

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ در مورد زمان و انرژی الکترون:

در نظر گرفتن الکترون به صورت یک موج اهمیت زیادی دارد. زیرا اصل عدم قطعیت پیشنهاد شده در سال 1927 به وسیله هایزنبرگ نشان می‌دهد که هرگونه کوشش در راه دقیق‌تر کردن و جامعیت بخشیدن به مدل اتمی بوهر که براساس شناسایی موضع و سرعت الکترون در هر لحظه طرح ریزی شده است، بی‌نتیجه می‌باشد. هایزنبرگ نشان داد که غیرممکن است بتوان بطور همزمان، مکان و سرعت یک شیئی به کوچکی الکترون را دقیقاً معین کرد.

تعیین مکان یک شیء بستگی به توانایی ما برای مشاهده آن شیء دارد، این مشاهده ممکن است با توجه به تداخل امواج نوری که آن شیء را روشن می‌کند، باشد. یا به طور غیرمستقیم، یعنی با توجه به تغییرات داده‌های آزمایشی دیگر، باشد.

برای تعیین مکان یک شیئی به کوچکی الکترون، با هر درجه‌ای از دقت که مورد نظر باشد، باید نوری با طول موج بسیار کوتاه بر آن تابانید. چنین تابشی بسیار پرانرژی است (هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، تابش پرانرژی‌تر است) و بنابراین، هنگام برخورد با الکترون سبب تغییر تندی و جهت حرکت آن می‌شود.

با توجه به رابطه انرژی جنبشی الکترون می‌توان نوشت:

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$2E = mv^2$$

$$DE = v Dmv$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{چون داریم:}$$

$$\Delta E = \frac{\Delta x \cdot \Delta mv}{\Delta t} \quad \text{پس می توان نوشت:}$$

و یا:

$$DE \cdot Dt = Dx \cdot Dmv$$

چون با توجه به اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، $\Delta x \cdot \Delta mv \sim h$ ، نتیجه می شود که:

$$DE \cdot Dt = h$$

براساس این رابطه می توان نتایج بسیار مهمی به شرح زیر، بدست آورد:

1. با توجه به اینکه مقدار Δt برابر $\frac{h}{\Delta E}$ است، می توان دریافت که الکترون می تواند مدت

بسیار طولانی بر روی ترازوی که در حالت عادی اتم، بر روی آن قرار دارد (حالت پایه)

باقی بماند. زیرا در این حالت $\Delta E = 0$ و Δt برابر بینهایت است.

2. هرگاه اتم بر اثر جذب انرژی به حالت برانگیخته درآید و الکترون از حالت پایه به تراز

بالتری ارتقاء یابد، در این صورت مقدار $\Delta E \neq 0$ خواهد بود. در نتیجه مقدار $\frac{h}{\Delta E}$ ، عدد

فوق العاده کوچکی حدود 10^{-27} ثانیه می شود که همان زمان ماندن الکترون بر روی

تراز برانگیخته است. بر همین اساس است که در اتم برانگیخته، الکترون به محض ارتقاء

به تراز بالاتر، به تراز پایین تر و یا حالت پایه بر می گردد و انرژی فوتون جذب شده را،

دوباره به صورت تابش الکترومغناطیسی منتشر می کند.

3 هرچه الکترون در اتم برانگیخته، از حالت پایه به تراز بالاتری ارتقا یابد، چون مقدار ΔE

بیشتر خواهد شد، زمان بازگشت آن به تراز پایین تر، کوتاهتر خواهد بود.

4 با توجه به رابطه $\Delta E = h\Delta\nu$ ، می توان پی برد که هر چه مقدار ΔE بیشتر باشد،

مقدار $\Delta\nu$ نیز بزرگتر خواهد بود، در نتیجه امکان تابش طول موجهای نزدیک به هم

بیشتری برای اتم بوجود می آید. از این رو، تعداد خطوط طیفی بیشتری بوجود می آید و

یا پهنای نوار طیفی بیشتر می شود.

براساس اصل عدم قطعیت، دیگر مدلهای کلاسیک اتم، یعنی در نظر گرفتن مسیره‌های خطی کاملاً

مشخص دایره‌ای یا بیضی شکل برای حرکت الکترون مفهومی نخواهد داشت. زیرا با واقعیت‌های تجربی

سازگاری ندارد. از این رو، به جای اینکه الکترون را در مکان مشخصی از فضای اطراف هسته در نظر

بگیریم که با سرعت معینی حرکت می کند، باید فقط احتمال وجود الکترون در آن نقطه را مد نظر قرار

دهیم، یعنی اگر مکان الکترون در فضای اطراف هسته مشخص باشد، فقط می توان مقدار احتمالی اندازه

حرکت آن را حدس زد. چنانچه در یک لحظه، اندازه حرکت الکترون مشخص باشد، نباید انتظار داشته

باشیم که بطور همزمان مکان دقیق آن را بتوان مشخص کرد. با توجه به اینکه مدلهای کاملاً مشخص

اتمی در مفهوم کلاسیک، با همه مشاهدات تجربی ما در مورد اتم هماهنگی ندارند، باید خصلت موجی

بودن حرکت الکترون و جنبه احتمالی بودن مشاهدات خود در مورد وضعیت الکترون را مورد توجه قرار

دهیم. با بیانی دیگر، الکترون را از دیدگاه مکانیک جدیدی بنام مکانیک موجی مورد بررسی قرار دهیم.