

tempo, la cui geometria non è euclidea e la cui curvatura dipende dalla quantità di materia presente;

3. tutti i movimenti gravitazionali hanno luogo lungo i tragitti più brevi (detti le geodetiche) nello spazio-tempo.

La rivoluzione: le nuove idee della fisica quantistica

La nuova fisica quantistica, nei primi decenni del secolo, porta all'attenzione del pensiero scientifico idee rivoluzionarie e fondamentali concezioni come il principio di indeterminazione di Heisenberg (1927), il principio di sovrapposizione degli stati e la misurazione intesa come un processo di interazione fra l'oggetto osservatore e l'oggetto osservato, il cui esito numerico è da interpretarsi in chiave probabilistica¹.

¹ Il principio di indeterminazione di Heisenberg afferma l'impossibilità di misurare con precisione arbitraria tutte le grandezze che definiscono lo stato di una particella. In altre parole, esistono grandezze, come posizione e quantità di moto, fra loro, in un certo senso, "incompatibili": la precisione della misura di una è inversamente proporzionale alla precisione della contemporanea misura dell'altra. È la fine del significato fisico del concetto di punto materiale che aveva caratterizzato tutti i brillanti sviluppi della meccanica razionale fino alla fine del secolo XIX, è la fine del concetto stesso di traiettoria. Si tratta, come è evidente, di un principio dal contenuto negativo, è una impossibilità dichiarata, concettuale: un elettrone è caratterizzato da parametri come la massa o la carica elettrica, ma l'impossibilità di parlare di una sua traiettoria nel senso della meccanica classica lo priva di caratteristiche dinamiche e, perfino, cinematiche.

La misurazione è un processo di interazione fra un oggetto osservatore, appartenente alla fisica classica, ed un oggetto osservato, appartenente alla realtà quantistica. Un sistema costituito solo da enti quantistici non potrebbe dare luogo a nessuna meccanica logicamente chiusa: la descrizione quantitativa del moto di un elettrone, insomma, richiede la presenza di un ente che obbedisca con buona approssimazione alla meccanica classica. La formulazione dei principi della meccanica quantistica, in altre parole, è concettualmente impossibile senza l'intervento della meccanica classica che ne costituisce il limite per grandi energie, grandi masse ecc., ma di cui ha bisogno per potersi fondare (diversamente da come avviene, per esempio, per la teoria della relatività, la quale può essere sviluppata senza fare appello alla fisica newtoniana che ne è il limite per basse velocità e piccole masse). Il processo della misurazione esercita sempre un'azione sull'oggetto quantistico osservato, la quale non può essere resa arbitrariamente piccola: quanto più la misura è precisa, tanto più la sua azione sull'oggetto osservato è grande (ciò richiama il citato principio di Heisenberg, appunto). Poiché le caratteristiche dinamiche di una particella non hanno senso di per sé, ma solo come esito di una misurazione, è chiaro, allora, che, se l'azione esercitata sull'oggetto osservato dalla misurazione potesse essere ridotta indefinitamente, tali