جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

كيمياء الكم

المرحلة الرابعة

محاضرة

فرضية دي براولي

م .د.اسيا اكبر توفيق

asya.akbar@tu.edu.iq

فرضية دي براولي De-Broglie gypothesis

جرت محاولات لتطبيق نظرية بور على ذرات تحتوي على اكثر من الكترون واحد وكانت جميع المحاولات غير ناجحة ,

وبدا الشعور بأن هناك جوهريا في نظرية بور والحقيقة بدأ التصور عند البعض أن نجاح نظرية بور مع ذرة الهيدروجين كان محض مصادفة .

وقد كانت نقطة البداية باتجاه ايجاد الحلول لهذه الصعوبات واعطاء صورة صحيحة عن سلوك الالكترون في الذرات والجزيئات .

ثم جاءت من قبل الفيزيائي الفرنسي لويس دي براولي في عام 1923 وتبعه العالم هايزنبرج وشرودنجر في عام 1926 .

حيث ان حقيقة كون الذرات أو الجزيئات المسخنة تبعث اشعة بترددات معينة فقط تبين أن طاقات الذرات والجزيئات هي مكممة , وان قيم طاقة معينة ستكون مسموحة .

ان التكمم الطاقي غير موجود في الميكانيكا الكلاسيكية وإن الجسم يمكنه أن يأخذ أي مقدار من الطاقة وإن دخول فكرة التكمم الطاقي في نظرية بور جادت بالتأكيد اعتباطياً ولم يعط بور أي سبب عن وجود مدارات وطاقات معينة فقط .

كما أن التكمم Quantization يحدث ايضاً في الحركة الموجية wave motion فمثلاً في حالة سلك مربوط بثبات من نهايته يمتلك هذا السلك نسقاً كمياً quantized modes من التذبذب كما هو مبين في الشكل التالي :

نسق تذبذب سلك مربوط النهايتين

وكما هو الحال مع الضوء حيث تظهر سلوك موجي وجسيمي فقد اقترح دي براولي بأن المادة matter تمتلك ايضاً طبيعة مزدوجة فالإلكترون اضافة الى مايملكه من سلوك الموجي للإلكترون يعكس نفسه في المستويات الطاقية المكممة للإلكترونات في الذرات أو الجزيئات .

وفي حالة الفوتون : فإن طاقته E تساوي hvحسب معادلة بلانك

ووفقا لنظرية أينشتاين فإن طاقة الفوتون تساوي mc^2 حيث

C = سرعة الضوء

M = الكتلة النسبية للفوتون .

(planks equation)$E = hv$

(Einstein equation)$E = mc^2$

ويمتلك الفوتون كتلة سكون مساوية للصفرولكن الفوتونات تتحرك دائما بسرعة c في الفراغ ولن تكون في سكون . وبذا فعند سرعة c يمتلك الفوتون كتلة m غير صفرية . وعند مساواة المعادلتين اعلاه نحصل على :

$hv = mc^2$

وبما ان $v = c/\lambda$ حيث λهو الطول الموجي للضوء , وعندئذ تصبح المعادلة السابقة كالتالي :

$$hc/\lambda = mc^2$$

ومنها:

$$\lambda = h/mc$$

وبصورة مشابهة اقترح دي براولي أن جسيماً مادياً كتلته m وسرعته v سيمتلك طولاً موجياً λ معطى بالعلاقة التالية :

$$\lambda = h/mv = h/p \quad ---(1)$$

حيث p هو ضغط الجسيم أو عزم الفوتون او كمية التحرك .

ويكون طول موجي دي براولي لإلكترون يتحرك بسرعة $1.0 \times 10^8\ m/c$ هو :

$$\lambda = \frac{\mathbf{6.6 \times 10^{-27} erg.s}}{(\mathbf{9.1 \times 10^{-28} g})(\mathbf{1.0 \times 10^8\ cm/s})} = \mathbf{7 \times 10^{-8} = 7A^0}$$

وان هذا الطول الموجي هو في حدود الابعاد الجزيئية وهو الأمرالذي يعطي التأثيرات الموجية أهمية في الحركات الإلكترونية في الذرات والجزيئات .

ولكن في حالة جسيم مرئي macroscopic particle ذي كتلة 1.0g

وسرعة $1.0\ m/c$ نرى بعد استخدام المعادلة رقم (1) أن الطول الموجي الناتج يساوي 7×10^{-27} وهو صغير جداً وهذا يشير الى أن تأثيرات الكم تكون غير ملحوظة بالنسبة لحركة الأجسام الكبيرة .

وقد لاقت فرضية دي براولي تأكيدات عملية من قبل دافيسون Davison وجيرمر Germer اللذين لاحظا ظاهرة الحيود عند مرور الإلكترونات خلال صفيحة رقيقة معدنية .

ظاهرة الحيود تؤكد السلوك الموجي للجسيم (الإلكترون) وهكذا فعند ظروف معينة يسلك الإلكترون سلوكاَ شبيهاً بجسيم وعند ظروف عملية أخرى يسلك سلوكاً شبيهاً بموجة .

وعلى اية حالة فالإلكترون هو ليس جسيماً ولا هو موجة . انه بعض الشيء الذي لايمكن وصفه بدلالة هيئة او نموذج يمكن رؤيتها .

ينص مبدأ دي براولي على ان" الإلكترون له طبيعة مزدوجة حيث أنه جسيم مادي سالب له خواص موجية "

تجربة دافسيسون وجيرمر Davison and Germer experiment

التجربة الاولى

التي برهنت فرضية براولي كانت من دافيس وجيرمر 1927 وتتلخص تجربة جيرمر بقذف بلورة من النيكل بوابل من الكترونات ضعيفة الجهد , وحصل على اشعة مختلفة قوية للدرجة الاولى (n=1 الطيفي لزاوية $\sin 65^0$)

حيث

$\sin 65^0$=0.906 .n=1

والمسافة الداخلة لذرة النيكل (d تساوي 0.91) انجستروم وبتطبيق معادلة براج Bragg equation لايجاد قيمة λ

Bragg equation)$n\lambda = 2\,d\ \sin\theta$ (

$1\times \lambda = 2 \times 0.91 \times 0.0968$

$\lambda = 1.65A$

وبتطبيق معادلة براولي

$\lambda = h/m_e v$

حيث e,m,v هي السرعة والكتلة والشحنة على التوالي وأن الالكترون سوف يعجل خلال فرق جهد قدره v

$$^1/_2\, mV^2 = Ve(Since\ D.E = electrical\ energy)$$

$$m_e^2 n^2 = 2\, me\, Ve$$

$$me\, V = \sqrt{2\, me\, Ve}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\, me\, Ve}}$$

في احد التجارب , استخدمت هذه القيم :

V=54 volt

H= $\mathbf{6.63 \times 10^{-34}}$ J.S

$m_e = \mathbf{9.1 \times 10^{-28} kg}$

E= $\mathbf{1.6 \times 10^{-19}}$ J.S

وبالتعويض في المعادلة الأخيرة نحصل على :

$$\lambda = \frac{\mathbf{6.63 \times 10^{-34}}\ \mathrm{J.S}}{\sqrt{2\ \ \times \mathbf{9.1 \times 10^{-28} kg \times 54 \times\ 1.6 \times 10^{-19}}\ \mathrm{J.S}}}$$

$$\lambda = \ \mathbf{4.18 \times 10^{-10} m = 4.180\ A^0}$$

كلاً من هذه القيمة العملية لقيمة λ لتؤكد فرضية دي براولي