Corso:Meccanica Quantistica/Teoria delle perturbazioni/Rottura spontanea della simmetria

Abbiamo visto il caso particolare della doppia buca di potenziale e abbiamo descritto come, quando il massimo locale è finito, si presenti una rottura spontanea della simmetria. Una cosa simile non accade solo nella nostra immaginazione ma anche nella realtà: un esempio è la molecola di ammoniaca NH3, dove l'atomo di azoto si posiziona sulla verticale rispetto al piano formato dai tre atomi di idrogeno, e può mettersi a destra o a sinistra di questo; questo significa che anche in quel caso ci sono due minimi locali del potenziale e la scelta di quale dei due minimi assumere comporta la chiralità della molecola, corrispondente a una risposta ottica ben precisa (assorbiranno fotoni con polarizzazione orientata a destra o a sinistra).

Riprendendo proprio il caso della doppia buca, supponiamo che a $t = 0$ si rompa la simmetria, ottenendo quindi le funzioni d'onda già note $\psi(x, t = 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_1(x) + \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_2(x)$. Consideriamo un'evoluzione temporale del sistema, $e^{-i\frac{H}{\hbar}t}\psi(x, 0) = \psi(x, t)$: questa agirà diversamente sulle due componenti della funzione d'onda, infatti a ψ_1 è associato un livello energetico $E_1 < E_0$, mentre a ψ_2 è associato un livello $E_2 > E_0$. Posta $\delta E = E_2 - E_1$, avremo $E_1 = E_0 - \frac{\delta E}{2}$ e $E_2 = E_0 + \frac{\delta E}{2}$. La funzione d'onda al tempo generico sarà quindi:

$$\psi(x,t) = e^{-\frac{i}{\hbar}(E_0-\frac{\delta E}{2})t}\frac{\psi_1}{\sqrt{2}}+e^{-\frac{i}{\hbar}(E_0+\frac{\delta E}{2})t}\frac{\psi_2}{\sqrt{2}} = e^{-i\frac{E_0}{\hbar}t}\left[\psi_0(x)\cos\left(\frac{\delta E}{\hbar}t\right) + \psi_0(-x)\sin\left(\frac{\delta E}{2}t\right)\right]$$

Osserviamo a questo punto che la stabilità della rottura della simmetria non è infinita: infatti, se fosse $\delta E = 0$ si resterebbe in una delle due buche indefinitamente, ma abbiamo $\delta E \neq 0$ proprio perché la barriera di potenziale non è finita. Allora si potrà tornare nell'altra buca, esattamente a un tempo tale che $t \approx \frac{\hbar}{\delta E}$.

1 Fonti per testo e immagini; autori; licenze

1.1 Testo

- **Corso:Meccanica Quantistica/Teoria delle perturbazioni/Rottura spontanea della simmetria** *Fonte:* https://it.wikitolearn.org/Corso%3AMeccanica_Quantistica/Teoria_delle_perturbazioni/Rottura_spontanea_della_simmetria?oldid=47239 *Contributori:* Mapelli Dario e Dan

1.2 Immagini

1.3 Licenza dell'opera