الفصل الثاني

وصف الجسيمات في ميكانيكا الكم

الوصف الفيزيئ للحسيم

ان فشل الميكانيك الكلاسيكي في وصف مسار الجسيم في المجال الذري يسبب عدم الدقة في تحديد موقعه قد تم بحثه في الفصل السابق، وبناء على ذلك لابد من الإجابة عن التساؤل التالي: كيف يمكن وصف حركة الجسيم المجال الذري؟ استنادا الى فرضية دي برولي وتفسير اينشتاين للظاهر الكهروضوئية يمكن ان القول ان كل جسيم متحرك يرفقه مجال مادي.

دالة الموجة:

دالة الموجة هي سعة المجال المادي المصاحب لجسيم متحرك ويرمز لها بالرمز ψ لدالة الموجة مكانة مهمة في ميكانيكا الكم بسبب مبدأ اهايزنبرغ. لذلك نحتاج الى اداة تحدد لنا تلك المتغيرات الديناميكية، وهذه الاداة هي دالة الموجة، بصور عامة دالة الموجة تكون في كافة الفضاء (x, y, z) و الزمن t و تكتب $\psi(r, t)$ حيث

$$\psi(r,t) = Ae^{i(\vec{k}\vec{r}-wt)} \dots\dots\dots (2.1)$$

حيث $\vec{r}$ هو شعاع الموضع و $\vec{k}$ هو شعاع الموجة و w التردد الزاوي ، هده الموجة ليس لها معنى فيزيائي واضح لكنها تحوي على وصف كامل لتصرف الجسيم الدي تمثله ، من المعروف أن شدة دالة الموجة تتناسب مع مربع السعة الخاصة بها و التي هي احتمال وجود الجسيم في حجم معين :

$$|\psi|^2 = \psi^* \cdot \psi \dots\dots\dots\dots\dots (2.2)$$ حيث ψ^* هو مرافق الدالة أي نغيير إشارة في العدد التخيلي.

مسلمة: كثافة احتمال وجود فوتون متناسبة طرديا مع طويلة الدالة الموجية و الموافقة له و نكتب : $dP = |\psi|^2 dv$

dP هو احتمال حضور أو وجود فوتون في الحجم dv في اللحظة t و على هذا فإن احتمال وجود الجسيم في كامل الفضاء مساو للواحد

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dv = 1$$

تدعى العلاقة الأخيرة بشرط التقنين بينما تدعى الدوال المحققة لهذا الشرط بالدوال المقننة

حزمة الأمواج: تسمى حزمة الأمواج كل تركيب خطي لأماج مستوية حيث تأخذ الحزمة الموجية في اللحظة t الشكل التالي

$$\psi(\vec{r},t)=\frac{1}{2\pi^{3/2}}\int_{-\infty}^{+\infty}\varphi(k)e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r}-wt)}d^3k$$

مبدأ الارتياب لهيزنبرج

من المستحيل من حيث المبدأ معرفة موضع الجسيم و اندفاعه في آن واحد بدقة أكبر و هو معطى بالعلاقة:

$$\Delta x\cdot\Delta p_x=\frac{\hbar}{2}$$

و كذلك يمكن استنتاج

$$\Delta E\cdot\Delta t=\frac{\hbar}{2}$$

حيث ΔE هو الارتياب في طاقة الجسيم في حالة ما و Δt هو الزمن الذي يبقى فيه الجسيم في هذه الحالة

في اطار ا لميكانيك الكلاسيكي بالإمكان ان نتكلم عن موضع الجسيم و سرعته و طاقته في نفس اللحظة , أما في إطار الأبعاد التي تقارب ثابت بلانك فإنه لا يمكن أن نحدد الموضع و كمية حركة الجسيم في ان واحد و في لحظة معطاة , فكلما زادت الدقة على الموضع نقصت على الاندفاع أي أن مسار الالكترون يبقى مبهما

مثال 1 : باستعمال مبدأ اللادقة اثبت استحالة وجود الإلكترون داخل النواة ؟

مثال 2 : احسب طول موجة دي بروي لرصاصة كتلتها 50 غرام تتحرك بسرعة قدرها 350 متر في الثانية، ثم احسب طول موجة دي بروي إلكترون يتحرك بسرعة 10 مليون متر في الثانية .

مثال 3 : جد الطاقة الحركية للنيوترون الذي تكون طول موجته 10^{-13} متر، والذي طول موجته 10^{-16} متر 1.67 10 Kg $m_0=1.67.10^{-27}Kg$

مثال 3: اذا كانت دالة الشغل لفلز السيزيوم تساوي $WJ = 3{,}43.10^{-19}J$ حسب طاقة حركة الإلكترون منبعث بضوء له الطول الموجي $\lambda = 550nm$، وما هو جهد الإيقاف هذه الحالة؟ ما هو العدد الكلي للإلكترونات المنبعثة إذا كانت الطاقة الكلية الممتصة عند الطول الموجي $\lambda = 550nm$ هي $10^{-3}J$