جسم ينبعث منه اشعاع حراري تتوقف طبيعته على درجة حرارة الجسم ، ويعطي اللون اشارة لدرجة حرارة الجسم المشع .

ان الاشعاع الحراري هذا هو عبارة عن اشعاع كهرومغناطيسي بطول عال (أعلى من الطول الموجي للضوء المرئي) . وقد بين العالم ڤين Wein ان طيف الجسم الحار عبارة عن طيف مستمر Continuous spectrum ، يظهر اشعاعات ذات اطوال موجية مختلفة . وكلما ازدادت درجة حرارة الجسم تزداد طاقة الاشعاع اي تزداد قيم ترددات الاشعة المنبعثة وقد سمى هذا بقانون ڤين للازاحة Wien's displacement law ومثال على ذلك تغير لون قطعة الحديد برفع درجة حرارتها تدريجيا . فاللون يتغير من الاحمر الى البرتقالي الى الاصفر وفي النهاية تصبح بيضاء اللون . وقد توصل العالم ستيفان Stefan في عام 1879 للعلاقة التالية :

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

حيث :

E = معدل انبعاث الطاقة من السطح

e = قابلية السطح لاشعاع الطاقة

T= درجة الحرارة المطلقة

σ= ثابت ستيفان وبولتزمان

يستدل من هذا القانون بأن معدل انبعاث الطاقة من جسم حاريتناسب مع الاس الرابع لدرجة حرارته المطلقة .

وقد ادت النظرية الكلاسيكية الى استنتاجات تبين ان اشعاع الجسم الاسود يجب ان يحتوي بشكل رئيسي على اطوال موجية في المناطق البنفسجية من الطيف وان شدة الاشعاع تزداد باستمرار كلما قل الطول الموجي . ولكن هذا لم يتفق مع الحقائق العلمية . فقد توصل كل من لومر وبرنشايم Lummer and Prinysheim في نهاية القرن التاسع عشر من خلال التجارب التي اجريت من قبلهما لايجاد توزيع الطاقة المنبعثة من الجسم الاسود عند درجات حرارة مختلفة ، بأن شدة اشعاع الجسم الاسود في اي

Scanned with CamScanner

درجة معينة تزداد الى النهاية العظمى وبعدها تقل مرة اخرى عندما ترسم في خط بياني ضد الطول الموجي (النهاية العظمى تكون في منطقة تحت الحمراء في درجات حرارة واطئة) وهذا يفسر كون قطعة الحديد الدافئة غير مرئية في الظلام . وبارتفاع درجة الحرارة فان النهاية العظمى تنتقل الى المنطقة المرئية من الطيف ، حيث يظهر التغيير في لون قطعة الحديد . كما اجري العالمان رايلي وجين Raylieh and Jean محاولة نظرية اخرى سنة 1900 لايجاد قانون التوزيع ، حيث اقترحا قانونا سمي باسمهما يشمل كلا من قانون الازاحة وقانون ستيفان وينصب هذا القانون على مايلي :-

((تتناسب شدة الاشعاع الحراري من جسم ساخن طرديا مع كل من الاس الرابع لدرجة حرارته المطلقة ومربع تردد الاشعة المنبعثة)) .

ويلاحظ من الشكل (1-6) ان قانون ڤين يعطي توافقا ممتازا مع التجربة التي اجراها رايلي وجين في منطقة اطوال الموجات القصيرة . وتظهر نظرية رايلي وجين صحيحة عند اطوال موجات واسعة جدا ، ولكن لايتفق كل من القانونين مع المنحنيات التجريبية على معدل طيف كامل .

ان فشل النظرية الكلاسيكية في حساب الاختلاف في شدة الاشعاع المنبعث من الجسم الاسود مع الطول الموجي فسح المجال لبروز النظرية الكمية . ففي عام 1900 اقترح ماكس بلانك بأن الطاقة لاتشع ولاتمتص باستمرار (كما هو مفهوم من النظرية الكلاسيكية) وانما تشع الاجسام الطاقة او تمتصها بكميات محددة ومن ثم سميت نظريته بنظرية الكم . وقد افترض بلانك ان طاقة الضوء المنبعث او الممتص تتناسب مع تردده ، اي ان :

$$E = h\upsilon$$

حيث :

υ = تردد الاشعاع

h = ثابت بلانك Plank's constant

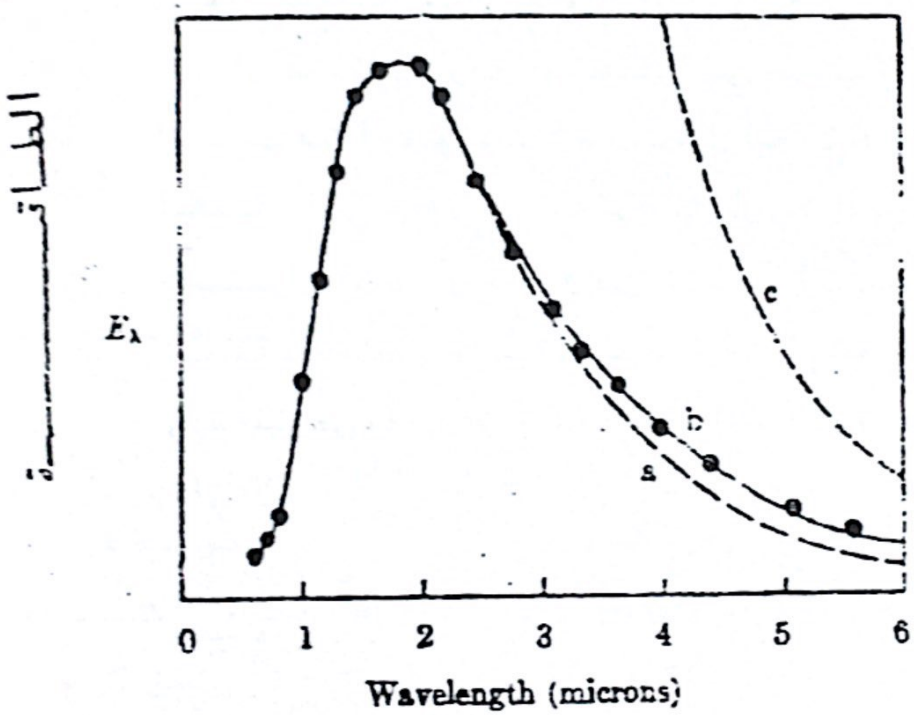
في حين فشلت قوانين توزيع الطاقة لاشعاع الجسم الاسود حسب

Scanned with CamScanner

الفرضيات الكلاسيكية لتفسير القيم التجريبية ، نرى ان فرضية بلانك في هذا المضمار قد تكللت بالنجاح .

الشكل (1-6) يبين مقارنة بين منحنيات التوزيع لڤين ورايلي - جين وبلانك والقيم التجريبية الحقيقية ، حيث يمثل الخط الكامل ، المنحني النظري الذي استنتجه بلانك ، وتمثل النقاط ، المنحني المستنتج بالتجربة . ويلاحظ هنا التطابق الجيد للمنحني التجريبي مع المنحني لبلانك ، في حين فشلت المنحنيات الكلاسيكية التي استنتجها ڤين ورايلي عن نهايتي الطيف .

واخيرا .. وفي ضوء ماتقدم اصبح من الممكن تعريف اشعاع الجسم الاسود بأنه عبارة عن فوتونات ناتجة عن التهيج الحراري للذرات المكونة للجسم وليس انعكاس للاشعة الساقطة والممتصة من قبله . وبذلك فان نقض بلانك للنظرية الكلاسيكية نقضا حقيقيا لايمثل امتدادا للافكار الكلاسيكية ولكنه تغير جذري عن خط الاعتقاد السائد في تلك الفترة .



شكل 1-6 : مقارنة مع التجربة لثلاثة قوانين للاشعة (a) ڤين (b) بلانك (c) رايلي-جين . تمثل الدوائر القيم التجريبية .

Scanned with CamScanner

الاشعاع ، الطيف ، الاطياف الذرية

تستعمل كلمة اشعاع بشكل عام لوصف سيل من الدقائق التي تحمل صفات أشعة او لوصف اشعاع ذو طبيعة موجية ، ويمكن اعتبار هذا الوصف صحيح عندما ندرك بأن الدقائق لها صفات موجية ، بينما الاشعاع ذو الطبيعة الموجية لها صفات دقائق ، وعلى النقيض من الاشعة الجسيمية او الدقائقية ، فأن الاشعاع ذو الطبيعة الموجية يمكن ان يتداخل مع بعضه او يمكن انحرافه عن مساره عند وجود شبكة معينة تحرفه ، كذلك يمكن تجزئته الى مكوناته حسب طولها الموجي (اي طيف الاشعاع) باستعمال جهاز المطيافية Spectrophotometer. ومن خلال ذلك ، فان الضوء المرئي يمكن ان يظهر بالوانه المختلفة بعد مروره من خلال موشور . ويعود كل لون الى مجموعة موجات بأطوال موجية مختلفة . فالضوء الازرق عند احدى نهايتي الطيف المرئي يمتلك طولا موجيا (0.45 مايكروميتر أو 4500 انكستروم) أقصر من الطول الموجي للضوء الاحمر (0.75 مايكروميتر أو 7500 انكستروم) في النهاية للطيف .

وتقسم الاطياف الذرية الى نوعين : وهي اطياف الانبعاث وأطياف الامتصاص .

اطياف الانبعاث Emission spectra

ان الصفات المميزة لهذه الاطياف يمكن الحصول عليها من المواد وذلك بجعلها تبعث اشعاعا . ويمكن الحصول على ذلك اذا جهزت ذرات العناصر بطاقة كافية ، بواسطة تسخينها مثلا او بواسطة تعريضها الى مجال كهربائي لتحفيزها أو تهييجها باستعمال القوس الكهربائي ، الشرارة او التفريغ الكهربائي . وهناك انواع متعددة من اطياف الانبعاث يمكن الحصول عليها ، واهم ثلاثة انواع هي التالية :

Scanned with CamScanner

1- الاطياف المستمرة : Continuous spectra

وهذه الاطياف تظهر وجود اشعاع لكافة الاطوال الموجية وعلى مجال واسع ويمكن الحصول على هذه الاطياف بواسطة التوهج الحراري او الكهربائي للمواد الصلبة مثل توهج السلك الدقيق في مصباح الاضاءة الكهربائي . ويوضح الشكل (1-7) الطيف المستمر الناتج من تحلل الضوء الابيض الصادر من المصباح بعد مروره بموشور محزز .

2- اطياف الحزم : Band spectra

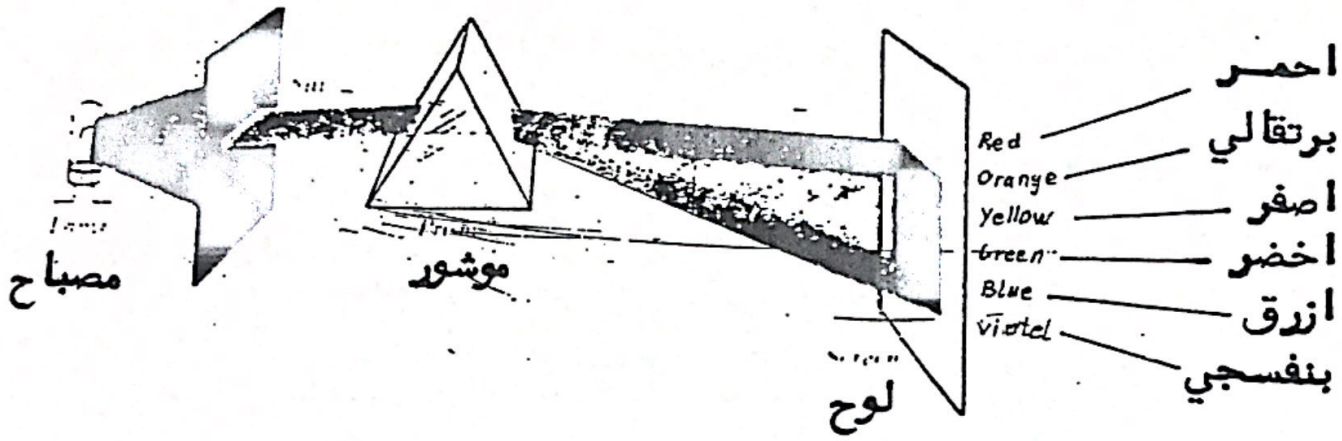
وهذه تحتوي على مجموعة من الحزم المتداخلة او المتشابكة الخطوط . وهي تتكون من الاشعاع المنبعث من الجزيئات المتهيجة .

3- الاطياف الخطية : Line spectra

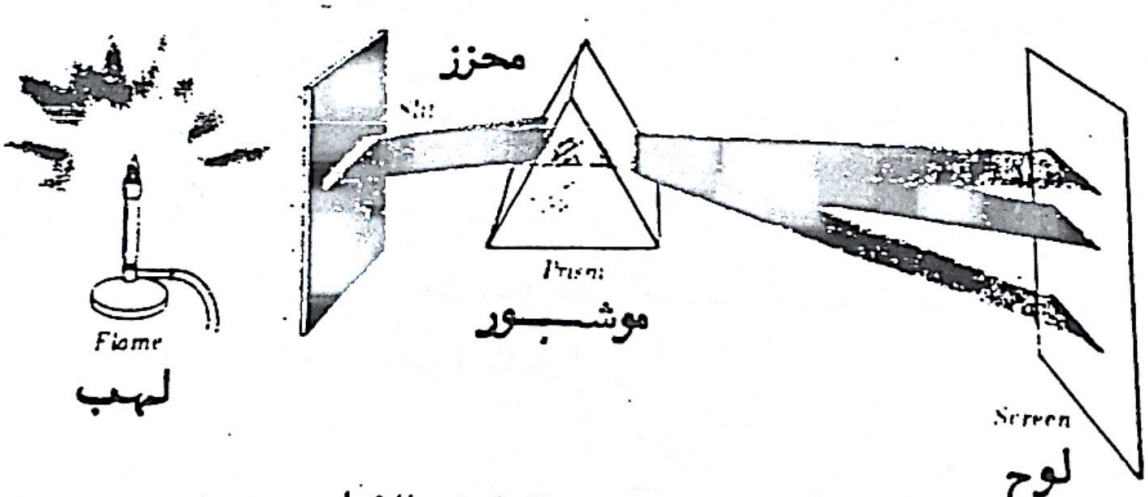
عند حدوث تفريغ كهربائي خلال عنصر ما في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض فان ضوءا ينبعث من ذرات الغاز المتهيجة Excited atoms واذا حلل طيفه بواسطة جهاز المطيافية ، فان طيفه لايكون مجرد استمراري ولكن كسلاسل من خطوط ضيقة ذات الوان مختلفة عند انعكاس هذا الطيف علي لوح فوتوغرافي شكل (1-8) . ان الذرات عندما تكتسب طاقة تصبح في حالة اثارة الكترونية (اي ان الكتروناتها ترتفع الى مستويات ذات طاقة أعلى) وبالتالي عند رجوع الذرات الى حالات طاقة أوطأ فانها تبعث اشعاعا . وكما سنرى فليس ضروريا أن ترجع الذرات الى حالة طاقتها الاوطأ بخطوة واحدة ، لهذا فان اشعاعا ذو اطوال موجية مختلفة ومحددة ينبعث نتيجة لهذه التغيرات في الطاقة . ويشار الى هذا النوع من الطيف بطيف الانبعاث الخطي .

ان الشكل العام للطيف يعتمد علي نوع البخار الذري المستعمل ، لذلك يمكن استعماله كاختبار تحليلي للدلالة على وجود عنصر معين ، وهذا الاختبار مهم جدا بسبب قدرته للكشف عن المقادير القليلة جدا من هذه العناصر . كما انه من المناسب جدا لتحليل آثار الشوائب .

Scanned with CamScanner



شكل 1-7 : الطيف المستمر



شكل 1-8 : الطيف الخطي

ولما كانت الاطياف الخطية تحصل نتيجة تغيرات الطاقة في داخل الذرة فيصبح تسميتها بالاطياف الذرية وتستطيع هذه الاطياف ان تعطي معلومات تؤدي الي شرح أو معرفة ترتيب الالكترونات في الذرة .

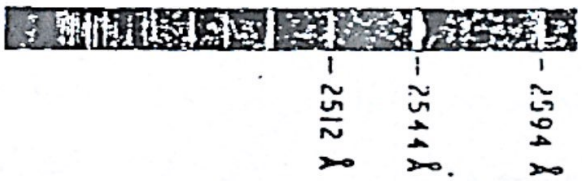
Scanned with CamScanner

اطياف الامتصاص Absorption Spectra

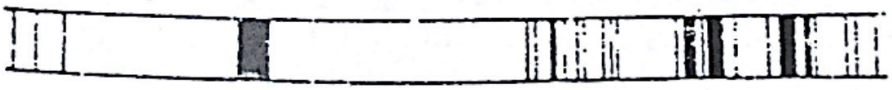
تتكون اطياف الامتصاص عندما يمتص ضوء بطول موجي معين اثناء مروره بصورة مستمرة خلال بخار ذري . ولقد وجد ان حزمة الضوء النافذ ذات نقص في اعداد موجية معينة وذلك كنتيجة لامتصاصها من قبل ذرات البخار الذري عند اثارة الالكترونات الى مستويات ذات طاقة اعلى.

في الشكل (1-9) يظهر بخار الصوديوم . ان كل خط يرجع الى طول موجي معين ، وهذا يعني ان الطول الموجي المحدد قد امتص من قبل بخار الصوديوم . لهذا فأن اللوحة الفوتوغرافية تحتوي على مناطق مضيئة ومناطق معتمة ويمكن ايضاً اعتبار طيف الامتصاص كخاصية من خواص البخار الذري المستعمل .

هناك تشابه بين اطياف الانبعاث شكل (1-10) واطياف الامتصاص للذرات شكل (1-9) وبشكل عام فان اطياف الانبعاث تحتوي على خطوط اكثر من طيف الامتصاص المقابل .



شكل 1-9 : طيف الامتصاص للصوديوم .



شكل 1-10 : طيف الانبعاث للزئبق .

Scanned with CamScanner

طيف ذرة الهيدروجين

بالنظر للتطور التاريخي الحاصل فيما يخص التركيب الذري فانه من المهم جدا التركيز على دراسة الطيف الخطي للاشعة المنبعثة من غاز الهيدروجين . ويمكن الحصول على هذا الطيف باحداث تفريغ كهربائي خلال غاز الهيدروجين تحت ضغط واطىء والتحقق من الاشعاع المنبعث بواسطة جهاز المطيافية . يبين الشكل (1-11) الخطوط الرئيسية في طيف الهيدروجين ولفترة من الوقت ، فمنذ عام 1885 وجد بأن تلك الخطوط يمكن وضعها بشكل مناسب ضمن عدد من السلاسل Serieses ، وتتكون كل سلسلة من عدد من الخطوط المتقاربة . وهذا المقترح يدل علي احتمالية وجود علاقة بين هذه الخطوط بطريقة ما . وقد عرفت هذه السلاسل بأسماء مكتشفيها مثلا بالمر (1885) وياشن (1895) وليمان (1915) وبراكيت (1922) وفوند (1925) . وهي تحتوي على خطوط تمثل الاطوال الموجية التي يمكن التعبير عنها بالصيغة :

$$\bar{\upsilon} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

حيث :

λ = الطول الموجي Wave length

$\bar{\upsilon}$ = العدد الموجي Wave number

ويساوي ايضا $\frac{\upsilon}{c}$

(υ = التردد ، c = سرعة الضوء)

R_H = ثابت يدعى بثابت ريدربك (Rydberg's constant) ومقداره التجريبي 109678 سم-١

n_1 و n_2 صحيحة ، وتمثل مستويات الطاقة (الاغلفة الرئيسية) التي يمكن للالكترون ان يوجد ضمنها .

Scanned with CamScanner

تكون n_2 دائما اكبر من n_1 حيث يدل n_2 على الغلاف الخارجي للذرة . اما n_1 فهو احد الاغلفة الداخلية في الذرة . وتتميز كل مجموعة بقيمة معينة للعدد الصحيح n_1 وبان n_2 تساوي (n_1+1) , (n_1+2) , (n_1+3) وهكذا .
وقد سميت هذه العلاقة الرياضية بمعادلة ريدبرك وعند تطبيقها على متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين سيكون :

1- متسلسلة ليمان (Lyman) : التي تقع خطوطها في منطقة الاشعة فوق البنفسجية من الطيف (Ultra - Violet)

$$\bar{\upsilon} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad n_2 = 2,3,4,5,.....$$

2 - متسلسلة بالمر (Balmer) : التي تقع خطوطها في المنطقة المرئية (Visible) من الطيف .

$$\bar{\upsilon} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad n_2 = 3,4,5,6,.....$$

3 - متسلسلة باشن (Paschen) : التي تقع خطوطها في منطقة الاشعة تحت الحمراء من الطيف (Infrared).

$$\bar{\upsilon} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad n_2 = 4,5,6,7,.....$$

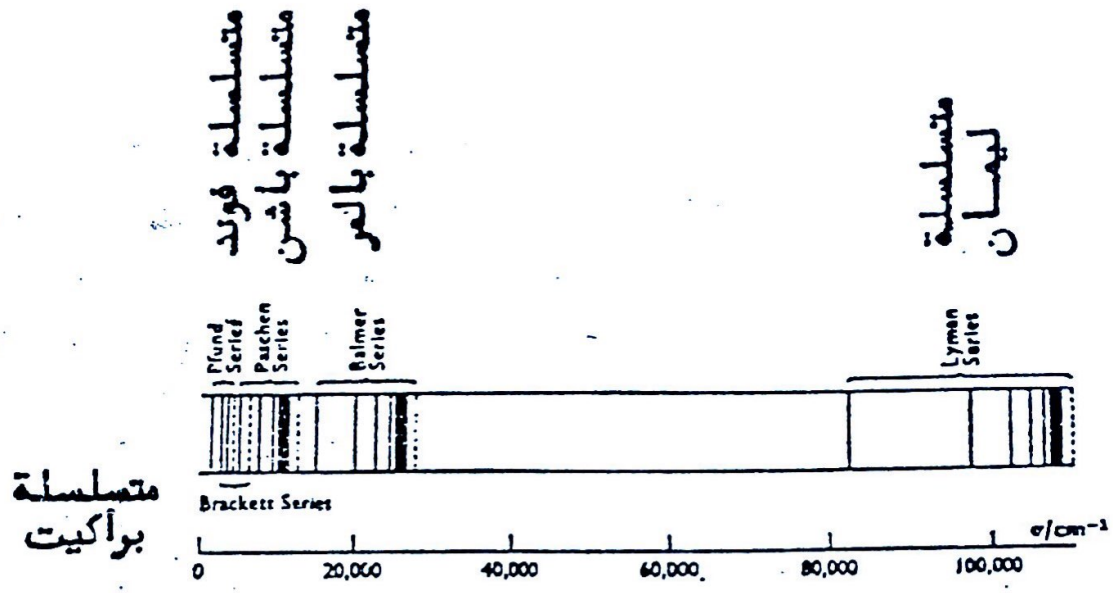
4 - متسلسلة براكيت (Brackett) التي تقع خطوطها في منطقة بعد سلسلة باشن من الطيف .

$$\bar{\upsilon} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad n_2 = 5,6,7,8,.....$$

Scanned with CamScanner

5 – متسلسلة فوند (Pfund) التي تقع خطوطها في منطقة من الطيف تلي متسلسلة براكيت .

$$\bar{\upsilon} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad n_2 = 6,7,8,9,....$$



شكل 1-11 : الخطوط الرئيسية في طيف ذرة الهيدروجين

ذرة بور Bohr Atom

تبين التجارب التي نوقشت في بداية هذا الفصل ان الذرات تحتوي على جسيمات موجبة واخرى سالبة . وقد افترض ثومسون ان الذرات عبارة عن كرات تتوزع فيها الشحنات الموجبة بانتظام وتتحرك بينها الالكترونات الصغيرة السالبة الشحنة الا ان التوزيع الحقيقي للجسيمات الاساسية في الذرة قد اوضحه العالمان كايگر H.Geiger ومارسدن E.Marsden اللذان افادا بان جسيمات الفا (α-particles) ، وهي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم $^4_2He^{2+}$ ، تتشتت عندما تمر من خلال صفيحة

Scanned with CamScanner