^2}=\frac{h^2+k^2+l^2}{a^2}=\frac{N}{a^2} \qquad .....(5-2)$$

وبالاعتماد عل الجدول ١-٢ وخصوصا قيم a , N

يمكن حساب المسافة d حسب المعادلة التالية :-

$$d=\frac{a}{\sqrt{N}} \qquad .....(6-2)$$

حيث تم تثبيت قيم المسافة d في الجدول 2-2 والتي كانت في حدود $0.91\ A^0$. حيث وجدنا ان قيم المسافة لا تعتمد كثيراً على معاملات ميلر على الرغم من زيادة قيم معاملات ميلر وفقاً للعلاقة التالية:-

$$N=(h^2+k^2+l^2) \qquad .....(7-2)$$

a (Å)	$N=(h^2+k^2+l^2)$	$\sqrt{N}$	$d=\frac{a}{\sqrt{N}}$ (Å)
0.91	١	1	0.91
1.3	٢	1.4	0.92
1.6	٣	1.7	0.94
1.8	٤	2	0.9
2	٥	2.2	0.90
2.2	٦	2.4	0.91
2.6	8	2.8	0.92
2.7	٩	3	0.9
2.9	١٠	3.1	0.93
3	١١	3.3	0.90
3.1	١٢	3.4	0.91
3.3	١٣	3.6	0.91
3.4	١٤	3.7	0.91

الجدول 2-2 وضح قيم المسافة العمودية d

المصادر والمراجع :- **References**

١- صبحي سعيد الراوي ،شاكر جابر شاكر ،يوسف مولود حسن– فيزياء الحالة الصلبة – دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل 1988

٢- يحيى نوري الجمال – فيزياء الحالة الصلبة ، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل ، لسنة ٢٠٠٠.

٣- مؤيد جبرائيل فيزياء الحالة الصلبة الجزء الأول ، جامعة بغداد ١٩٨٧ .

4- خليل ، منيب عادل ، **الفيزياء النووية** ، جامعة الموصل **(١٩٩٤) .**

5- مؤيد جبرائيل ، فيزياء الحالة الصلبة ، الجزء الثاني ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل - العراق (١٩٨٩) .

6- مايرهوف ، **مبادئ الفيزياء النووية** ، ترجمة د. عاصم عبد الكريم عزوز ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل **(١٩٨٢)**.

7- هنري سيمات .ترجمة عبدالجبار عبدالله وصلاح عزت تحسين." المقدمة في الفيزياء النووية والذرية". العراق بغداد (1963) .