

PAR . 7.2 SCORCIATOIA

Avendo esplorato a sufficienza il territorio , si può trovare una scorciatoia

Il tema ricorrente di quanto scritto in tutti i capitoli precedenti è quello attribuire una struttura alle particelle elementari , in particolare all' elettrone . I primi due capitoli sono stati particolarmente dedicati a questo scopo , altri capitoli hanno usufruito od hanno corroborato ad esso . Prima di indicare una "scorciatoia" che rende conto , anche se non in maniera esaustiva , ma più che indicativa della sostenibilità del concetto di struttura di elettrone , voglio ripercorrere brevemente e criticamente alcuni punti che non hanno permesso in passato di addivenire ad un chiarimento effettivo su tale concetto . Alcuni di tali punti , di cui è già stata fatta menzione saranno solo indicati , è il caso dei tentativi falliti di elaborare una composizione dell' elettrone in termini più elementari riportata in "The Feynman Lectures on Physics" , su cui non mi soffermo ulteriormente . Ovviamente tale concetto essendo "realista" è in netta contrapposizione con l'interpretazione di Copenaghen della M.Q. , per cui alcuni dei punti in essere saranno ad essa relativi .

Una prima interpretazione realista del significato della funzione d' onda da parte dello stesso Schrodinger, fu troppo "ingenua" per essere accettata dai suoi colleghi e quindi si aprì la strada ad una interpretazione probabilistica in senso intrinseco . Un destino analogo venne riservato a due giovani fisici (G. E. Uhlenbeck e S. A. Goudsmit) che ebbero l'ardire di proporre , dopo R. Kronig , lo spin come effettivo momento angolare . Tale ipotesi venne stroncata dal Pauli che ipotizzando ingenuamente l' elettrone come un rotore "rigido" affermava che la velocità necessaria a produrre il momento angolare di spin avrebbe dovuto essere superiore a quella della luce , inficiando in tal maniera la R.R. Si intravede come una errata considerazione della struttura dell' elettrone abbia portato ad uno di quei concetti "irrealistici" della Copenaghen : lo spin come momento angolare "intrinseco" . Che cosa vuol dire ? Non basta un' etichetta per dare una spiegazione . La spiegazione se viene tentata solo per vie formali , di per sé più che lecite , risulta in un algoritmo per risolvere problemi che è ben altro di una spiegazione fisica .

Pauli prima e Dirac successivamente affrontarono il problema dello spin .

Dirac partendo da un approccio relativista e dall' equazione di Klein-Gordon cerco' una soluzione approssimata e lineare , che evitasse il paradosso di ottenere densita' di probabilita' negative .

Considerando una sorta di radice quadrata della Klein-Gordon, cerco' di ricostruire , su questa forma , un' equazione che gli consentirà poi di scrivere densità di probabilita sempre positive .

È interessante porre l' attenzione sulla forma suddetta , tutta la trattazione successiva si trova in innumerevoli testi .

La forma è del tipo :

$$1.7.2) \quad E = \alpha_i p_i + m \beta = \alpha_x p_x + \alpha_y p_y + \alpha_z p_z + m \beta$$

Con $E \approx$ energia dell ' elettrone , $m =$ massa dello stesso e $p_i =$ quantità di moto lungo i tre assi cartesiani .

Rimangono "parametri" incogniti : $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z, \beta$ da determinare .

Dirac si accorse subito che la 1.7.2 non era risolvibile presupponendo i parametri incogniti come numeri reali .

Da geniale matematico , qual' era , cercò la soluzione in campo tensoriale dove i parametri rappresentavano matrici e non numeri : le matrici di Dirac (che qui non riporto) .

Il problema è che così facendo Dirac non risolse la 1.7.2 , ma un' altra equazione che non aveva più gli stessi presupposti fisici di quella originaria :

$$1.7.3) \quad E = |\alpha_i| p_i + m |\beta| \quad \text{in particolare :} \quad m |\beta| = \begin{pmatrix} m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -m & 0 \\ 0 & m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -m \end{pmatrix}$$

Dove : $|\alpha_i|$ e $|\beta|$ sono matrici e : $|\alpha_i| \cdot p_i$ non sono più componenti scalari come anche $m |\beta|$.

In particolare $|\beta|$ rappresenta la trasformazione di parità sul termine di massa , cioè la trasformazione di tutte le coordinate spaziali relative in senso simmetrico . Simmetria che non ha senso spaziale e quindi anche fisico se riferita ad una entità puntuale . Una simmetria spaziale ha bisogno di due o più punti per essere definita .

Un'altra tipologia di concezione fu quella di L. de Broglie , che ebbe il grande pregio di unire l'approccio particellare con quello ondulatorio . Nonostante la composizione in pacchetti gaussiani , non vengono spiegate ne' la permanenza temporale dell'elettrone non interagente , ne' la carica elettrica che lo identifica .

Heisenberg fu il primo che considerò la M.Q. in termini di sistemi quantistici . La sua meccanica delle matrici implica il considerare un sistema quantistico come caratterizzato essenzialmente da grandezze definite solo come distribuzioni di probabilità . Ineccepibile da un punto di vista matematico , non sufficiente da un punto di vista fisico . Il problema del congresso di Solvay del 1926 , dove venne sancita l' interpretazione di Copenaghen della M.Q. , è stato che vi erano troppi matematici travestiti da fisici .

Il punto fondamentale è quello di considerare un elettrone come un sistema fisico . Da questa ed altre assunzioni è possibile delineare una scorciatoia che identifichi il tipo di struttura e le caratteristiche relative .

Procedo per gradi illustrando alcuni assunti necessari ma evidenti e le relative implicazioni :

- L' elettrone risulta permanente se non interagisce con modalità particolari .
- L' elettrone è un sistema fisico che essendo permanente presenta una caratteristica di stazionarietà .
- La condizione di stazionarietà e il risultato di azioni contrapposte che trovano una regione di equilibrio dinamico .
- La presenza di carica elettrica e di momento angolare specifici dell' elettrone , portano a considerare le azioni contrapposte come dovute a queste due caratteristiche .
- Una formalizzazione delle azioni contrapposte e della stazionarietà citate può essere ottenuta applicando il teorema del viriale che è sintetizzato nella formula seguente :

3.7.2) $\sum T(p) = U(p)$ relazione che vale in condizioni stazionarie di un sistema .

Dove T è l' energia cinetica e U è l' energia potenziale del sistema .

Scrivo, in maniera del tutto generale, l'espressione dell'energia del campo elettrostatico, senza formulare nessuna assunzione aggiuntiva:

$$4.7.2) \quad U = e^2 / 4\pi\epsilon_0 r$$

Scrivo, in maniera del tutto generale, l'espressione dell'energia cinetica, senza formulare nessuna assunzione aggiuntiva:

$$5.7.2) \quad T = \frac{1}{2} m v^2 = p^2 / 2m$$

Considero l'elettrone un sistema quantistico, per cui applico: $p = \hbar / \lambda$ e $r = d \cdot \lambda$ ottenendo:

$$6.7.2) \quad T = p^2 / 2m = \hbar^2 / 2m \lambda^2 = \hbar^2 d^2 / 2m r^2$$

Riscrivo la 3.7.2 come:

$$7.7.2) \quad 2T - U = \frac{\hbar^2 d^2}{m r^2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = 0$$

Nota che:

$$8.7.2) \quad V_{\text{eff}} = \frac{2\hbar^2 d^2}{m r^2} - \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0 r} = 4T - 2U$$

Per cui:

$$9.7.2) \frac{1}{2} V_{eff} = 2T - \bar{V}$$

La 9.7.2 si annulla per una data coordinata che indica il punto di stazionarietà .

Quindi da una semplice applicazione del teorema del viriale , applicato ad un sistema stazionario (in questo caso elettrone) si ottiene il potenziale efficace di quel sistema che è la base per descriverne , sinteticamente , la struttura ed il comportamento , analogamente a quanto esposto in maniera più dettagliata ed articolata su più livelli al CAP . 2 .

Ogni livello sia nella zona cariche che nella zona masse è pienamente caratterizzato da equazioni simili alla 9.7.2

Procedure analoghe possono essere usate per identificare sistemi a vari livelli ed a descrivere un primo modello in base alla loro stazionarietà . Questo può essere un fondamento per una teoria generale di ogni cosa fisica (T.O.E.)

Un' ultima osservazione : ritornando ad Heisenberg , ed alla interpretazione di Copenaghen in genere , il sostituire distribuzioni di probabilità a grandezze deterministiche permette di accettare la possibilità d' informazioni aggiuntive , vincolate da opportune condizioni , utili a superarne la carenza nella descrizione dei fenomeni quantistici .

Si tratta di una procedura generalmente usata nel caso di descrizione di un fenomeno di cui non si conosce il modello fisico di riferimento o tale modello è parziale . Si imposta una descrizione formale generica con un certo numero di parametri incogniti (che possono anche essere inseriti sotto forma di intervalli o di distribuzioni di probabilità) , quindi attraverso l' imposizione di vincoli dovuti a relazioni note ed a risultati sperimentali si costruisce la descrizione formale completa , che funziona anche in assenza di un modello fisico esplicito e quindi senza una spiegazione esplicita di quanto avviene .

Per tale motivo si è più volte posto l' accento sulla necessità , peraltro sempre negata , d' introdurre variabili nascoste .

In alternativa al cercare informazioni aggiuntive attraverso distribuzioni di probabilità è possibile ottenere lo stesso scopo considerando distribuzioni di struttura . Ovviamente , come primo passo , bisogna accettare che esista un sistema fisico e che quest' ultimo possieda una qualche forma di struttura .

In questo caso si ottiene , oltre che un modello formale , anche un modello fisico che aiuta la comprensione , ed in questo caso , supera alcuni punti critici citati precedentemente .