

Osserviamo che per la meccanica quantistica, malgrado si tratti di una teoria intrinsecamente probabilistica per quanto concerne il risultato della misurazione di una grandezza, l'evoluzione di un sistema è ancora deterministica, univocamente dipendente dallo stato iniziale, essendo il sistema quantistico descritto da una funzione di variabile complessa (la funzione d'onda) soluzione di un'equazione differenziale del primo ordine rispetto al tempo. Nell'evoluzione di un sistema quantistico non vi è alcuno spazio per l'aleatorietà nel senso darwiniano del termine. Secondo

---

caratteristiche avrebbero, invece, un valore intrinseco, indipendente dalla misurazione stessa. Se, ad intervalli di tempo determinati, si effettuano misure successive delle coordinate di una particella, in generale i risultati non definiscono una curva regolare: quanto più le misure sono precise, tanto più i risultati manifestano un insieme di coordinate caotico ed imprevedibile, anche al tendere a zero degli intervalli fra una misurazione e la successiva, mentre una traiettoria più o meno continua può essere ottenuta solo con un basso livello di precisione. Pertanto, la descrizione dello stato di un sistema quantistico è meno dettagliata di quella di un sistema classico e non è sufficiente per effettuare previsioni relativamente alle misure successive. Per un particolare stato osservato di una particella, una successiva misura può dare un insieme di risultati diversi: la meccanica quantistica si limita a cercare di determinare la probabilità di ciascuno dei possibili risultati della misurazione. Ciò conduce al principio di sovrapposizione degli stati che segue.

Poiché osservare un sistema fisico significa entrare in interazione con lo stesso e quindi perturbarlo, la meccanica quantistica introduce l'idea fondamentale secondo la quale ogni stato di un sistema può essere descritto per mezzo di una funzione (di variabile complessa) delle coordinate, detta funzione d'onda, il cui modulo al quadrato (reale) definisce la distribuzione della probabilità dei valori delle coordinate, cioè la probabilità che la misurazione effettuata 'trovi' la particella in una data posizione entro uno spettro di possibilità, fra le quali, in un certo senso, potremmo dire che la particella si trova contemporaneamente prima della misurazione. La misurazione di una data grandezza fisica relativa allo stato della particella quantistica, in un certo senso, quindi, 'forza' lo stato della particella. Il concetto stesso di grandezza fisica viene sostituito da quello di operatore, cioè di un oggetto che opera su di una funzione (la funzione d'onda), trasformandola in un'altra funzione (d'onda). Se la funzione che si ottiene applicando l'operatore è uguale al prodotto di quella di partenza per una costante, detta autovalore, essa viene chiamata autofunzione dell'operatore. Ogni operatore possiede uno spettro (discreto o continuo) di autofunzioni, cioè di stati, che gli è proprio. La fisica quantistica postula che, misurando una grandezza fisica osservabile, si ottenga sempre uno degli autovalori dell'operatore che identifica la grandezza: l'autovalore corrispondente all'autofunzione dello spettro che è proprio di quell'operatore; la misurazione 'forza' il sistema osservato in quel particolare stato. Se due operatori hanno lo stesso spettro di autofunzioni, allora si dice che commutano; in tal caso, il risultato della loro applicazione alla funzione d'onda di un sistema quantistico è indipendente dall'ordine in cui si applicano gli operatori. Il citato