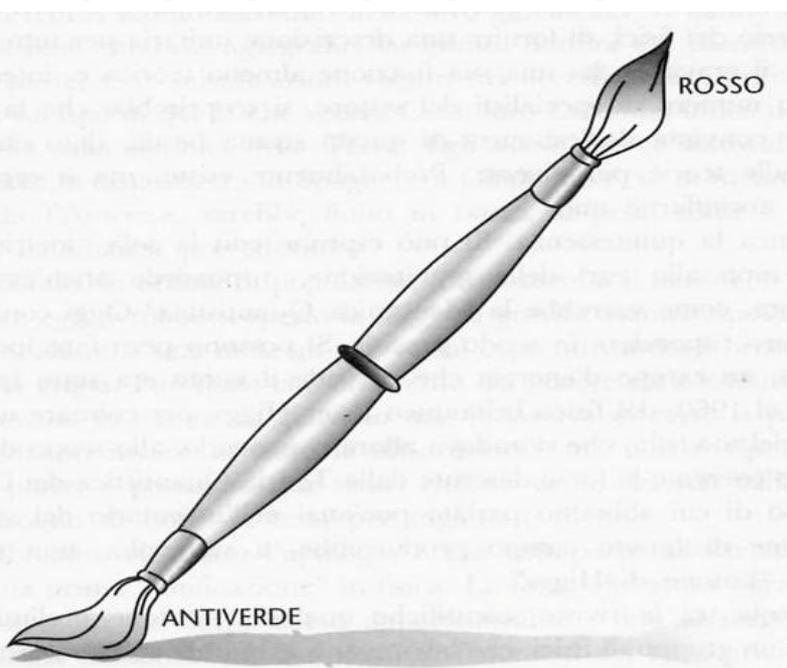


Le particelle elementari II (22/11/06)

Avendo fatto conoscenza coi quark, il passo successivo richiede di parlare dei gluoni (da “glue” colla) che sono i mediatori dell’interazione di colore. Infatti, ogni forza di natura è “trasportata” da una particella. Conosciamo già il fotone come mediatore della forza elettromagnetica, e ricordiamo come questa si trasmetta tra due particelle dotate di carica elettrica per mezzo dell’emissione e dell’assorbimento di un fotone virtuale (diagrammi di Feynman). Sappiamo che anche l’interazione debole si trasmette per mezzo delle particelle W^+ , W^- e Z^0 . Per quanto riguarda la gravità le teorie quantistiche prevedono che si trasmetta per mezzo di gravitoni (anche se non è ancora possibile osservarli per problemi tecnologici enormi). E abbiamo anche imparato che, se le particelle mediatrici non hanno massa (gravitone e fotone) il campo si estende all’infinito pur diminuendo d’intensità come $1/R^2$. Se invece le particelle (come nel caso dell’interazione debole) hanno massa, i mediatori virtuali non possono percorrere molta distanza prima di svanire, e dunque la forza si esercita solo nelle immediate vicinanze, e svanisce a distanze maggiori. Siccome, finora, abbiamo sempre sentito dire che le forze di colore si esercitano solo all’interno dei protoni e neutroni, e al massimo per una piccolissima distanza esterna, ma sempre dentro il nucleo atomico, ci viene spontaneo pensare che i gluoni abbiano massa. Invece no, sono particelle senza massa, e i fisici hanno impiegato almeno vent’anni per capire come mai, essendo i mediatori della forza di colore privi di massa, questa non si estenda fino all’infinito. Ma abbiamo già intravisto che la forza di colore, essendo estremamente “forte”, possiede caratteristiche che la rendono profondamente diversa dalle altre.

Proviamo allora a costruire un modello del gluone a forza di aggiungergli caratteristiche. Non ci conviene partire dall’analogia col fotone, perché il fotone è, per noi, un’onda elettromagnetica, e quindi ce ne viene in mente una descrizione “a onde” anche nel momento in cui si comporta piuttosto come particella (virtuale, per di più). Partiamo dallo spin: il gluone ha $spin=1$ (come il fotone). Dunque, “ruota” su sé stesso in senso lato, anche se non ha massa. Ma la sua caratteristica più appariscente è che esso porta non una, ma ben due cariche di colore diverse. Cerchiamo di capire questo concetto in base alla descrizione quantistica della forza di colore. Come fanno due quark di colore diverso a “sentire” la forza attrattiva? Per mezzo dello scambio di un gluone virtuale. Ma attenzione; abbiamo detto che uno stesso tipo di quark (per esempio il quark “su”) può avere uno di tre colori diversi: R, G e B.



Però, non è che esistano tre diversi quark “su”; ne esiste un tipo solo, e può cambiare di colore. Allora, ci dev’essere qualcosa che scambia i colori tra quark, e questo qualcosa è proprio il gluone. Immaginiamo dunque un quark “su” rosso che emette un gluone che si porta via la carica rossa. Il quark resterà senza carica? Non può. Allora, lo stesso gluone che si porta via il rosso deve lasciare un altro colore al quark “su”; per esempio il verde. Come fa? Semplicissimo: non solo si porta via il colore rosso, ma anche il colore “antiverde”. E che succede se togliamo, l’antiverde al bianco? Che resta verde. Dunque, se da un quark rosso parte un gluone “rosso + antiverde”, il quark si trasforma da rosso a verde. E il gluone va poi a morire su un altro quark verde, trasformandolo a sua volta in rosso. Infatti, verde e antiverde si annullano a vicenda, e il rosso rimane.

Mi sa che per oggi è meglio finire a questo punto.