

[as]

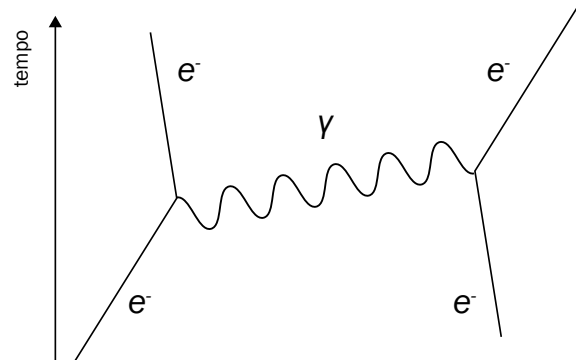
Lo scambio

Nel modello standard l'interazione tra le particelle avviene attraverso i cosiddetti "mediatori", che sono particelle elementari che hanno il compito di portare l'interazione. Solo le particelle che hanno le caratteristiche giuste possono essere collegate tra di loro: il fotone media tra particelle che hanno carica elettrica diversa da zero, mentre il gluone (mediatore dell'interazione forte) lo fa con le particelle dotate di un altro tipo di carica, chiamato "colore" (posseduto solo dai quark e dai gluoni stessi), e i bosoni W e Z lo fanno nell'ambito dell'interazione debole.

Il ruolo del mediatore può essere meglio compreso usando il seguente esempio: immaginiamo di avere due pattinatori. Sono lontani fra loro e l'unico modo che hanno per comunicare e per interagire è quello di scambiarsi un oggetto, ad esempio una scatola (vd. fig. a). Quando uno dei due pattinatori lancia o riceve la scatola, cambia il proprio stato di moto, cioè la sua quantità di moto. Più la scatola viene lanciata energicamente e maggiore sarà l'intensità di questo cambiamento. Questo esempio meccanico macroscopico prevede solo la repulsione, viceversa le particelle hanno interazioni più varie. Due elettroni, per esempio, interagiscono in questa maniera. Si scambiano un fotone e ciò comporta un cambiamento delle loro quantità di moto. Questo meccanismo può essere visualizzato in modo efficace con i diagrammi di Feynman. Le particelle sono indicate da linee, che rappresentano le quantità di moto, e l'interazione elettromagnetica viene vista come l'emissione di un fotone in un punto e il successivo assorbimento dello stesso in un altro punto. Come conseguenza di questa emissione/assorbimento le due particelle cambiano il loro stato di moto, che corrisponde al cambio di pendenza della linea che descrive la particella stessa. Questa rappresentazione dei diagrammi di Feynman nello spazio-tempo in realtà non è corretta: essi sono usati per rappresentare regole di calcolo complicate, che coinvolgono sia la quantità di moto che l'energia, ma è utile per capire il ruolo del mediatore.

Nei diagrammi ciascun vertice viene pesato con un coefficiente detto "costante di accoppiamento". Questi coefficienti sono caratteristici del tipo di interazione e regolano la probabilità che due particelle possano interagire. Più l'interazione è probabile, più grande è la costante di accoppiamento associata ad essa. Le interazioni che hanno costanti di accoppiamento grandi determinano fenomeni molto frequenti, mentre costanti piccole sono caratteristiche di fenomeni rari. Tra questi ultimi possiamo menzionare il caso delle interazioni deboli, in cui i mediatori sono costituiti dai bosoni W e Z e descrivono, per esempio, una parte dei processi di decadimento nucleare chiamati "decadimenti beta con emissione di elettroni e neutrini".

[Daniele del Re]



a.
Diagramma di Feynman di un'interazione elettromagnetica tra due elettroni e confronto qualitativo del ruolo del mediatore della forza (fotone, indicato con γ) con il caso di una scatola scambiata tra due pattinatori.