

مقالة في الفيزياء مقدمة من قبل طالب الماجستير / منصور جمعة صالح حسين  
جامعة تكريت / كلية العلوم / قسم الفيزياء .

بغنوان

حيود الالكترون

**Electron Diffraction**

في عام 1924 طور العالم الفرنسي ديبرولي **Debroglie** فكرة الازدواجية في طبيعة الضوء والتي فرضتها النتائج التجريبية (الازدواجية في طبيعة الضوء يجب ان تقابل ازدواجية في طبيعة المادة).

ان العلاقة بين زخم وطول الفوتون هي علاقة عامة تنطبق على الفوتونات والجسيمات الاخرى على حد سواء [1] .

استخدم ديبرولي هذه العلاقة للجسيمات المادية ووفقا لفرضيته فإن كل جسيم ترافقه موجة طولها  $\lambda$  تربط بزخم الجسيم حسب العلاقة الاتية .

$$\lambda = \frac{h}{p} \dots\dots\dots(1)$$

$$P=mv$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \dots\dots\dots(2)$$

$$h / \text{ ثابت بلانك } (6.62 \times 10^{-34} \text{ j.s})$$

$$\lambda / \text{ طول الموجة }$$

في عام 1927 اثبت كل من دافسن Davisson وكرامر Germer وثومسن Thomson صحة فرضية ديبرولي حيث استخدموا بلورة النيكل لحيود الالكترون وثم ايجاد سرعة انطلاقها بأستخدام العلاقات الكلاسيكية وذلك لان الطاقة الحركية للالكترون تكون صغيرة وبالتالي سرعته صغيرة مقارنة مع سرعة الضوء [2].

لقد زادت البراهين العملية لاثبات فرضية ديبرولي ، ففي المانيا اجرى ايسترمان وشستيرن Esterman and stern تجربتهم في حيود ذرات الهليوم بواسطة فلوريد الليثيوم وفي الولايات المتحدة الامريكية قام جونسون Johnson بحيود الهيدروجين ببلوره مماثلة ، وجاءت جميع النتائج مطابقة لفرضية ديبرولي [3] .

اما الطول الموجي المصاحب للالكترونات فيمكن حسابة باستخدام قانون براك . فرض براك تشتت الاشعة بذرات الشبكة البلورية على اعتبار ان المسافات الاساسية بين ذرات هذه البلورات هي بحدود الطول الموجي للالكترون . فلو سقطت اشعة موجية على نسق من الصفوف الذرية المنظمة على شكل مستويات متوازية فإذا كانت الاشعة السينية من الذرات الواقعة في مستويين متوازيين لهما نفس الطور فعندئذ تحدث ظاهرة التداخل البناء [4]

$$n \lambda = 2d \sin \theta \dots\dots\dots (3)$$

$$n = 1, 2, 3, 4 \dots\dots\dots$$

حيث ان

$n$  / رتبة الطيف  $\lambda$  / طول موجة ديبرولي

$d$  / المسافة الفاصلة بين مستويات براك ،  $\theta$  / الزاوية المحصورة بين الاشعة السينية ومستوى البلوره

ان انعكاس براك يمكن ان يحدث فقط عندما يكون الطول الموجي  $\lambda$  في المعادلة (3) اصغر او مساوي لضعف المسافة البينية بين مستويين  $d$  متعاقبين في البلورة . اي ان شرط براك اللازم للحيود هو [5] .

$$\lambda \leq 2d \dots\dots\dots (4)$$

تعد الخاصية الجسيمية-الموجية للإلكترون أحد أهم الدعائم التي تركز عليها الفيزياء الكمية. ولقد تم التحقق من الخاصية الجسيمية للإلكترون من خلال سلسلة من التجارب كان أهمها تلك التي قام بها العالم ثومسن في تتبع مسار الإلكترونات أثناء مرورها بين مجالين: كهربائي ومغناطيسي. أما الخاصية الموجية للإلكترون فقد كان للعالم دي برولي (De Broglie) السبق في بلورة فكرة أن الإلكترونات المتحركة ربما تمتلك الخاصية الجسيمية والخاصية الموجية في آن واحد. وبناءً على هذا الفرض، فإن الطول الموجي للجسيم سيتناسب عكسياً مع زخمه الخطي، أي أن

$$\lambda = \frac{h}{mv} \dots\dots\dots(5)$$

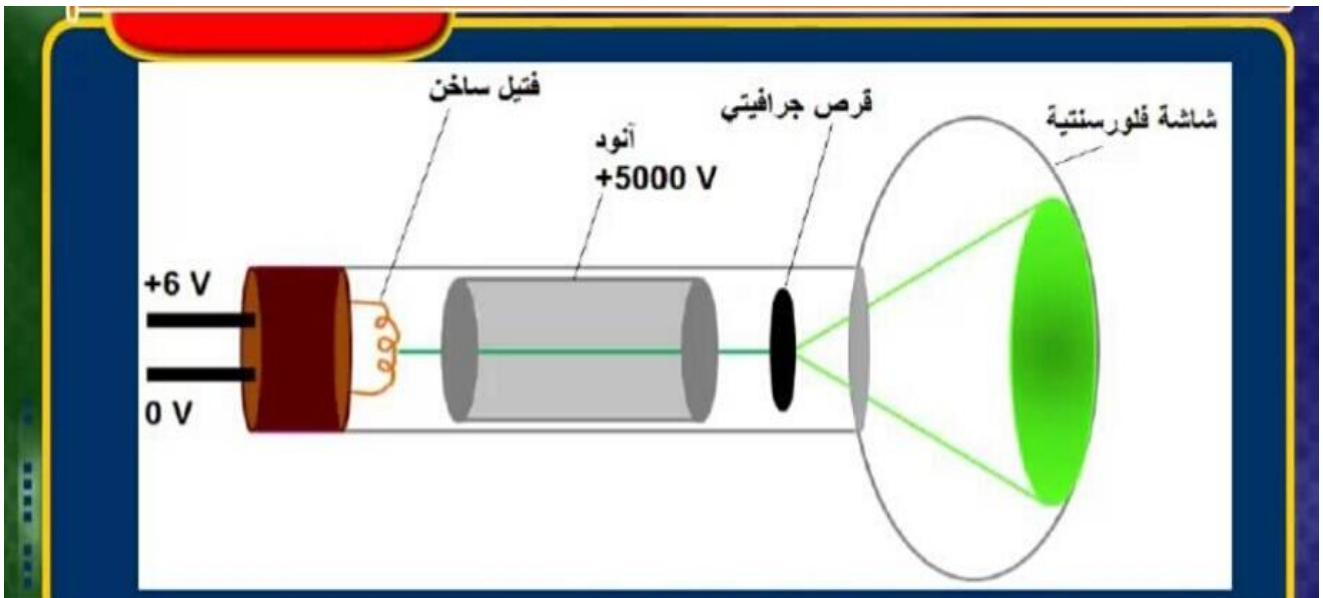
حيث:  $h$  ثابت بلانك

$(p = mv)$  الزخم الخطي للجسيم.

وفي هذه التجربة سنطبق المعادلة (5) لإثبات الخاصية الجسيمية للإلكترون وذلك من خلال دراسة

حيود الإلكترونات المعجلة التي تسقط على عينة من الكرافيت متعدد البلورات (سداسية التركيب

البلوري)، ومنها إلى شاشة عرض screen الشكل (1).



الشكل (1) انبوبة حيود الالكترون

وخلال عملية التعجيل الناتجة عن تطبيق جهد  $V$ ، سيكتسب الإلكترون طاقة حركية تعطى بالعلاقة:

$$E_{\text{electron}} = e V_A = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{P^2}{2m} \dots\dots\dots(6)$$

فإذا كانت الإلكترونات المعجلة تمتلك الصفات الموجية فستظهر على الشاشة ظاهرتي الحيود والتداخل اللتان تعدان من أهم خصائص الموجة.

وبناءً عليه فإن حزمة الإلكترونات سوف تصطدم ببلورات الكرافيت، التي تشكل محرز حيود عالي الدقة ومن ثم تنعكس، الشكل (1).

إذا أصبح الزخم  $P$  بالشكل التالي:

$$P = \sqrt{2meV_A} \dots\dots\dots(7)$$

ومن المعادلة 1 و 7 ويكون الطول الموجي المرافق للإلكترون كما يأتي :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV_A}} \dots\dots\dots (8)$$

حيث ان :

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

نعوض قيم كل من  $h$  و  $e$  و  $m$  في معادلة (8) تصبح العلاقة بالشكل التالي [6].

$$\lambda = \frac{12.24}{\sqrt{V_A}} \dots\dots\dots (9)$$

### المصدر:

- 1 – طالب ناهي الخفاجي ، الفيزياء الذرية (الجزء الاول) : ص236 ، طبعت بمطابع جامعة بغداد (1980) .
- 2 – ارثر بايزر. ، ترجمة منعم شكور وشاكر جابر ، مفاهيم في الفيزياء الحديثة ص95 ، طبعت بمطابع جامعة الموصل (1973).
- 3- محمد احمد الجبوري وكمال نصر عبد الغفور ، الفيزياء الحديثة ، ص210، طبع بمطابع دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل (1983).
- 4- يوسف ، مؤيد جبرائيل ، فيزياء الحالة الصلبة (الجزء الاول) ، ص255: طبع بدار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل (1987).
- 5 – يحيى نوري الجمال ، فيزياء الحالة الصلبة ، ص124 ، طبعت بمطابع دار الحكمة للطباعة والنشر – جامعة الموصل (1990).
- 6 – J.C. Willmott , J.W. Arrowsmithy Atomic Physic , ltd (1978).