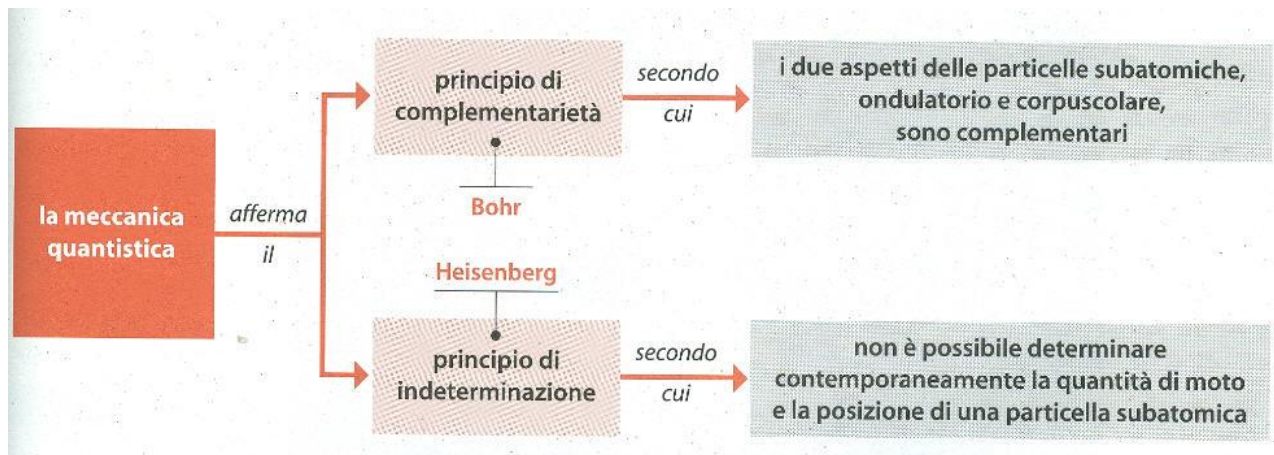
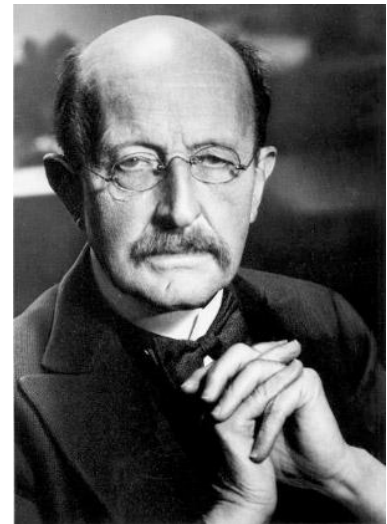


La meccanica quantistica



Prima di **Planck**, si pensava che la materia fosse discontinua, cioè costituita di corpuscoli semplici, gli atomi, e che l'energia, invece, fosse un flusso continuo. L'energia che la materia emette o assorbe - luce, elettricità, raggi X ecc. - veniva concepita come un'onda continua. In altre parole, la materia sarebbe una quantità fisica composta di piccole porzioni non ulteriormente divisibili, mentre l'energia sarebbe una quantità divisibile a piacere. Nel 1900 **Max Planck** afferma invece che l'energia si propaga non nella forma di onde continue, ma salti, in modo discontinuo, con una sorta di pulsazione, e che quindi è anch'essa composta da corpuscoli, cioè da granuli detti «**quanta**». Nel caso della luce, i quanta sarebbero da concepire come corpuscoli luminosi o **fotoni**.



Senonché, successivamente, i fisici si accorgono che talvolta i fenomeni luminosi si comportano come **corpuscoli**, come sosteneva Planck, ma talvolta, invece, come **onde**. la presenza di due interpretazioni diverse della luce sottolineava

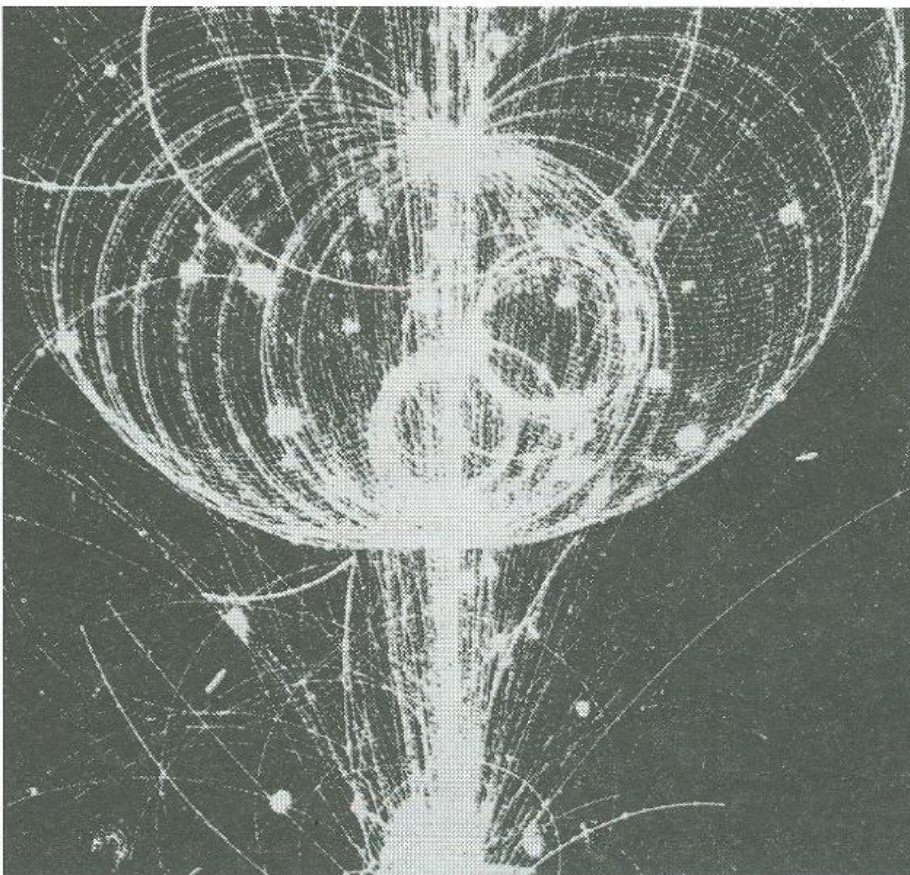


la difficoltà di raggiungere una rappresentazione del reale coerente e unitaria.

Per risolvere il problema, **Niels Bohr** (1885-1962) formula in proposito il «**principio di complementarità**», secondo cui **i due aspetti delle particelle, ondulatorio e corpuscolare, sono complementari**, cioè si completano, pur essendo incompatibili fra loro. Bisogna dunque ammettere l'uno e l'altro, cioè sia l'aspetto ondulatorio, sia quello corpuscolare. Il fatto è che quando si esamina il comportamento di un certo tipo di particella, ci dobbiamo servire di appositi strumenti di osservazione e di misura. A seconda del tipo di strumento impiegato,

può emergere l'aspetto corpuscolare o quello ondulatorio del fenomeno in esame. Ma ciò, secondo Bohr, non implica una contraddizione nella teoria. Infatti, quando si osserva l'aspetto corpuscolare non si può osservare quello ondulatorio. I due aspetti non possono mai essere osservati contemporaneamente.

Un altro caposaldo fondamentale della meccanica quantistica è il «**principio di indeterminatezza**» di **Werner Heisenberg** (1901-76). Esso afferma che **non è possibile determinare contemporaneamente la quantità di moto e la posizione di una particella subatomica** (le particelle subatomiche sono gli elettroni, i protoni, i neutroni ecc.). Secondo tale principio, esistono coppie di proprietà che non sono decidibili simultaneamente: la quantità di moto e la velocità delle particelle costituiscono appunto una coppia caratteristica di «**grandezze incompatibili**». Se si determina in maniera precisa la posizione di una particella, rimane indeterminata la sua quantità di moto, e viceversa.



Fotografia delle tracce di particelle subatomiche ottenuta tramite bombardamento di elettroni in una camera a bolle. A livello atomico non è possibile, secondo il principio di indeterminazione, determinare la posizione di una particella e, al contempo, la sua quantità di moto: in questi casi, quindi, si può parlare solo di evento, e non di oggetto determinato.

Le implicazioni filosofiche della meccanica quantistica sono sviluppate dalla cosiddetta «**scuola di Copenaghen**» (a cui appartengono Bohr e Heisenberg). Dal punto di vista filosofico, la meccanica quantistica, o fisica del mondo microscopico, in virtù del principio di indeterminazione di Heisenberg **mette in discussione la**

visione determinista dei fenomeni naturali caratteristica della fisica classica del mondo macroscopico. Com'è noto, una teoria può dirsi **determinista** quando garantisce, almeno in linea teorica, la previsione infallibile degli eventi futuri. La fisica classica del mondo macroscopico offre tale possibilità, mentre la meccanica quantistica no. Infatti, nella meccanica quantistica, come si è già detto, non conoscendo perfettamente le condizioni iniziali di un fenomeno microscopico (se si conosce esattamente la velocità di una particella non se ne conosce esattamente la posizione e viceversa), non si possono predire le conseguenze di tale fenomeno in modo del tutto certo, ma solo in modo probabilistico. In sostanza, analizzando le condizioni di lancio di una particella, per esempio di un elettrone, non si può predire con certezza quale sarà la sua destinazione. È possibile soltanto calcolare una distribuzione di probabilità delle diverse destinazioni, ripetendo molte volte l'esperienza.

Ricordiamo, poi, che la scuola di Copenhagen ritiene che il principio di indeterminazione attesti un **indeterminismo intrinseco** alla realtà subatomica. Secondo la scuola di Copenhagen, il mondo microfisico sarebbe in se stesso indeterminato e probabilistico: in un dato istante le particelle non avrebbero una posizione e una quantità di moto determinate. L'interpretazione di Copenhagen afferma, così, la presenza del **caso** nella realtà naturale. Invece, altri scienziati, come per esempio Planck, Einstein ecc., pensano che **l'indeterminazione sia solo conoscitiva**, cioè, che dipenda esclusivamente dalla nostra incompleta conoscenza della realtà. Secondo costoro, gli aspetti indeterministici e probabilistici della meccanica quantistica sarebbero solo una conseguenza della nostra incapacità di raggiungere misurazioni esatte del mondo microfisico. A giudizio di Einstein, anche se con i mezzi che abbiamo non riusciamo a prevedere esattamente che cosa faranno le particelle, queste hanno pur tuttavia una loro traiettoria e possiedono un loro comportamento perfettamente determinato. Einstein non può ammettere che le cose siano regolate dal caso, ed esprime questo concetto sostenendo che Dio «non gioca a dadi». Ma i seguaci di Heisenberg fanno notare che non ha senso ammettere una realtà fisica con caratteristiche proprie e, contemporaneamente, affermare di principio l'impossibilità di determinarla. Fisicamente, secondo la scuola di Copenhagen, una realtà esiste quando vi sia modo di determinarne gli effetti.