

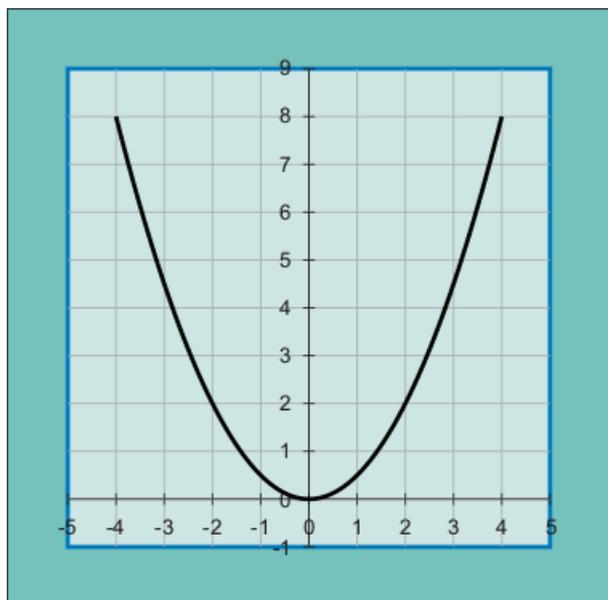
22/03/2013 – I campi di tipo “Higgs” 1

Oggi cominciamo a confrontarci con un aspetto sempre meno intuitivo della frontiera del **MS**. Un aspetto che, comunque, la scoperta del bosone di Higgs ha dimostrato essere *realtà*, e non soltanto un’ipotesi fisico – matematica, come era ancora lecito ritenere fino a un anno fa circa. Oggi sappiamo che tutto l’universo è permeato da un campo dalle caratteristiche molto strane e, a questo punto, nulla esclude che, di campi del genere, ce ne siano altri. In questo senso, dunque, la scoperta del bosone ha aperto una cornucopia dalla quale può uscire un po’ di tutto, e vedremo le prossime volte un esempio importantissimo di campo di tipo Higgs.

Premetto che, con ogni probabilità, questa definizione è provvisoria. In effetti, sono molti i fisici che hanno lavorato – assieme a Higgs stesso, ovviamente – alla fisica di questo tipo di campi, e come per il bosone, anche per i campi si cercherà una definizione più scientifica e meno “personale”.

Dalle scuole secondarie, il concetto di *campo* ci è ragionevolmente familiare. A parte quello gravitazionale, conosciamo, per esempio, il *campo elettrico*. La luce, secondo le equazioni di Maxwell, è l’intreccio di due campi, uno elettrico e uno magnetico, che oscillano, nutrendosi l’uno della variazione dell’altro, in direzione perpendicolare alla direzione di propagazione della luce stessa.

Se rappresentiamo in un grafico l’energia immagazzinata nel campo in funzione dell’intensità del campo stesso (solo quello elettrico, per semplicità) troviamo una parabola,

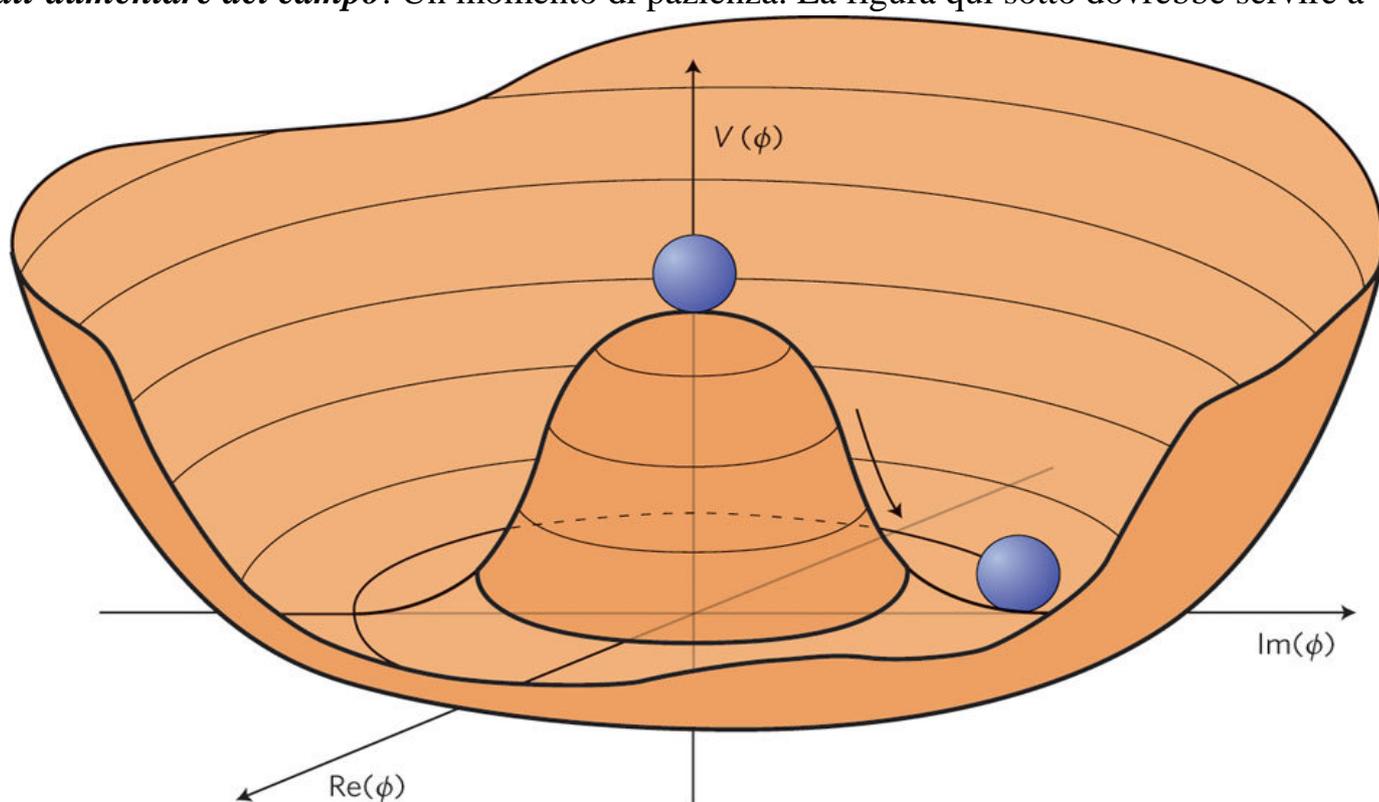


come nella figura accanto. Al crescere del campo (ascisse) l’energia aumenta col quadrato del campo (ordinate) e, di conseguenza, la configurazione di energia minima corrisponde anche a *campo* = 0. Notate che l’asse delle energie può essere spostato in alto o in basso come ci pare, perché l’energia è sempre definita a meno di una costante, *ma non a destra o a sinistra!* Questa è una specificità che va ricordata: pure spostando in verticale il grafico, l’energia minima corrisponderebbe comunque a *campo* = 0.

Restiamo al campo elettromagnetico e, per comodità, stavolta prendiamo solo quello magnetico. Come sappiamo, questo ha non solo un’intensità, ma anche una direzione. Se ho due poli magnetici, il campo sarà massimo lungo la direzione che li congiunge, mentre diminuirà lungo le altre direzioni. Tutti noi ricordiamo l’esperimento di Faraday con una calamita e della limatura di ferro; non spreco spazio con una figura, poiché quella è una bella visualizzazione fisica, ma anche intuitiva, di un *campo vettoriale*, e cioè un campo che, in ogni punto dello spazio, possiede non solo un’intensità, ma anche una direzione. Tutti i campi con i quali abbiamo a che fare nel **MS** sono campi vettoriali. E la figura la conosciamo tutti.

Esistono, però, anche i cosiddetti *campi scalari*. Sono quelli la cui intensità è definita anch'essa in ogni punto dello spazio, ma non ha alcuna direzione. Un esempio tipico? Il *campo di temperatura* all'interno di una stanza. La temperatura è massima vicino al termosifone, dove si mette Joan, ed è minima accanto alla finestra aperta, alla quale si affaccia Adriano ma, pur potendo definire un *gradiente* del campo, che ora scende e ora sale, il campo stesso non ha alcuna direzione preferenziale.

Ora, ci dobbiamo cominciare a confrontare con un tipo di campo scalare molto diverso. La cosa che ci crea immediatamente fastidio è la seguente: *l'energia del campo ha un valore molto elevato quando il campo è uguale a zero, mentre diminuisce all'aumentare del campo*. Un momento di pazienza. La figura qui sotto dovrebbe servire a



spiegare graficamente il concetto. Riconoscete la configurazione a “*sombrero*”? Questa è proprio la caratteristica del campo alla Higgs. Nel punto di origine, laddove il campo è nullo, l'energia associata al campo è massima; quando, poi, per un motivo fisico qualsiasi il campo comincia a crescere (in modo simmetrico, perché è un campo scalare), ecco che l'energia scende fino a un valore minimo. Superato quel minimo, un ulteriore aumento del campo conduce a una nuova crescita dell'energia.

In questo primo salotto dedicato all'argomento “campi alla Higgs”, mi soffermerò solo sulle idee che c'infastidiscono di più. Se il campo è nullo, e di conseguenza, a buon senso, nemmeno sappiamo se prima o poi quel campo ci sarà, come diavolo fa l'energia associata a quel campo a essere massima? Io non so rispondere. Invece, so come farà il campo ad assumere dovunque un certo valore. La pallina che sta in cima è in equilibrio instabile perché, se appena il campo aumenta, l'energia diminuisce. Di conseguenza, in breve tempo il campo raggiungerà il valore per cui la sua energia è minima, e si fermerà lì. Ragionateci un attimo, e vi convincerete. Ma è un bel casino, non vi pare?