Section 3.5 X-rays

الشكل 3.18 يظهر كيفية بالإمكان تكوين أشعة سينية X-rays عن طريق ضرب إلكترونات سريعة على هدف فلزي. يتم الحصول على الإلكترونات عن طريق تسخين سلك رفيع فتكتسب الإلكترونات طاقة كافية تزيد عن الWork Function φ لمعدن السلك. يتم تسريع الإلكترونات باستعمال فرق جهد كبير 50 – 100 كيلو فولت. تتم العملية داخل وعاء زجاجي مفرغ حتى لا تفقد الإلكترونات طاقتها.

الأشعة السينية X-rays هي أمواج كهرومغناطيسية وبإمكانها اختراق المواد المختلفة بما فيها الفلزات وطول موجتها قصير جدا (حوالي أنجستروم 10-10 m ) فكيف بإمكاننا قياس طول الموجة ؟

طول الموجة هو خاصية موجية ولذا يجب قياسها باستخدام الظواهر الموجية وهي التداخل interference والحيود diffraction ولكي نرى هذه الظواهر يجب استعمال فتحات صغيرة جدا قريبة من طول الموجة ولكن ليس بالإمكان لأي مختبر صنع فتحات صغيرة عرضها حوالي أنجستروم .

لاحظ Bragg أن الطبيعة تزودنا بمثل هذه الفتحات وهي المسافة dبين الذرات في البلورات crystals حيث تصطف الذرات في صفوف منتظمة داخل البلورات كالبلورة المكعبة التي تظهر في الشكل 3.20 والمسافة بين الذرة وجارتها dهي حوالي أنجستروم m 10-10  فاقترح استعمال البلورات لقياس طول الموجة وذلك بإطلاق الأشعة السينية X-rays على البلورة ثم ملاحظة التداخل بين الأمواج التي تنعكس من الصف الأول من الذرات والأمواج التي تنعكس من الصف الثاني من الذرات ( تذكر أن بإمكان الأشعة السينية اختراق المواد المختلفة ولكن جزءا من الموجة يجب أن ينعكس عند كل صف).

للحصول على تداخل بناء constructive interferenceبين الموجة المنعكسة من الصف الأول والموجة المنعكسة من الصف الثاني يجب أن يكون الفرق في المسار بين هاتين الموجتين AB+BCعددا صحيحا من طول الموجة وبدراسة الشكل 3.20 نحصل على العلاقة a3.25.

ملاحظة: هنالك خطأ في الشكل 3.20 فالزاوية الرأسية عند النقطةB هي في الواقع90⁰ - θ وليس θ كما يظهر في الشكل 3.20.

الشكلa 3.21 يرينا كيف يمكننا في المختبر قياس الزوايا التي تحقق شرط التدخل البناء constructive interference.

الشكلb 3.21 يعطي توزيع شدة الأشعة السينية على أطوال الموجات المختلفة التي نحصل عليها حين نضرب إلكترونات تساوي طاقة حركتها 35 keV على هدف من فلز المولبدنوم. نلاحظ من هذا الشكل ما يلي:

1. هنالك طيف متواصل continuous spectrumمن الموجات من أقصر موجة

 λmin $≈$ 35 pmحتى حوالي 90 pm.

1. هنالك قمتان بارزتان عند موجتين محددتين (Kβ , Kα ) حوالي 60 pm و 70 pm وهذا ما يذكرنا بالأطياف الخطية line spectrum.
2. ينتج الطيف المتواصل continuous spectrumعن فقدان الإلكترونات لطاقتها بشكل مفاجئ حين تصطدم بالفلز وهذا ما يطلق عليهBremsstrahlung وهي كلمة ألمانية تعني بالإنكليزية

Braking radiation وكلمة brake تعني كلمة "بريك" المستعملة في قيادة السيارات في حالة توقف السيارة الفجائي، وفي عملية التوقف الفجائي يفقد كل إلكترون كمية مختلفة من طاقته ليكون فوتون أشعة سينية ويملك هذا الفوتون طاقة تساوي الطاقة التي خسرها الإلكترون ولذا تظهر الأشعة السينية بأطوال أمواج مختلفة.

1. بالإمكان تفسير وجود أقصر موجة حين نرى أنها تنتج حين يعطي الإلكترون كامل طاقته الحركية للفوتون:

$λ\_{min}=\frac{c}{f\_{max}}= \frac{hc}{h f\_{max} }=\frac{hc}{K\_{max} }=\frac{1240 eV.nm}{35000 eV}$ = 35 pm

1. لتفسير القمتين البارزتين عند موجتين محددتين (Kβ , Kα )علينا أن نتذكر ما تعلمناه في الكيمياء من أن الإلكترونات تدور حول النواة في مدارات أو قشور والقشرة الداخلية وتدعىK shell تحتوي على إلكترونين لهما طاقة ربط كبيرة مع النواة والقشرة التالية وتدعىL shell تحتوي على 8 إلكترونات طاقة ربطها أقل والقشرة التي فوقها وتدعىM shell تحتوي أيضا على 8 إلكترونات طاقة ربطها أقل وأقل الخ ... (تحتوي ذرة المولبدنوم على 42 إلكترونا). تنتج القمتان البارزتان حين يصطدم الإلكترون الذي يولد الأشعة السينية اصطداما مباشرا مع أحد الإلكترونين الموجودين في ال K shell لإحدى ذرات الفلز ويطرده من الذرة فيصبح مكانه فارغا فيحل محله إلكترون من مدار أو قشرة أعلى، فإذا هبط إلكترون من L shell إلى K shell يعطينا فوتون Kα وطاقته تساوي الفرق بين طاقتي المدارين Lو K وإذا هبط إلكترون من M shell إلى K shell يعطينا فوتون Kβ وطاقته تساوي الفرق بين طاقتي المدارينM و K ( أنظر الشكل 9.17 صفحة 325).