

20 Block notes

PER CAPIRE O... RIPASSARE

La meccanica quantistica

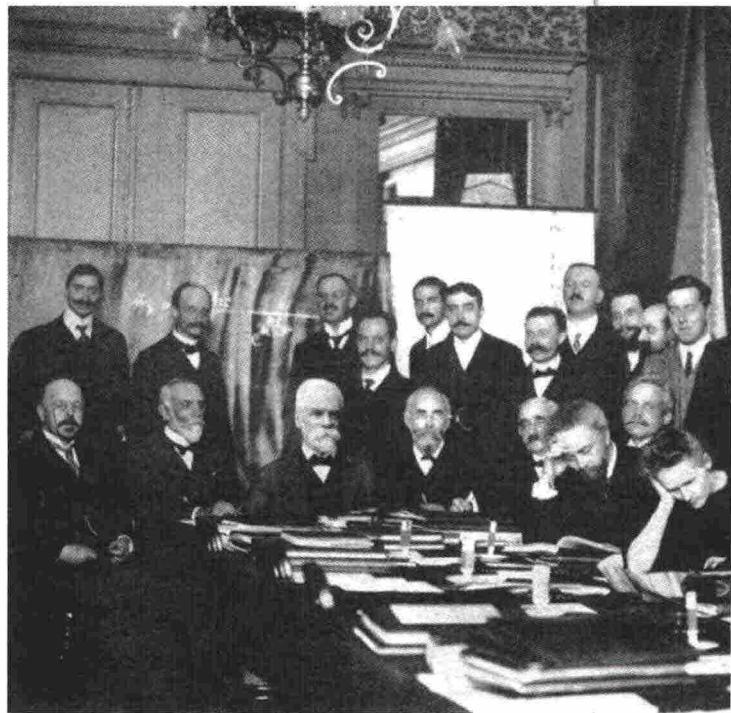
di Gianni Battimelli

La vera grande "rivoluzione" in fisica negli anni a cavallo tra Ottocento e Novecento è stato il definitivo riconoscimento della **struttura discreta della materia**. Atomi e molecole sono diventati realtà. Si è potuto cominciare a "vederli" e ad avere evidenza empirica delle loro proprietà. Proprietà che però risultava sempre più difficile spiegare utilizzando gli strumenti della fisica teorica classica, come nel caso dell'interazione di atomi e molecole con la radiazione elettromagnetica.

Radiazione di corpo nero, spettri di emissione, effetto fotoelettrico: nel corso di un decennio vennero proposte soluzioni a questi problemi che richiedevano di sovrapporre alla trattazione classica una qualche forma di discontinuità nei valori ammissibili per certe grandezze fisiche. La "prima" teoria quantistica riposava su questa insoddisfacente mistura di modelli classici e ipotesi di quantizzazione ad hoc. Gradualmente – tappe importanti di questo sviluppo sono stati **i due primi congressi Solvay di fisica, nel 1911 e nel 1913** – si è visto che tutti i modelli proposti potevano essere ricondotti a una spiegazione unitaria, legata al significato della nuova costante che sistematicamente compariva nelle equazioni e che prese il nome da chi per primo la introdusse nel 1900, il fisico tedesco **Max Planck**. La costante di Planck esprime il fatto che quella che nella meccanica classica è chiamata "azione" è una grandezza quantizzata. La regola generale della nuova fisica dei quanti, formulata da un altro fisico tedesco, **Arnold Sommerfeld**, è che le proprietà "anoma-

le" del mondo microscopico sono deducibili da un approccio classico se si assume che l'azione non sia una grandezza variabile con continuità ma possa assumere soltanto valori multipli del "quanto d'azione" dato dalla costante di Planck.

Non siamo però ancora alla meccanica quantistica vera e propria. La trasformazione dell'ibrido mix di nuovo e classico presente nella *old quantum theory* in una struttura consistente e formalmente definita avviene solo verso la metà degli anni Venti del



a cura di Jacopo De Tullio



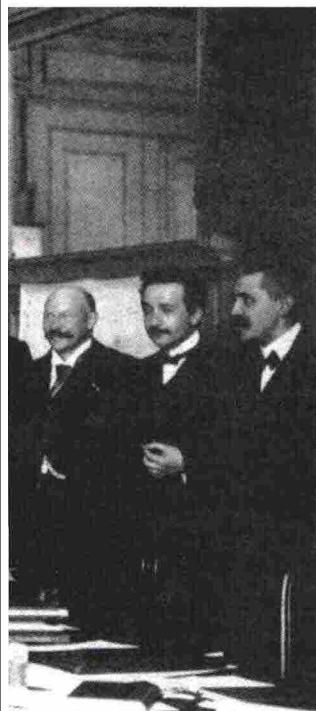
secolo scorso, quando (almeno) due costruzioni teoriche molto diverse nella loro struttura ma di fatto coincidenti nelle loro capacità predittive rispondono in modo coerente alla domanda: come si descrive e **come si segue nella sua evoluzione lo stato di un sistema microscopico?**

In meccanica classica, lo stato di un sistema di corpi è dato assegnando per ciascuno di loro il valore a un dato istante di posizione e velocità, il che equivale a fissare un punto nello spazio delle fasi;

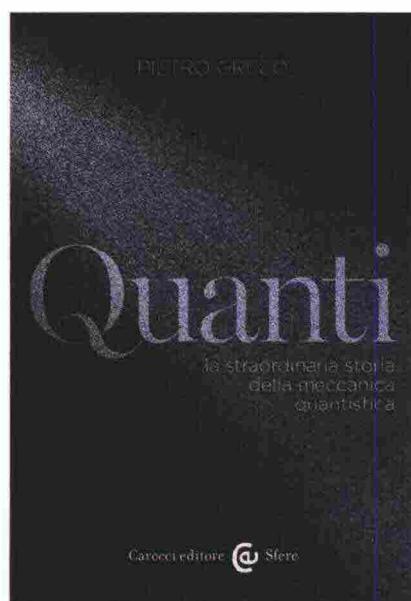
sono valori che possono in linea di principio essere fissati con precisione arbitraria. La struttura granulare dello spazio delle fasi, dovuta all'esistenza di un quanto di azione, rende questa caratterizzazione dello stato improponibile a livello microscopico. Lo "stato" di una particella microscopica va definito altrimenti che con un punto nello spazio delle fasi, ossia non con posizione e velocità.

Nella formulazione più diffusa della meccanica quantistica, dovuta a **Erwin Schrödinger**, austriaco, lo stato di una particella microscopica è rappresentato dalla funzione d'onda che riassume tutto ciò che si può dire sul valore delle grandezze fisiche. Un'equazione differenziale permette poi di determinare l'evoluzione del sistema a partire da uno stato iniziale. In questo senso, la meccanica quantistica è deterministica quanto quella classica. Cambia solo la caratterizzazione dello "stato". Le presentazioni della meccanica quantistica secondo cui essa comporterebbe il crollo del determinismo e l'abbandono del principio di causalità devono molto più alle inclinazioni filosofiche di alcuni dei padri fondatori della teoria che alla sua intrinseca struttura.

Senza nulla togliere alla profondità del dibattito sui fondamenti, tuttora vivace, risulta francamente difficile pensare che la teoria che per unanime consenso ha prodotto le previsioni più precise mai registrate nella storia della fisica possa essere al tempo stesso la tomba della causalità.



Congresso Solvay del 1911: a destra, seduti, Marie Curie e Henri Poincaré; dietro di loro, tra gli altri, Albert Einstein



La copertina del libro di Pietro Greco *Quanti. La straordinaria storia della meccanica quantistica*, Carocci editore, 2020