القواعد الاساسية للميكا الموجية The Basic principle of wave mechanic

او الموجات والمادة matter and wave

وجد جرمر وادافيسون (1927) وكذلك ثومن 1928 ان حزمة الالكترونات الساقطة على بلورة من الذهب تعاني حيودا Diffractionكما لو كانت حزمة ضوئية اي ان الالكترونات احدى الخواص الموجبة وهي الحيود . لقد بين العالم دي برولي De Broglie بان كل جسم ترتبط حركته بحركة موجبة او بمعنى اخر ان هناك موجات مصاحبة لحركة الدقائق او الاجسام هذه الموجات هي ليست موجات كهرومغناطيسية لذلك سميت موجات الدقائق او موجات مادية.

ان طول موجة الدقائق المتحركة تتناسب عكسيا مع الزخم يرمز له $\wp$ (تقرا رو)

$$\lambda \alpha (1/\wp) \Longrightarrow \alpha \lambda (1/mv)$$

$$\lambda = h/mv \rightarrow \lambda = h/\wp$$

ويمكن برهان ذلك بلشكل الاتي:

$$E = h\nu \ldots \text{and} \quad E = mc^2$$

$$h\nu = mc^2 \Rightarrow h(c/\lambda) = mc^2$$

$$h/\lambda = mc \Rightarrow h/\lambda = \wp$$

$$\lambda = h/\wp \quad \text{or} \quad \lambda = h/mc$$

طول موجة الجسم المتحركة mكتلة الجسم

سرعة الجسم h ثابت بلانك . قد وجد ان λ للالكترون هي

10^{-10}سم .

يتضح من معادلة دي برولي ($\lambda=h/mv$) انهكلما ازدات كتلة الجسم كلما قل الطول الموجي λ المصاحب لحركته بحيث نصل الى موجه من الصعب قياسها ولكن لكون الالكترون ذو كتلة صغيرة جدا فانه يمكن قياس الموجه المصاصية لحركته اي بمعنى :

بدلا من ان يكون مسار الالكترون دائريا فانه يدور على شكل سلسلة من الموجات تتحرك ضمن مسار اي ان : المسار الدائري هو عبارة عن مجموعة من الموجات ولكي يكون المسار الدائري مستقر يجب انتقوي الموجات بعضها البعضالاخر بحيث تكون موجات واقفة standing ضمن دائرة لها نصف قطر وان محيط الدائرة للمسار الذي حدده بور هو عبارة عن عدد الموجات المكونة له

اي ان : محيط المدار =مضاعفات صحيحا لطول الموجة

$$\lambda n=2\pi r$$

$$\lambda=h/mv$$

فان:

$$n =h/(mv)=2\pi r$$

$$nh/mv=2\pi r \Rightarrow$$

$$\boxed{mvr=nh/2\pi}$$

معادلة دي برولي

هذا يتفق مع الفرضية الرابعة في نظرية بور حيث نرى هذه النظرية تتفق مباشرة من الطبيعة الموجية للالكترون ، بذلك تنفي جميع التراكيب الذرية المرتكزة على ايجاد وجه الشبه بين التركيب الذري والنظام الشمسي.

الاشتقاق السابع يدعى تحوير نظرية بور

حسب علاقة دي برولي وفي هذه الحالة (القانون)فان معادلة دي برولي قد حدد سرعة الالكترون v وزخمه الزاوي mv وموقعه في مدار بور n في وقت واحد

قاعدة هايزنيرك في اللادقة Heisenbeg's uncertainty principle

تنص هذه القاعدة 1927 على ان :

لايمكن تحديد موقع وزخم جسم بدقة فكلما امكن قياس احدهما بدقة كلما زاد الشك في دقة قياس الاخر اي لايمكن تحديد الموقع والزخم بدقة في الوقت نفسه.

ΔX تمثل اللادقة في الموقع uncertainty in position

Δmv تمثل اللادقه في الزخم uncertainty in momentum

وان $\Delta mv=\Delta P$

قاعدة هايزنبيرك في اللادقة $\Delta mv . X\Delta >= h/2\pi$

معادلة شرودنكر schrodinger equation

اعتمد شرودنكر على معادلة دي برولي التي تصف حركة الالكترون على شكل موجات لتكوين المسار الدائري الذي افترضه العالم بور ايضا وكذلك اعتمد شرودنكر مبدا اللادقة للعالم هايزنبيرك حيث لا يمكن تحديد موقع الالكترون وزخمه في الوقت نفسه وهذه تربيط بدورها بطاقة الالكترون لذا استخدم العالم شرودنكر دالة الموجة التي رمز لها بلرمز اللاتيني ψ (يقرا بيساي)

لمعرفة طاقة الالكترون في الذرة والاختلاف في مستويات الطاقة في الذرة الواحدة وهذا يعني وجود قيم مختلفة لψ

اختار شرودنكر المعادلة الرياضية الاتيه التي نصف موجه واقفة لوصف الحركة الموجية الالكترون في الذرة

$$\nabla^2 \psi + (4\pi^2/\lambda^2)\psi \quad \text{.....1}$$

ψ دالة الموجة λ الطول الموجي.

∇ تلفظ ديلتا وتمثل

$$(\partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2 + \partial^2/\partial z^2)$$

وباستخدام فرضية دي برولي $\lambda = h/mv$

$$(4\pi^2 m^2 v^2/h^2)\psi + \psi\nabla^2 = 0 \quad \text{.....2}$$

واستنادا الى الطبيعة الجسمية للالكترون فان له طاقة حركية وطاقة كامنة.

$E = v + 1/2\,(mv)$ $\quad$ v= الكامنة

$\frac{1}{2} mv^2$ الحركية

$V^2 = 2(E-v)/m$ 3

بتعويض معادلة (3) في معادلة نحصل على :

$m\pi^2 8 + \nabla 2/h^2 (E-v)\psi\psi = 0$ 4

ومعادلة 4 هي التي تمثل معادلة شرودنكر

تمثل ψ دالة الموجة في الاتجاهات الثلاث x,y,z

ان دالة الموجة ψ غير موجودة في الطبيعة وقياسها عمليا يتم على اساس قياس ψ^2 التي تمثل قيمة مطلقة وتعني احتمالية تواجد او تحديد موقع الالكترون بالنسبة للنواة وحسب بعده عن النواة نسبة الى المحاور الثلاثة . x,y,z

حل معادلة شرودنكر.solution of schro .equ

ان اول خطوة لتسهيل حل معادلة شرودنكر بالنسبة للالكترون ذرة الهيدروجين هي تغير المحاور x,z,y

(تسمى المحاور الديكارتية)الى المحاور الكروية وهي R,θ,ϕ

مثلا لتحديد النقطة P يجب معرفة R الزاوية θ والزاوية ϕ

وعلى هذا الاساس يمكن تحديد موقع الالكترون وبعده عن النواه (لذرةH) حسب دالة الزاوية ϕوθ

والدالة القطرية R فنحصل على صورة ذات ابعاد ثلاثة والالكترون في هذه الحالة يظهر على شكل سحابة كروية لانها تمثل احتمالية انتشار تواجد الالكترون في الفضاء وهذا يختلف تماما عن ايجاد موقع الالكترون في خطوط حادة كما صوره العالم بور (المدار الدائري) لان الالكترون اصبح احتمال تواجده في اي مكان من R,θ,ϕ

لذلك في هذه الحالة يستبدل اسم المسار الدائري بكلمة مسار اي اوربتال Orbital وهو يعني الجزء الذي يتواجد فيه الالكترون اي يمثل السحابة الالكترونية electron cload

ويمثل ايضا حالة الطاقة energy state ويمثل ايضا مستوى الطاقة energy level

اذا اصبح التصور واضح بين فكرة شرودنكر وفكرة بور لتحديد موقع الالكترون حيث بين شرودنكر بان ليس الالكترون(لذرة H) مسار دائري حاد بل يتواجد الالكترون في حالة الاستقرار بشكل سحابة كروية مركز هذه السحابة يبتعد عن النواة بمقدار rوهو نق المدار الاول لذرة H($0,^{529X10-8}$) ولكن تواجد الكثافة الالكترونية مقدارها الى ابعد من هذه النقطة سميت احتمالية تواجد الالكترون هذه بالكثافة الالكترونية . وبالرغم ان اوضا مستوى طاقة في الذرة H تكون الكثافة الالكترونية كروية فهذا لا يعني ان جميع السحابات الالكترونية كروية بل قد تاخذ اشكال مختلفة حسب قيم θوϕ و R