

– Il bosone di Higgs (particella di Dio) e l'origine della massa

Il bosone di Higgs è una particella elementare prevista dal modello standard della fisica delle particelle, **mai osservata sperimentalmente** e che, per la sua importanza nella teoria del modello, è stata denominata "**particella di Dio**".

Secondo la teoria degli spazi rotanti, che abbiamo esposto, nessun big bang è all'origine dell'universo. Tuttavia, per una più facile comprensione di ciò che andremo ad analizzare, riportiamo qualche breve richiamo su quanto viene sostenuto dalle teorie correnti più accreditate.

Tutte le **particelle elementari**, dal primo istante dopo il big bang (10^{-43} sec) fino a 10^{-11} secondi dopo, avevano **massa nulla** ed interagivano tra loro attraverso diversi campi di forze indifferenziati, che dunque producevano, di fatto, una sola forza.

Esse si trovavano pertanto tutte in una condizione analoga.

Dopo questo istante, con il proseguire dell'espansione e del raffreddamento dell'universo, tutti i campi di forze in esso presenti hanno ridotto a zero la loro capacità d'interagire con le particelle elementari, fatta eccezione per uno, che presentava ancora una certa attività e viene chiamato "**campo di Higgs**".

Esso, secondo le teorie correnti, rappresenta dunque l'unico campo presente nello spazio indicato come "**vuoto**".

La caratteristica principale del campo di Higgs è quella di opporre resistenza alle variazioni della velocità delle particelle che si muovono in esso e quindi a qualsiasi moto accelerato.

E' chiaro che, se le particelle elementari presenti nell'universo neonato erano, inizialmente, **assolutamente identiche tra loro**, dopo la fase di espansione si sarebbero trovate ancora tutte in una condizione analoga.

In realtà la teoria prevede una diversa caratterizzazione delle particelle anche nella condizione iniziale.

Dopo l'espansione dell'universo si hanno dunque **particelle elementari con caratteristiche diverse che interagiscono con lo stesso campo, l'unico sopravvissuto.**

In queste condizioni, la resistenza al moto accelerato che il campo di Higgs oppone si presenterà diversa in rapporto al tipo di particella che viene considerata.

Dato che noi, osservatori, per accelerare il moto, **operiamo sulla particella elementare e non direttamente sul campo di Higgs**, avvertiremo l'azione come se provenisse direttamente dalla particella e diremo che **essa oppone una resistenza al moto accelerato**, trascurando l'esistenza nello spazio del campo di Higgs che ha realmente generato la resistenza.

Possiamo quindi concludere che la MASSA che noi rileviamo su una particella elementare in moto accelerato è quella che le ha trasferito il campo di Higgs.

La teoria che descrive **tutte le particelle elementari** note fino ad oggi e tre delle **forze fondamentali** note è quella indicata come "**modello standard**", il quale è un impianto teorico che è stato "**costruito ad hoc**" per essere coerente con la **meccanica quantistica** e la **relatività speciale**.

Benchè vi siano molti riscontri sperimentali (e non potrebbe essere altrimenti, visto che è stata formulata, a più riprese, con tutti gli adattamenti necessari ai risultati sperimentali), **questa teoria non può essere ritenuta una "teoria completa delle interazioni fondamentali"**.

In essa infatti non viene considerata la forza **gravitazionale**, per la quale non esiste a tutt'oggi una teoria quantistica coerente, e non è prevista **l'esistenza della materia oscura**, che pure costituisce gran parte di quella presente oggi nell'universo.

Nel modello standard le particelle fondamentali previste vengono suddivise in due categorie :

- **particelle costituenti la materia**, quark e leptoni, che risultano dei fermioni, in quanto obbediscono al principio di esclusione di Pauli e seguono quindi la statistica di Fermi-Dirac.
- **particelle mediatrici di forze**, che risultano invece tutti bosoni, perchè non obbediscono al principio di esclusione e seguono quindi la statistica di Bose-Einstein. Per questo sono anche noti come **bosoni vettoriali** oppure **bosoni di gauge**.

Queste ultime particelle sono state introdotte con la funzione specifica di consentire lo scambio di forze, dunque anche il legame, tra quelle materiali presenti nella prima categoria.

Per poter esplicitare la loro azione mediatrice **tra particelle distanti tra loro**, è necessario che lo spazio nel quale esse operano abbia caratteristiche tali da poter essere indicato come "**sede di un campo**".

Nascono così i diversi campi, ciascuno dei quali descrive una manifestazione della materia :

Il campo elettromagnetico descrive le azioni elettromagnetiche, attraverso la particella mediatrice **fotone**, già noto.

Il campo gravitazionale descrive le azioni gravitazionali, le quali dovrebbero essere mediate dalla particella **gravitone**, mai scoperto, ma che comunque il modello non considera.

Il campo inerziale, indicato come **campo di Higgs**, che descrive le forze di inerzia, le quali si manifestano attraverso **la massa** e vengono mediate dalla particella indicata come "**bosone di Higgs**", mai scoperto.

Che una particella obbedisca o meno al principio di esclusione di Pauli (uno stesso stato quantico non può essere occupato da più di un fermione) è una proprietà importante, in quanto da essa dipendono le equazioni matematiche che ne descrivono il comportamento.

Per esempio, **i fotoni**, che non rispettano il principio di esclusione, possono unirsi in stretti fasci come un raggio laser, mentre **gli elettroni**, che invece lo rispettano, non possono farlo e debbono disporsi su orbite distanti fra loro.

La prima conseguenza è che bosoni e fermioni presentano proprietà diverse di **simmetria rispetto allo scambio di due particelle** :

Un sistema composto di soli bosoni identici tra loro si troverà sempre in uno stato completamente **simmetrico** con lo scambio di due bosoni, mentre un sistema composto di fermioni identici, con lo scambio di due fermioni si trova sempre in uno stato **anti-simmetrico**.

Una seconda differenza nelle due categorie di particelle deriva dal "**teorema**

spin-statistica" in base al quale **i fermioni hanno spin semi-intero**, mentre **i bosoni presentano sempre spin intero**.

I bosoni si distinguono in **bosoni intermedi** e **mesoni**. Per la verità, questi ultimi, essendo formati da due particelle, un quark e un antiquark, non sono da considerare particelle elementari.

In base al loro spin, i bosoni si distinguono in : **bosoni pseudoscalari** (con spin uguale a **0**) e energia più bassa, quando quark e antiquark presentano spin opposti, e **bosoni vettore** (con spin uguale a **1**), se quark e antiquark hanno spin concordi.

Un aggregato di più particelle elementari può presentarsi come un bosone o un fermione, a seconda dello spin totale.

Particelle composte formate da un **numero pari di fermioni sono bosoni**.
Aggregati di particelle aventi **numero dispari di fermioni sono fermioni**.

Per esempio, l'atomo di carbonio-12 è un bosone, quello del carbonio-13 è invece un fermione.

Alla base del **modello standard** è stato posto un principio di simmetria, che consiste nell'invarianza della teoria rispetto ad opportune trasformazioni dette di gauge.

Questa invarianza viene indicata come "**simmetria di gauge**" e garantisce la **coerenza matematica** e la **rinormalizzabilità alla teoria**, con un numero di circa venti **parametri liberi** (che non sono comunque pochi) portandola su un **livello di predittività molto elevato**.

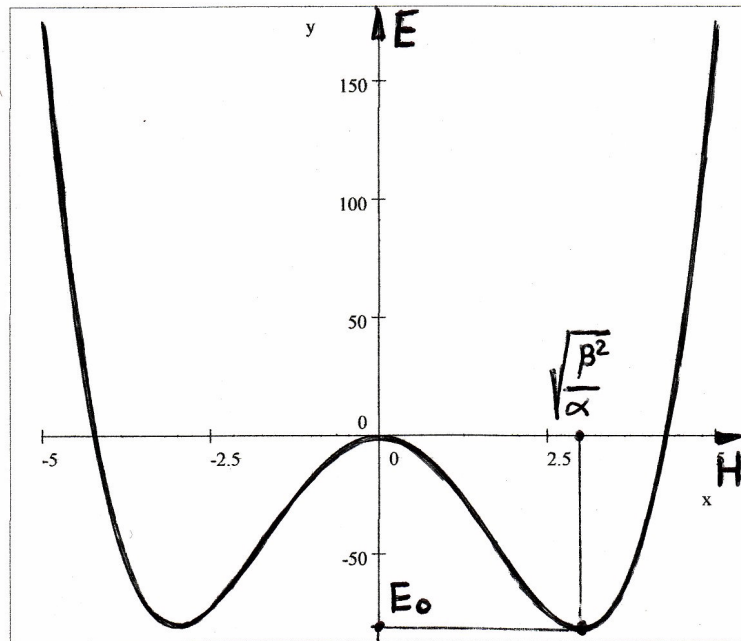
Le teorie di gauge non sono in grado di descrivere bosoni vettori con massa diversa da zero, i quali renderebbero la teoria **non rinormalizzabile**, quindi incoerente, dal punto di vista matematico.

Per poter descrivere correttamente le particelle dotate di massa, nel modello standard viene introdotto un campo scalare, che in ogni punto corrisponde a $H(x,y,z)$.

A questo campo si associa un'energia potenziale espressa da una relazione del tipo :

$$E(x, y, z) = \left(\alpha \cdot |H(x, y, z)|^2 - \beta^2 \right)^2 + E_0$$

la costante E_0 è scelta in modo che si abbia : $E(x, y, z) = 0$ per $H(x, y, z) = 0$
 Ne risulta l'andamento indicato in figura.



derivando, si ottiene :

$$\frac{dE(x, y, z)}{dH(x, y, z)} = 4 \cdot \alpha \cdot |H(x, y, z)| \left(\alpha \cdot |H(x, y, z)|^2 - \beta^2 \right)$$

uguagliando a zero, si ricavano le soluzioni :

$$H(x, y, z) = 0$$

$$H(x, y, z) = \pm \sqrt{\frac{\beta^2}{\alpha}}$$

La prima soluzione corrisponde al valore massimo dell'energia potenziale in corrispondenza di un campo nullo e quindi è di nessun interesse.

La seconda soluzione prevede invece un campo diverso da zero con il valore minimo dell'energia potenziale :

$$E_0 = - \beta^4$$

e la costante β viene pensata dipendente, in qualche modo, da una massa.

In queste condizioni nel campo " **condensano** " delle particelle " **massive** ", con la funzione di " **mediatrici di forze**", indicate come " **bosone di Higgs**". Questo campo, con la sua particella mediatrice, occupa, naturalmente, tutto lo spazio.

Se, a questo punto, una particella **priva di massa propria**, fermione oppure bosone, si muove nello spazio, entra nel **campo di Higgs** e interagisce con esso attraverso la forza, mediata dal **bosone di Higgs**, che tende a frenarla.

L'energia associata al campo si trasforma così in "energia di massa" e la particella " si ritrova materializzata " con un valore della massa dipendente dalle sue caratteristiche iniziali.

Si può dire brevemente che **il bosone di Higgs ha trasferito la massa alla particella che ne era priva.**

Il meccanismo che abbiamo esposto è stato semplificato molto, anche con qualche approssimazione. Tuttavia, tradotto in equazioni, effettivamente, con qualche **artificio matematico**, nelle soluzioni si ottiene un termine che si può interpretare come **massa associata** alla particella interagente con il campo. Le caratteristiche **richieste** per il **bosone di Higgs** sono le seguenti :

- livello di aggregazione : **particella elementare**
- famiglia : **bosone**
- tipo di interazione : **solo gravitazionale**
- basi sperimentali : **solo ipotizzata**
- massa inerziale : **ipotizzata (117 ÷ 250) GeV $\simeq 3,5 \cdot 10^{-25} K_g$**
- valore della carica elettrica : **zero**
- rotazione propria (spin) : **Zero**

Le caratteristiche che abbiamo elencato sono state previste ad hoc per poter far svolgere alla particella le funzioni richieste. Essa risulta così una particella piuttosto anomala e non catalogabile come bosone, in quanto, a differenza di tutti gli altri, che hanno massa nulla, presenta una massa piuttosto consistente non rotante.

A differenza di tutti gli altri campi conosciuti, che hanno mediatori di forza con spin uguale a **1**, il campo di Higgs è mediato da un bosone avente uno spin uguale a **0**.

La questione non è dunque affatto risolta, tanto che è in discussione la natura stessa di particella elementare del bosone di Higgs, che potrebbe essere un sistema legato di più fermioni.

Un bosone di Higgs composto richiederebbe però l'esistenza di una famiglia completamente nuova di particelle pesanti, aventi spin **1/2** (i **tecniquark**).

La sua esistenza, con tutte le anomalie, risulta però indispensabile per la stessa sopravvivenza del modello standard.

Ad essa viene infatti affidato il compito di giustificare la **massa** inerziale che si associa a **tutta la materia**, che il modello non riesce a descrivere.

Per l'importanza che viene attribuita a questa particella, gli sforzi per poterne dimostrare l'esistenza sono ovunque enormi.

L'acceleratore di particelle del CERN, il Large Hadron Collider, ne è la prova più evidente.

Esso rappresenta infatti, attualmente, il più consistente investimento di risorse umane e finanziarie in campo scientifico. **Ma tutto questo è giustificato ?**

Io penso di no. **Le basi teoriche sono troppo deboli** per poter giustificare un impegno così importante.

La fisica delle particelle, in particolare il modello standard, dopo aver preso il significato di "**particella elementare**" dal linguaggio comune, modificandolo gradualmente, è riuscita a creare diverse centinaia di particelle elementari in contraddizione con il significato stesso del termine.

Se una particella elementare è, **per definizione, non modificabile**, diventa infatti difficile capire e giustificare la coesistenza di centinaia di esse se non è possibile generarle una dall'altra per successive aggregazioni.

In questo senso, ogni particella presenta le sue caratteristiche specifiche che la rendono capace di esercitare azioni specifiche **diverse da tutte le altre**, altrimenti non sarebbe distinguibile.

Abbiamo così "**diverse centinaia di forme di materia**", ciascuna delle quali viene rilevata attraverso la sua azione specifica.

E' chiaro che, se due particelle manifestano **lo stesso tipo di azione**, per un osservatore, saranno distinguibili solo per l'intensità dell'azione e quindi si è costretti a ritenerle formate dallo stesso tipo di materia, con un diverso livello di aggregazione.

Contrariamente al numero di particelle elementari ipotizzate, non è comunque noto un ugual numero di azioni della materia presente nell'universo.

Bisognerebbe dunque chiarire con quale significato il bosone di Higgs deve essere considerato una particella elementare.

Se il termine viene inteso con il significato comune, la particella elementare è da considerare come una sfera (se è priva di rotazione propria) omogenea, senza alcuna struttura interna e dunque sostanzialmente come spazio fermo oppure con i suoi punti interni in moto caotico.

Se l'azione complessiva del bosone di Higgs è solo quella gravitazionale e lo spazio che lo delimita è omogeneo, per avere la carica elettrica nulla, dovrà essere nulla la carica di ciascun punto dello spazio.

Si dovrà dunque ammettere l'esistenza di un'azione non conosciuta capace di rendere compatto e stabile lo spazio occupato.

Riassumendo :

La caratteristica più importante attribuita al bosone di Higgs, ed è quella per la quale è stato introdotto, è la capacità di far acquistare massa alle particelle elementari attraverso un complesso e poco chiaro "**Meccanismo di Higgs**", che si realizza nel meno chiaro "**campo di Higgs**", caratterizzato dall'aver il "**bosone di Higgs**" come "**agente portatore di forza**".

In altre parole, **la materia che forma il bosone di Higgs** dovrebbe avere la capacità di " **conferire** " una massa a tutte le **particelle elementari senza massa propria**, che attraversano il **campo di Higgs**.

In questa sede non interessa chiarire questo impianto teorico creato ad hoc, ammesso che ciò sia possibile, ma vogliamo solo mettere in evidenza le sue contraddizioni più paradossali.

La comprensione dell'origine della gravità e del concetto di massa inerziale è sicuramente fondamentale nella fisica. Non esiste tuttavia nessuna teoria o modello capace di spiegare queste caratteristiche della materia. Anzi, per la verità, non è nemmeno chiaro **che cosa si debba intendere per materia**.

E' certamente singolare che si voglia chiarire l'origine della massa attraverso l'introduzione di una particella alla quale viene associata **la stessa massa** di cui non si conosce il significato e che essa stessa deve assegnare **a tutte le altre particelle elementari**.

E' chiaro che, così facendo, il problema **si rigenera naturalmente**, in quanto bisogna domandarsi chi o che cosa ha dato la massa al bosone di Higgs e con quale significato.

L'impressione che si ricava è che si continui a girare attorno a un problema, senza risolverlo, aggiungendo continuamente nuove ipotesi per giustificare i risultati sperimentali.

Il problema è però squisitamente teorico e non è con l'esperimento che potrà essere risolto.

Penso che l'impostazione del problema non sia corretta. E' quindi necessario rivedere la sua formulazione iniziale.

Muovendoci nello spazio noi, osservatori, avvertiamo delle azioni e **questa è la nostra realtà**.

A questo punto diciamo che queste azioni sono dovute alla presenza, nello spazio, di una " **entità** ", che chiamiamo " **materia** ", che esercita su di noi la " **gravità** " e che, se proviamo a spostarla, **oppone una resistenza**, perchè possiede una " **massa** ".

I termini materia, gravità e massa così utilizzati vengono presi dal linguaggio

comune di cui conservano il significato.

Si tratta però di dare di ciascun termine una definizione precisa ed operativa per la fisica. La prima domanda che ci poniamo è dunque :

Che cosa dobbiamo intendere per materia ?

Per dare una risposta a questa domanda, **tutte le teorie, senza eccezioni**, indagano sulla struttura intima degli aggregati, analizzando le particelle che si generano con la loro frantumazione oppure osservando gli ammassi galattici fino ai confini dello spazio.

E' naturale pensare che la definizione di materia che si ricava per questa via dipende dai mezzi e dall'energia impiegata per le osservazioni.

Dato che il comportamento della materia ci appare diverso quando cambia il livello di aggregazione, ne ricaveremo così tanti tipi di materia quante sono le particelle elementari prodotte.

Non solo, ma l'esperienza dimostra che spesso quelle che vengono ritenute elementari, aumentando l'energia impiegata per la frantumazione, si dividono in altre con caratteristiche completamente diverse.

I fatti dimostrano che per questa via, non solo non si ricava nessuna risposta, ma si ottiene solo una continua proliferazione del numero di particelle con le quali le acque diventano sempre più torbide e questo costringe quasi sempre a fare nuove ipotesi, **che sono comunque delle condizioni restrittive**.

Come è meglio spiegato nel capitolo introduttivo, la teoria degli spazi rotanti rifiuta questo modo di procedere ed impone che la definizione di "**materia**" sia indipendente dal suo livello di aggregazione.

Con questa scelta viene definito **lo spazio fisico**, nel quale si sviluppa l'intero universo, e la materia viene rilevata come spazio fisico "organizzato" in moto relativo rispetto all'osservatore.

L'approccio che è stato proposto nella **teoria degli spazi rotanti** ha portato a ricavare teoricamente la gravità, con la nota legge dell'inverso del quadrato della distanza, come condizione necessaria per la separazione dello **spazio**

fisico (nel quale si organizza l'universo) dallo **spazio geometrico**, il quale è invece un concetto astratto e non realtà fisica.

Tutti i punti dello spazio fisico, con o senza materia organizzata, si evolvono sempre in modo da raggiungere una condizione di equilibrio, regolata dalla equazione fondamentale, che abbiamo ricavato : $K_s^2 = V^2 \cdot R$.

Nell'ambito della stessa teoria si dimostra anche che la **massa inerziale** è la caratteristica che **esprime la tendenza dello spazio fisico a conservare l'equilibrio raggiunto**.

Se differenziamo l'espressione ricordata, otteniamo infatti :

$$dV = - \frac{V}{2} \cdot dR$$

con la condizione di equilibrio iniziale :

$$\frac{V^2}{R} = - \frac{K_s^2}{R^2}$$

Se alla particella in moto equilibrato imponiamo un aumento della velocità, si produce un aumento dell'accelerazione centrifuga, con conseguente tendenza ad aumentare il raggio dell'orbita **R**.

Dalla prima relazione vediamo però che ad un aumento della velocità **dV** lo spazio rotante reagisce con una riduzione del raggio orbitale :

$$dR = - 2 \cdot \frac{dV}{V}$$

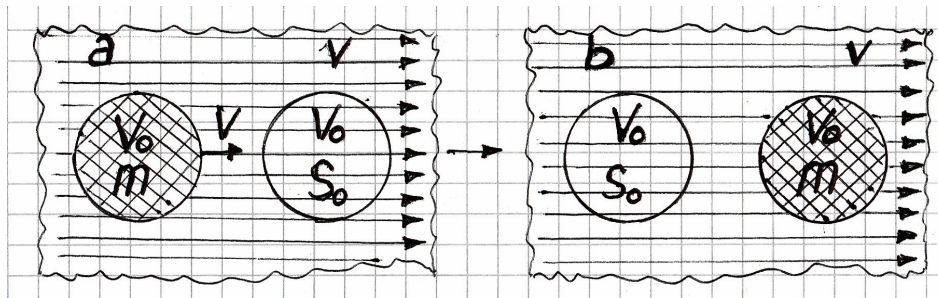
che tende a riportare la particella sull'orbita iniziale, ripristinando l'equilibrio.

Questa tendenza dello spazio viene avvertita dall'agente esterno, che impone l'accelerazione, come un'azione frenante che viene indicata come forza d'inerzia.

Sia la gravità che l'inerzia sono dunque caratteristiche associate allo spazio fisico e non alla materia organizzata.

Esse risultano pertanto indipendenti dal livello di aggregazione della materia e quindi non può essere la frantumazione degli atomi a fornire chiarimenti sulla loro origine.

Per chiarire questo punto, anche se l'analogia non è perfettamente calzante, consideriamo la situazione rappresentata nella figura seguente.



Abbiamo un volume V_0 di materia nello spazio rotante in moto alla velocità di equilibrio V .

Nella configurazione **a** a sinistra abbiamo indicato la sfera materiale in moto con lo spazio rotante e a destra un uguale volume di spazio rotante che essa andrà ad occupare dopo aver ricevuto una spinta in quella direzione.

La configurazione di equilibrio che si ottiene è quella contrassegnata con la lettera **b**.

Le due configurazioni sono entrambe di equilibrio e dunque lo spazio rotante non avverte alcuna differenza, anzi non s'accorge nemmeno della presenza della sfera materiale.

Per passare però dalla configurazione **a** alla **b**, abbiamo dovuto imprimere alla sfera materiale un'accelerazione, che essa ha immediatamente trasferito allo spazio fisico circostante, **perturbando l'equilibrio**.

A questa perturbazione lo spazio fisico oppone la forza, tendente a ristabilire l'equilibrio e che abbiamo indicato come inerziale.

E' facile osservare che questa forza dovrà essere proporzionale al volume di

spazio che viene perturbato e non alla quantità di materia presente all'interno della sfera.

Con riferimento alla figura, il risultato è assolutamente identico se la sfera che viene spostata occupa lo stesso volume ed è vuota, in quanto il volume dello spazio perturbato rimane invariato.

E' chiaro che, anche se sappiamo che è lo spazio fisico ad opporre la forza alla perturbazione imposta, di fatto la nostra azione viene esercitata sulla sfera materiale e da essa riceviamo la reazione che le viene trasferita dallo spazio.

Pre uno studio quantitativo di questa forza, dovremmo dunque assegnare al volume unitario di spazio fisico una costante caratteristica che esprima la sua reazione ad una accelerazione di valore unitario e trasferire ogni volta questa reazione al volume realmente occupato dalla sfera che impone l'accelerazione.

Dato che lo spazio fisico agisce in ogni punto alla stessa maniera, **è per noi molto più immediato (ed involontariamente già lo facciamo)** associare direttamente alla sfera materiale una grandezza, indicata come **massa**, che esprime la forza che essa oppone all'accelerazione unitaria.

E' da notare che lo spazio fisico trasferisce la massa alla sfera di materia esattamente come si desidera che faccia il campo di Higgs ed in questo senso si vede tra i due una certa analogia.

Esiste però una grande differenza :

lo spazio fisico trasferisce la massa con un meccanismo semplice e senza l'ausilio dello strano bosone di Higgs.

Nella nostra teoria la massa viene associata ad una stabilità intrinseca dello spazio fisico.

A questo punto osserviamo che, se il bosone di Higgs deve essere il mezzo attraverso il quale " **tutte le particelle elementari acquistano la massa** ", essendo questa la caratteristica attraverso la quale viene rivelata l'esistenza di qualsiasi forma di materia, **esso dovrebbe essere " la prima particella " che si è formata nell'universo primordiale.**

Dato che la massa che viene assegnata al bosone di Higgs è uguale a quella

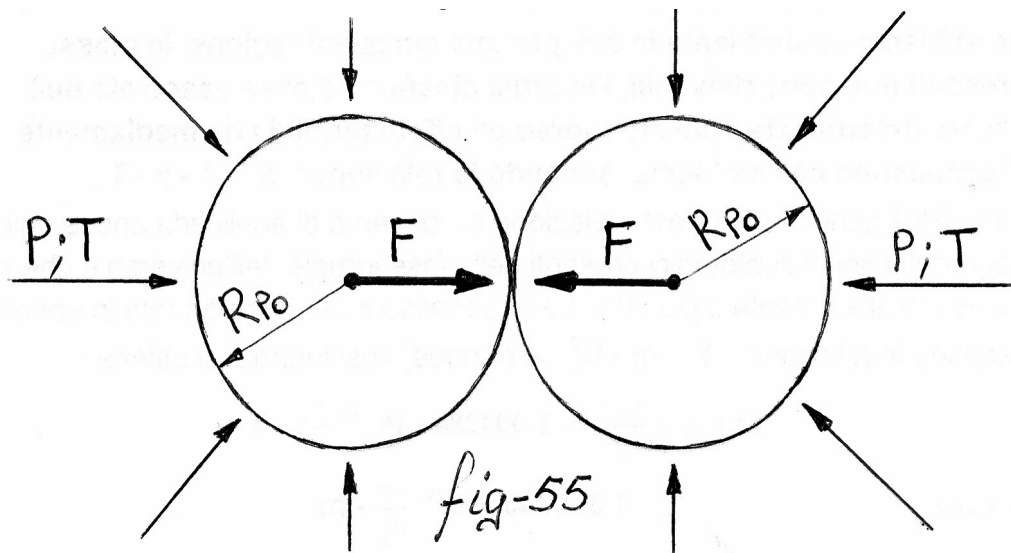
di un aggregato formato dal numero di neutroni :

$$n = \frac{3,5 \cdot 10^{-25} K_g}{1,67 \cdot 10^{-27} K_g} \approx 210 \text{ neutroni}$$

resta da capire per quale ragione teorica un universo di bosoni di questo tipo, che dunque presenta già un livello di aggregazione notevole, deve evolvere spontaneamente verso una disgregazione con proliferazione tanto massiccia di particelle elementari, aventi massa infinitamente più piccola, per finire poi con una organizzazione, in tutto l'universo, basata quasi esclusivamente sulla aggregazione di atomi di idrogeno e, in definitiva, delle particelle elementari protone ed elettrone.

Nell'universo **primordiale**, che è stato previsto subito dopo il big bang risulta certamente molto più probabile la aggregazione di bosoni, **tra i quali agisce solo l'azione gravitazionale**, di quella tra protoni (oppure atomi di idrogeno a contatto), che richiede invece una pressione notevole per vincere la forza di repulsione, come dimostra il calcolo seguente.

Nota la forza **F** necessaria per l'accostamento delle particelle fino al contatto tra gli atomi ed il raggio della sfera planetaria R_{p0} del protone, la situazione si può schematizzare come in figura 55 .



Essendo l'azione della pressione uguale in tutte le direzioni, risulta :

$$F = P \cdot \frac{\pi \cdot R_{p0}^2}{2} \quad \text{da cui :} \quad P = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot R_{p0}^2}$$

Utilizzando l'espressione della forza universale, l'interazione tra i due protoni, in corrispondenza dell'accostamento massimo , vale :

$$F_{pp} = \frac{K_p^2}{R_{p0p}^2} \cdot m_p \quad \text{con} \quad R_{p0p} = R_{11e} = 5,29177249 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

la pressione che bisogna esercitare, per ottenere l'accostamento, risulta :

$$P = \frac{2 \cdot F_{pp}}{\pi \cdot R_{p0}^2} = \frac{2 \cdot K_p^2 \cdot m_p}{\pi \cdot R_{11e}^4} = 3,43912 \cdot 10^{16} \frac{N_w}{m^2}$$

ricordando che : $1 \text{ atm} = 101325 \frac{N_w}{m^2}$

sostituendo, si ottiene :

$$P = \frac{3,43912 \cdot 10^{16}}{101325} = 339,42 \cdot 10^9 \text{ atm}$$

che coincide esattamente con la pressione interna richiesta per avere il Sole (o qualsiasi altra stella di idrogeno) in equilibrio idrostatico.

Con un valore così elevato della pressione richiesta, l'alternativa di **aggregare direttamente i bosoni di Higgs**, attraverso l'azione gravitazionale, diventa certamente molto più probabile.

Facciamo notare che la poca chiarezza nella impostazione del problema che abbiamo esaminato è dovuta al fatto che, nelle teorie correnti, si introduce la particella elementare senza averne prima chiarito il significato e questo crea una grande confusione.

Nella teoria dell'equilibrio universale abbiamo dato una precisa definizione di **particella elementare**, secondo la quale :

"l'essere una particella elementare (come del resto buco nero oppure materia ordinaria) è, per la materia, una condizione che può essere acquisita a qualunque livello di aggregazione ".

La materia non nasce dunque come particella elementare, ma lo diventa solo attraverso un preciso processo evolutivo, **partendo da spazio fisico puro**.

Nel capitolo introduttivo abbiamo visto che lo spazio fisico, così come lo abbiamo definito, non aveva alcuna alternativa al tipo di evoluzione che realmente si osserva oggi.

Infatti, gli " **elementi spaziali** " S_0 , di dimensioni infinitesime ed in rotazione con la velocità propria V_0 , non potevano fare altro che unirsi tra loro secondo il meccanismo che abbiamo indicato.

Gli aggregati che man mano si formano ruotano su se stessi con una velocità minore di V_0 **e quindi si distinguono dallo spazio fisico circostante**, dando così origine ai " **precursori della materia** ".

Bisogna infatti considerare che, per le ragioni che verranno specificate nei capitoli che seguiranno, noi ed i nostri mezzi siamo in grado di interagire solo con aggregati che abbiano superato una dimensione minima e che abbiano una velocità di rotazione minore o uguale a quella della luce.

Solo questi aggregati potranno essere rivelati da noi come materia.
Essa è dunque solo spazio fisico in moto relativo.

Non esiste quindi una particella elementare da intendere come **mattone per la costruzione dell'universo**, ma una continua aggregazione, dello spazio fisico, a partire da dimensioni infinitesime fino a quelle minime rilevabili.

Se si osserva l'organizzazione dell'universo, ci si accorge immediatamente che si hanno due livelli di aggregazione organizzati (parliamo solo del nostro universo visibile), atomico ed astronomico, aventi entrambi lo stesso schema organizzativo, ma dimensioni notevolmente differenti.

Tutti gli aggregati aventi medie dimensioni, comprese tra quelle atomiche e quelle astronomiche, "**non organizzano nessun sistema in equilibrio**", a parte quello biologico.

Di questo fatto, che non trova una giustificazione esauriente, si può avere una maggiore comprensione utilizzando i risultati che abbiamo ottenuto.

In qualsiasi punto dell'universo un aggregato si trovi, **lo spazio fisico** che lo circonda è costituito da elementi spaziali tutti uguali tra loro.

Dunque, tutti gli aggregati, ovunque essi si trovino, per poter creare realmente lo spazio rotante capace di esercitare azioni apprezzabili, nello spazio fisico che li circonda, devono vincere forze dello stesso valore.

Essi debbono dunque creare **velocità di scorrimento relative**, rispetto allo spazio indipendenti dal punto considerato.

Nella nostra schematizzazione, abbiamo visto che la velocità di scorrimento, caratteristica di tutte le particelle elementari vale :

$$V_s = \frac{C_1}{p} \approx 2188 \frac{K_m}{sec}$$

e viene utilizzata dalla materia per aggregarsi fino al livello del protone.

Oltre questo livello, il protone e l'elettrone, **utilizzando un diverso sistema di aggregazione**, riescono ad organizzare le strutture atomiche che, come si vedrà in seguito, presentano un limite assoluto $Z \approx 118$ e quindi il metodo utilizzato non consente grandi aggregazioni.

Se la struttura atomica, per generare lo spazio rotante centrale, utilizza come costituente fondamentale il protone, vuol dire che, nel nostro universo, esso rappresenta l'ultimo aggregato, nella condizione di particella elementare, **che il processo di sintesi è riuscito a produrre.**

Dato però che un aggregato è caratterizzato unicamente dal valore del suo spazio rotante K^2 , possiamo anche dire che lo spazio rotante del protone, K_p^2 rappresenta il valore minimo richiesto per poter sostenere su un'orbita stabile l'aggregato che lo precede nella scala gerarchica.

Questa affermazione trova anche conferma nel fatto che l'universo si presenta ovunque formato sostanzialmente da idrogeno.

Lo scenario che possiamo immaginare, per lo spazio fisico nelle prime fasi di aggregazione, è il seguente.

Partendo dallo spazio fisico puro, con il meccanismo che abbiamo descritto, inizia il processo di aggregazione con formazione di particelle elementari fino all'elettrone.

A questo punto si presenta uno spazio con elettroni liberi in equilibrio con fotoni, fotini ed altre particelle subfotoniche.

Essendo lo spazio omogeneo, i processi che si verificano sono ovunque gli stessi, per cui, con successive aggregazioni, queste particelle approdano alla sintesi di protoni distribuiti in tutto l'universo.

In realtà i protoni liberi non riescono a sopravvivere in un ambiente di elettroni, in quanto, non appena vengono generati, "**catturano**" un elettrone, liberando un fotone con formazione di un atomo di idrogeno.

Gli atomi che vengono sintetizzati, non avendo praticamente nessuna capacità di interazione, si muovono liberamente tra tutte le particelle elementari e gli elettroni presenti nello spazio. Il processo di sintesi può quindi continuare indisturbato, producendo un continuo e regolare aumento dell'idrogeno presente.

Con una brutta analogia, possiamo dire che il sistema si comporta come una reazione chimica in presenza di un prodotto poco reattivo il quale si separa, e, così facendo, induce la reazione a proseguire fino all'esaurimento totale di tutti i reagenti.

Se il protone viene prodotto utilizzando gli elettroni come componenti iniziali e l'idrogeno è formato da una coppia elettrone-protone, è inevitabile che al termine dell'operazione si abbia praticamente solo idrogeno. Si noti che il meccanismo di sintesi fornisce elettroni e protoni esattamente nella stessa quantità.

A questo punto l'evoluzione dell'universo continua con gli atomi di idrogeno che trovano comunque il modo di aggregarsi formando delle strutture grandi come gli ammassi galattici.