

I: Buongiorno Professor Dirac.

D: Buongiorno.

I: Siamo molto contenti di averla qui a RadioMoka.

D: (pausa) Dovrei dire qualcosa?

I: Beh, sì, di solito in una conversazione si parla in due.

D: Mi avevate detto che mi avreste intervistato, ma lei ha fatto un'affermazione, non una domanda. Mi successe lo stesso durante una conferenza. Uno del pubblico disse "non capisco l'equazione che ha scritto in alto a destra sulla lavagna". Io ovviamente restai zitto, non era mica una domanda...

I: Lei non è molto loquace, vero?

D: Non mi piace sprecare fiato. In effetti i miei colleghi di Cambridge per prendermi in giro avevano dato il mio nome all'unità di misura della loquacità. Un "dirac" corrispondeva all'emissione di una parola all'ora.

I: Molto divertente. Può raccontarci altri aneddoti.

D: Non capisco bene cosa ci sia di divertente, tutti si stupivano sempre perché non mi dilungavo mai in inutili considerazioni. Per esempio, mi domandarono cosa pensassi del romanzo "delitto e castigo" di Dostoevski, e io risposi «Niente male. Ma in un capitolo l'autore ha fatto uno sbaglio. Ha raccontato che il sole è sorto due volte nello stesso giorno». Non credo che si possa aggiungere altro.

I: Non le piaceva la letteratura?

D: Più che altro non capivo bene a che servisse, soprattutto altro la poesia. Lo scopo della scienza è spiegare cose difficili in maniera semplice, quello della poesia è dire cose semplici in maniera complicata. Sono due finalità completamente differenti.

I: Lei è stato un fisico molto importante. Ci può rapidamente ricordare qualcosa della sua vita?

D: A dire la verità mi sono sempre reputato un ingegnere. Sono nato nel 1902 a Bristol, ma la mia famiglia veniva dalla svizzera francese e infatti il mio nome si pronuncia alla francese. Mi sono laureato in ingegneria elettrica, ma poi ho preso il dottorato in matematica applicata e fisica teorica. Dopo qualche esperienza in giro nel mondo, in particolare in America, alla fine sono diventato professore "lucasiano" di matematica a Cambridge, la stessa cattedra di Newton e di Hawking.

I: Lei ha preso il nobel insieme a Schroedinger per i suoi contributi alla meccanica quantistica, in particolare per l'equazione che prende il suo nome. Ce ne può parlare in termini semplici?

D: Cercherò, anche se non è facile. Partiamo dall'equazione di Schoedinger, che è una equazione che descrive l'andamento temporale della funzione d'onda per una particella quantistica. Ricordo che la funzione d'onda è una funzione "scalare", ovvero con una sola componente. È una funzione complessa, nel senso dei numeri complessi, il cui modulo quadrato dà la probabilità di trovare la particella in una certa posizione ad un certo tempo.

L'equazione di Schroedinger è un'equazione che lega la variazione temporale della funzione, ovvero la sua derivata temporale, alla diffusione spaziale della funzione stessa, tenuta insieme dal potenziale. Ovvero, se si comincia al tempo zero sapendo che un elettrone, per esempio, è di sicuro in una certa posizione, l'equazione di Schroedinger ci dice che via via che passa il tempo la probabilità di trovare l'elettrone si sparpaglia, andando verso il minimo del potenziale, ma anche oscillando e facendo interferenza con sé stessa a causa del fatto che usa numeri complessi.

I: E cosa c'è di sbagliato in questa visione?





D: Il fatto che l'equazione di Schroedinger non è relativistica, quindi dà risultati sbagliati quando le particelle si muovono molto velocemente.

I: E allora cosa dobbiamo fare?

D: L'equazione di Schroedinger si può ottenere in maniera formale dall'equazione dell'energia non relativistica.

I: Sì, infatti uno si ricorda com'è fatta l'equazione dicendo che la derivata temporale della funzione d'onda è uguale, a parte qualche costante e il fattore immaginario i , al prodotto dell'operatore energia con la funzione stessa, e l'operatore si ottiene dall'espressione standard dell'energia rimpiazzando la velocità con la derivata spaziale.

D: Bene, che succede se prendiamo adesso l'espressione relativistica dell'energia, che, ricordo, dice che l'energia è data dalla radice quadrata della somma del quadrato della velocità più la massa a riposo?

I: Uhm... Non si può fare la sostituzione diretta! Non sappiamo cosa vuol dire la radice quadrata di una derivata!

D: Giusto! Una possibilità era quella di elevare al quadrato i due membri, con il che si ottiene un'equazione del secondo ordine temporale, detta equazione di Klein-Gordon. Ma così facendo vengono fuori anche delle soluzioni ad energia negativa, cosa comune con la mia equazione, una difficoltà che però come vedremo si può superare, ma anche delle probabilità negative che non si sapeva come interpretare.

I: E allora lei che fece?

D: Usai una funzione "vettoriale", con quattro componenti, perché la relatività ci dice che dobbiamo lavorare nello "spazio-tempo", con tre dimensioni spaziali e una temporale. In questa maniera si ottiene una equazione i cui coefficienti non sono numeri ma matrici, che però si possono scegliere in maniera da avere formalmente l'espressione relativistica dell'energia.

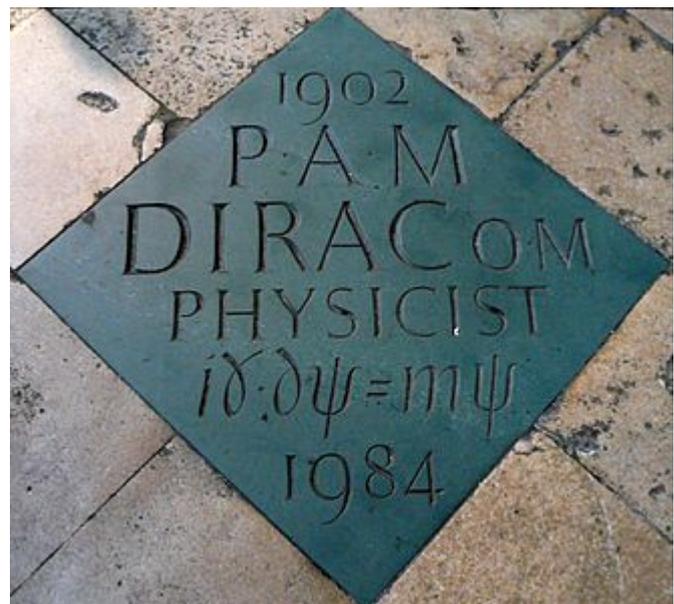
I: E così si aveva una probabilità positiva?

D: Sì, il modulo quadrato della mia "funzione" a quattro componenti è sempre positivo.

I: Ma ha detto che si avevano anche energie negative...

D: Sì, ma risolsi questo problema in maniera molto elegante. Supposi che tutti i livelli ad energie negative fossero già occupati, con il che la prima energia disponibile è positiva. Ricordiamo infatti che gli elettroni, come tutte le particelle a spin non intero, devono obbedire al principio di Pauli, ovvero un dato livello non può venir occupato da più di una particella. Questa mia interpretazione, detta "mare di Dirac" porta a una interessante conseguenza.

I: Quale?



D: Se dà un po' di energia a un elettrone che sta in un livello appena negativo, questo può saltare in un livello positivo, lasciando un "buco". Dato che è un buco in un livello ad energia negativa appare come una particella a energia positiva.

I: E che particella è?

D: Facendo i calcoli si vede che appare come una particella con la stessa massa dell'elettrone, ma carica positiva. Inoltre quando un elettrone incontra un "buco", ci cade dentro e scompare, il che è equivalente a dire che le due particelle si annichilano emettendo fotoni.

I: Ma allora il suo buco è il positrone!

D: Esatto, avevo previsto l'esistenza dell'anti-particelle dell'elettrone. Per un po' pensai che sarebbe potuta essere il protone, ma le masse non tornavano per nulla. Poi nel 1932 Anderson scoprì il positrone, che era già stato osservato senza rendersene conto da Irene Curie e suo marito Frederic Joliot.

I: E si continua ad usare il suo concetto di "mare di Dirac"?

D: No, si preferisce pensare al positrone come una vera particella, simmetrica rispetto all'elettrone. In effetti si può riformulare la mia equazione in termini di operatori che "creano" o "distruggono", matematicamente, elettroni e positroni.

I: Quale è stato il principio che ha seguito nella sua esperienza come ricercatore?

D: La bellezza. Ho sempre detto che "una teoria che includa la bellezza matematica ha più probabilità di essere giusta e corretta rispetto ad una teoria sgradevole, pur confermata dai dati sperimentali". Ovviamente mi riferivo agli sviluppi dell'elettrodinamica quantistica, con tutti quegli infiniti curati a colpi di accetta.

I: Un criterio indubbiamente elegante. La ringraziamo di aver partecipato a RadioMoka.

D: Anche questa è un'affermazione, non una domanda. Comunque saluto volentieri voi e tutti gli ascoltatori. Arrivederci.

I: Arrivederci.