

4: O conceito de estado

Na mecânica clássica conhece-se o estado de um sistema quando são conhecidas todas as posições e todas as velocidades dos pontos do sistema, em um determinado instante. A partir desses dados é possível prever todo o futuro, e reconstruir todo o passado do sistema. Ou seja, conhece-se o estado de um sistema quando se pode prever o futuro do sistema com a maior precisão possível (no caso da mecânica clássica essa precisão é total).

Na mecânica quântica tal descrição é impossível, uma vez que as coordenadas e as velocidades não podem existir simultaneamente. Assim, a descrição de um estado na mecânica quântica é feita em termos de menos quantidades do que na mecânica clássica. Segue-se disso uma consequência muito importante. Enquanto a descrição clássica permite prever o movimento futuro com total precisão, a descrição menos detalhada da mecânica quântica não permite essa precisão. Isto significa que, mesmo que se conheça o estado de um elétron, seu comportamento em instantes sucessivos é, em princípio, incerto. A mecânica quântica não pode fazer previsões exatas. Para um dado estado inicial do elétron, uma medida subsequente pode dar vários resultados. O problema típico da mecânica quântica é determinar a probabilidade de se obter cada um dos resultados possíveis, ao realizar uma medida (ocasionalmente a probabilidade de se obter um determinado valor pode ser 1, e a de todos os outros zero!).

Os processos de medida na mecânica quântica podem ser divididos em duas classes. Em uma, que contém a maioria das medidas, estão aquelas que, para qualquer estado do sistema, conduzem apenas a resultados mais ou menos prováveis. A outra classe contém medidas tais que, dado um qualquer dos resultados possíveis dessa medida, existe um estado do sistema no qual a medida dá, com certeza, aquele valor. Essas medidas são ditas previsíveis, e desempenham um papel importante na formulação da mecânica quântica. As propriedades físicas do sistema que são determinadas por medidas desse tipo são chamadas quantidades físicas ou observáveis do sistema. (Ver Landau, Lifshitz)

Veremos no que segue que, dado um conjunto de quantidades físicas, nem sempre é possível medi-las simultaneamente, isto é, nem sempre é possível que

Autor: Henrique Fleming

todas tenham valores definidos ao mesmo tempo. Vimos que este é o caso para a posição e a velocidade de um ponto material, por exemplo.

Um papel fundamental é desempenhado por conjuntos de quantidades físicas com a seguinte propriedade: elas podem ser medidas simultaneamente mas, se elas têm todos os valores definidos, nenhuma outra quantidade física independente pode ter um valor definido nesse estado.

Tais conjuntos de quantidades físicas são denominados conjuntos completos de observáveis compatíveis. Um conjunto completo fornece uma descrição máxima do sistema, e, portanto, caracteriza um estado do sistema.