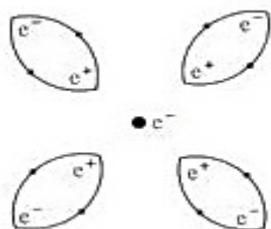


Le particelle elementari IV (13/12/06)

Abbiamo visto che esistono otto tipi di gluone, ciascuno dei quali portatore di una coppia di cariche colore/anticolore. Adesso, iniziamo il filo del ragionamento che ci porterà a capire come mai i quark, visti abbastanza “da vicino”, sembrano quasi essere scarichi, nel senso che la forza di attrazione tra due quark di colori diversi tende a zero col tendere a zero della distanza.

Ricordiamo anzitutto come, nel caso di un elettrone, la “carica” sembri crescere all’infinito via via che ci si avvicina all’elettrone stesso. Questo dipende dal fatto che, attorno all’elettrone “reale”, si formano infinite coppie “elettrone + positrone virtuali”, che esercitano uno schermo elettrico. Infatti, in media, i positroni virtuali saranno più vicini all’elettrone reale, e gli elettroni virtuali più lontani.



Dunque, se ci muoviamo dall’esterno verso l’elettrone reale, siccome in ogni successivo “cerchio” di elettroni/positroni ci lasciamo indietro per ultima una carica positiva, l’effetto delle polarizzazioni è tale per cui, a ogni “cerchio” lasciato alle spalle, quello che resta all’interno ci sembra più “negativo”. In effetti, la carica dell’elettrone diventa sempre più intensa e, a distanza zero, tende all’infinito. Sono le infinite coppie elettrone/positrone virtuali che, guardando da lontano, schermano l’elettrone reale in modo che se ne misuri una carica finita.

Notiamo bene che non solo questo effetto richiede la presenza delle particelle virtuali, ma che l’aumento di carica dell’elettrone si misura perfettamente negli acceleratori, esattamente come previsto dalla teoria.

Succederà qualcosa di analogo coi quark? Sì, certamente. Supponiamo di avere un quark rosso isolato. Nei suoi dintorni si creeranno nuvole di quark/antiquark virtuali, e di gluoni virtuali. Ma la differenza col caso dell’elettrone è enorme. Infatti, le cariche elettriche possono essere solo di due segni, e ciascuna è l’anticarica dell’altra. Per la forza di colore, invece, ci sono tre colori e tre anticolori, e ciascun colore si attira con tutti e cinque gli altri, respingendosi solo con sé stesso. La cosa è ulteriormente complicata dal fatto che i gluoni sono anch’essi portatori di colore. Se attorno al quark rosso si materializza una coppia quark/antiquark o, semplicemente, un gluone virtuale (che è l’antiparticella di sé stesso), le combinazioni “attrattive” superano quelle “repulsive”. Dunque, se ci avviciniamo sempre di più al quark reale centrale, le combinazioni “non rosse” prevarranno su quelle “rosse”. Succederà il contrario che per l’elettrone: attorno al “rosso” reale, troveremo tanti “verde” virtuale e “blu” virtuale” che, in media, la zona ci apparirà “bianca”, ossia priva di colore. Questo vuol dire che, da molto vicino, ogni quark reale è schermato da una nube che, se guardata da “fuori”, ha il colore del quark, dal momento che, in media, tutto ciò che è “rosso” tenderà a orientarsi verso l’esterno. Ma, via via che uno attraversa la nube in direzione del centro, le particelle virtuali colorate si addensano tanto che, mediamente, la nube tenderà a diventare “bianca”. Se perciò un altro quark reale si avvicina, finché è fuori della nube vede il colore del quark centrale e ne è attratto o respinto. Se, però, penetra nella nube e si avvicina molto, si trova in una zona mediamente “bianca” o “scarica”, e la forza che lo attira o lo respinge all’altro quark s’indebolisce. Questo fenomeno si chiama: “Libertà asintotica”. La forza che attrae i quark di colore diverso è enorme quando essi sono distanti (per esempio, non riescono ad allontanarsi, in media, oltre una distanza pari al raggio di un protone). Quando invece sono vicinissimi, si passano uno accanto all’altro senza neppure accorgersi della reciproca esistenza. Anche questo fenomeno è ben osservato negli acceleratori, pur se la sua spiegazione quantitativa ha dovuto attendere molto tempo.

Ovviamente, si tratta di un modello intuitivo più che semplificato; limitandosi a parlare non è possibile dimostrare che la forza, a distanza nulla dal quark, debba diventare esattamente zero, come pure non si può spiegare con parole perché, da una certa distanza in poi, la forza tenda a diventare costante, e indipendente da un ulteriore allontanamento. Purtroppo, noi abbiamo sempre in mente l’analogia con la carica elettrica, e questo è del tutto fuorviante quando:

- ci sono tre, e non due, tipi di cariche, e altrettante anticariche
- il “portatore di forza” (ossia il gluone) non è “scarico” come il fotone, ma porta addirittura due cariche.