



di Edoardo Boncinelli
Università Vita-Salute San Raffaele, Milano

Una derivazione per Pauli

Il principio di esclusione di Pauli può essere derivato da principi ancora più generali

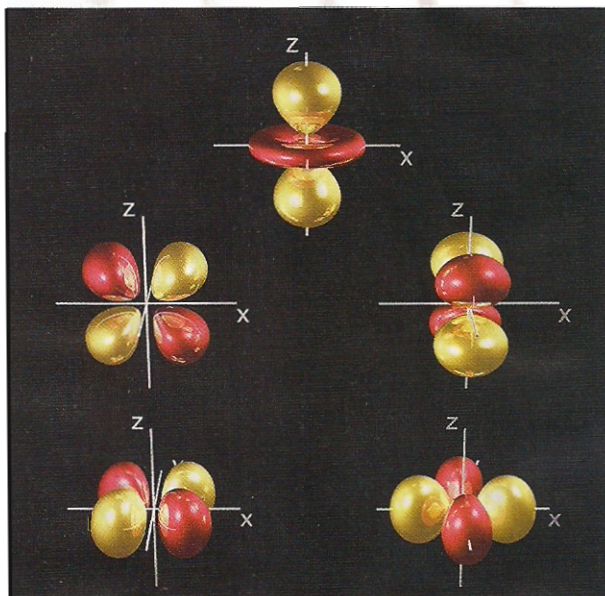
Il fondamentale principio di esclusione di Pauli può essere a sua volta derivato da una teoria fisica di validità generale oppure deve essere assunto come tale, senza sapere bene perché? È la domanda che si sono posti Enrico Santamato e Francesco De Martini in un recentissimo articolo pubblicato su «Foundations of Physics» (Vol. 45, n. 7, pp 858-873) e la risposta sembra essere affermativa.

Consistenza e composizione chimica delle cose del mondo sono dovute alle leggi della meccanica quantistica, che valgono per tutto, compreso il mondo degli atomi e delle particelle subatomiche, più il principio di Pauli. Quest'ultimo riguarda innanzitutto gli elettroni che si trovano attorno al nucleo dell'atomo e afferma che sullo stesso livello energetico non ci possono stare più di due elettroni, che abbiano tra l'altro spin opposti, uno su e uno giù. Se c'è un terzo elettrone, questo si deve trovare un altro livello energetico da occupare e non può stare su quello dei primi due: ne è escluso. Per questo il principio di Pauli prende anche il nome di principio di esclusione. In parole povere gli elettroni di un dato atomo non possono stare tutti sullo stesso livello energetico, ma si devono distribuire obbligatoriamente su livelli diversi. Questo è il motivo per cui esistono in natura decine di tipi di atomi diversi e perché questi si vanno a collocare nelle diverse caselle previste dal cosiddetto sistema periodico degli elementi.

Il principio non vale solo per gli elettroni, ma per tutte le particelle elementari, mentre non vale per le entità subatomiche che veicolano le forze che le legano l'una all'altra, come i fotoni o i gluoni. Tutte le entità della meccanica quantistica possono obbedire oppure non obbedire al principio di Pauli. Quelle che gli obbediscono sono dette fermioni, mentre quelle che non rispettano tale principio sono dette bosoni. Di bosoni, infatti, se ne possono avere quanti si vuole nelle stesse condizioni fisiche. Il principio di esclusione, originariamente postulato da Wolfgang Pauli per spiegare la struttura degli atomi, si è dimostrato negli anni un criterio di portata eccezionale. Appare quindi assai spiacevole che debba essere invocato *ad hoc*, e non possa essere derivato da principi di

validità ancora più generale. Un numero enorme di tentativi sono stati fatti per rimediare a questa anomalia della teoria quantistica, la più potente teoria fisica che possediamo. Il lavoro teorico di cui sto parlando potrebbe finalmente aver messo fine a quest'affannosa ricerca.

Ma quali sono i principi di validità più generale dai quali derivare teoricamente la necessità di un principio di esclusione? Come è noto, il cosiddetto modello standard che spiega così bene il comportamento di quasi tutte le entità fisiche, incluso il bosone di Higgs, presenta un problema di fondo: non include la forza di gravità e non attempera sempre alle prescrizioni della relatività generale. I fisici di tutto il mondo si sono impegnati negli ultimi decenni per risolvere questa difficoltà, realizzando una fusione ragionevole e accettabile fra meccanica quantistica e relatività generale, che riguardi quindi anche gli eventi gravitazionali, per altro caratteristici dell'intera compagine cosmica. Tra le teorie avanzate per raggiungere tale scopo c'è anche la cosiddetta geometrodinamica quantistica con le sue diverse varianti. Una di queste è la geometrodinamica quantistica conforme, invariante per una particolare trasformazione spazio-temporale conforme, che conserva cioè gli angoli e magari non le lunghezze, originariamente proposta dal grande matematico, filosofo e fisico tedesco Hermann Weyl.



Applicazione. Orbitali atomici chiamati 3d, in base al principio di Pauli in ciascuno di essi possono trovarsi al massimo due elettroni.

Partendo da questa particolare costruzione teorica che essi stessi hanno contribuito a edificare, i nostri autori derivano, come abbiamo detto in precedenza, direttamente il principio di esclusione di Pauli per un certo tipo di particelle. Questo è importantissimo di per sé, come ho abbondantemente illustrato, come pure per l'attendibilità stessa della teoria in questione. C'è ancora tanto da fare nella fisica fondamentale, ma l'attuale ricchezza di speculazioni teoriche e di risultati sperimentali fa ben sperare per la risoluzione di sempre nuove questioni e inconsistenze.

E pensare che il nostro cervello non era certo fatto per tutto questo, e fa anche moltissima fatica a seguire il filo di questo tipo di discorsi!