

[as]

La forza del gruppo.

La fisica fondamentale abbonda di “simmetrie” dai nomi strani: U(1), SU(2), SU(3), ecc. Di che cosa si tratta? Cominciamo con il dire che una *simmetria* è una proprietà di invarianza delle leggi di natura rispetto a certe trasformazioni, che possono essere *spaziotemporali* (rotazioni, cambiamenti del sistema di riferimento, ecc.) o *interne* (cambiamenti di certe proprietà intrinseche delle particelle, come p. es. la carica elettrica, il colore, il sapore ecc.). Dal punto di vista matematico, un insieme di trasformazioni di simmetria ha la struttura di un *gruppo*, e le sigle che abbiamo citato indicano per l'appunto dei *gruppi di simmetria*. Per illustrare il concetto di gruppo di trasformazioni, consideriamo due rotazioni nel piano. Se effettuiamo di seguito prima l'una e poi l'altra, il risultato finale sarà equivalente a quello di una terza rotazione: in altri termini, componendo due rotazioni si ottiene ancora una rotazione. Questa proprietà dell'insieme delle rotazioni è chiamata *chiusura*. Ad esempio, se componiamo

una rotazione di 30° con una rotazione di 60° , otteniamo una rotazione di $(30^\circ + 60^\circ) = 90^\circ$ (vd. fig. a e b). Ogni rotazione, poi, ammette una rotazione *inversa*, cioè una rotazione che, per così dire, riporta le cose al punto di partenza, annullando l'effetto della prima. Data una rotazione in senso orario di 45° , la rotazione inversa sarà una rotazione in senso antiorario di 45° (vd. fig. c). Effettuare prima l'una e poi l'altra equivale a non effettuare alcuna rotazione o, come si dice, a effettuare una rotazione *identica*. L'*identità* è una trasformazione particolare, che non trasforma nulla (cioè lascia tutto com'è). Questo discorso può essere esteso a qualunque tipo di trasformazione. Se le trasformazioni di un sistema godono delle proprietà che abbiamo illustrato – chiusura, esistenza dell'identità ed esistenza dell'inverso – si dice che quelle trasformazioni formano un *gruppo*. Tutte le trasformazioni di simmetria della fisica formano dei gruppi. In particolare, le simmetrie interne sono associate in genere a gruppi che in gergo matematico

sono chiamati “unitari” o “speciali unitari” e indicati con le lettere U e SU seguite da un numero in parentesi, che è legato al numero di parametri necessari a descrivere le trasformazioni del gruppo. La simmetria di Gell-Mann, per esempio, è di tipo SU(3) ed è chiamata anche *simmetria di sapore*, perché è una simmetria approssimata delle interazioni forti rispetto al cambiamento del *sapore* (cioè del tipo) dei quark leggeri: up, down o strange. Le simmetrie unitarie più importanti sono le *simmetrie di gauge* (vd. Asimmetrie n. 11 p. 4), quelle alla base delle teorie fondamentali delle forze. La forza elettromagnetica è basata su una simmetria di gauge di tipo U(1), legata alla carica elettrica, la forza debole su una simmetria di gauge SU(2), che è rotta spontaneamente dal meccanismo di Higgs. La forza forte possiede una simmetria di gauge esatta, matematicamente di tipo SU(3) come la simmetria di Gell-Mann, ma legata alla carica di colore dei quark e perciò detta *simmetria di colore*. [Vincenzo Barone]

