

professore ordinario di logica matematica all'Università di Torino
e visiting professor alla Cornell University di Ithaca (New York)



Il più grande mistero della fisica

La costante di struttura fine, un parametro del modello standard, suscita molti interrogativi tra i fisici teorici

Da un secolo la meccanica quantistica ci impedisce di descrivere il mondo microscopico con le stesse parole che usiamo per il mondo macroscopico, e di rappresentarlo con le stesse immagini. L'ultimo modello comprensibile in termini intuitivi è stato quello planetario dell'atomo, introdotto da Ernest Rutherford nel 1911 e perfezionato da Niels Bohr nel 1913.

In questo modello gli elettroni girano su orbite circolari, disposte attorno al nucleo come binari a distanze prefissate. Come i treni, gli elettroni possono passare da un binario all'altro, ma non sono liberi di muoversi altrove nello spazio circostante. Le loro velocità sono inversamente proporzionali al numero del binario, a partire dal più interno, e direttamente proporzionali al numero dei protoni contenuti nel nucleo.

La teoria dell'atomo di Bohr non determina però il valore della velocità di un elettrone che gira nel primo binario dell'atomo di idrogeno, il cui nucleo ha un solo protone. Da questa velocità si possono ricavare tutte le altre: per esempio, nel secondo binario dell'idrogeno l'elettrone gira a velocità dimezzata, e nel primo binario dell'elio, che ha due protoni nel nucleo, a velocità doppia.

Un limite agli elementi chimici

Nel 1916 Arnold Sommerfeld definì dunque la «costante di struttura fine» α come il rapporto tra la velocità v dell'elettrone nel primo binario dell'atomo di idrogeno, e la velocità della luce nel vuoto c . Cioè, $\alpha = v/c$, e il suo valore misurato sperimentalmente è di circa $1/137,036$.

Dunque, l'elettrone di un atomo di idrogeno gira nell'orbita più interna a circa 2200 chilometri al secondo. E poiché l'aggiunta di ogni protone nel nucleo aumenta di uno il numeratore della frazione, un atomo non può avere più di 137 protoni: altrimenti, la velocità di un elettrone che gira nell'orbita più interna

sarebbe superiore a quella della luce. In particolare, benché finora la tavola periodica di Mendeleev sia già arrivata all'elemento 118, non potrà andare oltre l'eventuale elemento 137, preventivamente battezzato «feynmanio».

Agli inizi l'incertezza sperimentale fece illudere i numerologi della fisica che α fosse esattamente uguale a $1/136$. Arthur Eddington, in particolare, ne dedusse balzantemente che il numero dei protoni dell'universo fosse precisamente 136×2^{256} , noto come numero di Eddington, e pari a circa 10^{79} .

Tra psicanalisi ed esoterismo

In seguito, ancora più balzantemente, Wolfgang Pauli e Carl Gustav Jung trovarono nel più preciso 137 un terreno di incontro tra fisica e psicanalisi. Le loro scorribande esoteriche sono raccontate da Arthur Miller nel libro *L'equazione dell'anima* (2009), e andavano dal fatto che nella gematria [un'antica tecnica cabalistica, N.d.R.] 137 è il numero della parola Kabbalah ($100+2+30+5$ per le consonanti «kblh»), al destino di Pauli di morire nella stanza 137 dell'Ospedale di Zurigo. Sempre in vena necrofila, la α è stata incisa sulla tomba a Cambridge di Julian Schwinger, uno dei padri della elettrodinamica quantistica (QED). La costante di struttura fine misura, tra l'altro, la forza dell'interazione elettromagnetica tra l'elettrone e il protone, ed è uno dei tanti parametri del modello standard che devono essere determinati sperimentalmente.

Così se ne lamenta Richard Feynman, un altro padre della QED, nel suo classico libro *QED. La strana teoria della luce e della materia* (1989): «Questo numero è rimasto un mistero da quando è stato scoperto, più di un secolo fa, e tutti i bravi fisici teorici lo inquadrano, l'appendono al muro e se ne preoccupano. Vorremmo immediatamente sapere da dove viene, ma nessuno lo sa. È uno dei più grandi dannati misteri della fisica: un numero magico donato all'uomo, che non lo sa comprendere».