Cap.12 – Forza universale e particelle elementari

– richiami sulla forza universale

Secondo la teoria che abbiamo finora esposto, qualsiasi sfera rotante su se stessa impone ad ogni punto dello spazio circostante un'accelerazione radiale data da :

$$a_r = -\frac{K^2}{R^2}$$

dove K^2 è una costante caratteristica che viene acquisita dallo spazio fisico considerato unicamente **per la presenza della sfera materiale centrale**.

Se in tale spazio si mette una piccola massa esploratrice, essa troverà la sua condizione di equilibrio muovendosi su un'orbita circolare con caratteristiche tali da soddisfare le relazioni:

$$K^2 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{T^2} \quad ; \quad K^2 = V^2 \cdot R$$

Abbiamo anche visto che, se si considera , nello spazio, la presenza di due masse soltanto, il problema della valutazione dell'interazione si risolve con relativa facilità.
Si ottiene, in questo caso, un'azione che cambia valore al variare della distanza tra le masse, ma conserva inalterato il segno.

Questo è quello che l'esperienza ha sempre verificato su qualsiasi coppia di masse ordinarie interagenti.

Se ora consideriamo tre masse A, B, C, è chiaro che, se vengono prese in considerazione, separatamente, le coppie AB, AC, BC, in base a quello che abbiamo detto, si avranno tre forze dello stesso segno.

Sembra intuitivo che, se si considerano le tre masse presenti in quello stesso spazio contemporaneamente e, ovviamente, nelle stesse posizioni che sono state analizzate prima, si debba avere ancora un'azione dello stesso segno, con valore definito dalle posizioni relative.

Ebbene, noi abbiamo visto che questo si verifica solo nel caso in cui le masse vengono considerate non in moto relativo.

Nello spazio fisico reale gli aggregati sono organizzati sempre secondo una precisa gerarchia che deve essere presa in considerazione quando si studia la loro reciproca interazione.

Così facendo, abbiamo visto che il segno della forza d'interazione tra due masse risulta certamente sempre positivo (forza attrattiva) se esse vengono considerate interagenti nel " **vuoto** " oppure in uno **spazio geometrico**.

Se invece vengono considerate, sempre alla stessa distanza reciproca, ma **in uno spazio fisico reale**, dove certamente saranno presenti altre masse, queste ultime conferiscono allo spazio caratteristiche diverse dal " **vuoto** " o dallo spazio geometrico e la situazione cambia radicalmente.

In questo caso, il segno della interazione che si manifesta tra le masse risulta dipendente dal punto dello spazio in cui si trovano.

La semplificazione che considera le due masse in uno spazio ideale, **senza altre interazioni, si può ritenere valida solo entro un valore della distanza tale da poter trascurare l'azione dello spazio rotante di ordine superiore entro il quale le due masse si muovono**.

Questo significa anche che, se due sfere materiali, inizialmente molto vicine, e quindi certamente soggette ad una forza di reciproca attrazione, **vengono gradualmente allontanate**, si troverà un valore della distanza R_{maxa} oltre il quale la forza diventa apparentemente repulsiva.

Per quanto riguarda il valore della forza d'interazione tra due masse, usiamo la **legge** / **definizione** $F = m \cdot a$, nella quale compaiono le due grandezze F ed m che non hanno una definizione chiara ed esplicita.

La relazione è stata formulata per trattare problemi ordinari, dando ai termini che vi compaiono il significato, poco preciso, che deriva dal linguaggio comune.

458

E' chiaro che questo fatto crea seri problemi nella interpretazione dei risultati che la relazione fornisce.

Nell'affrontare problemi ordinari, si dispone di un campione di forza preciso, preconfezionato, che si applica ad un preciso campione di materia sul quale viene valutata l'accelerazione.

E' dunque possibile utilizzare la relazione senza dover necessariamente fare indagini sul significato dei termini.

Se abbiamo due "quantità di materia", indicate con m_1 ed m_2, separate da una distanza R, e vogliamo determinare la " forza " d'interazione, stiamo, in realtà, affrontando un problema sostanzialmente diverso da quello che la relazione $F = m \cdot a$ si propone di risolvere e per il quale è stata formulata.

Per poter utilizzare correttamente la relazione, è dunque necessario chiarire prima bene il significato dei termini che vengono utilizzati per definire i limiti di applicabilità della legge.

Noi abbiamo dato a pagina 170 la definizione operativa di materia atraverso l'intensità dello spazio rotante che si misura nello **spazio fisico** (e non vuoto ideale o spazio geometrico) su una massa esploratrice, di valore trascurabile, posta alla distanza R.
Si ricava la condizione di equilibrio : $K^2 = V^2 \cdot R$.

Per definire la materia non è così necessario introdurre una nuova grandezza fondamentale, essendo sufficienti **lunghezza** e **tempo**.

Si deve notare che la definizione perscinde dalla esistenza reale di un nucleo di materia, in quanto in realtà è riferita allo spazio ed il valore della grandezza K^2 definisce una caratteristica dello spazio.

E' l'analogo della definizione operativa di campo elettrico in un punto dello spazio, **che prescinde dalla reale presenza di cariche elettriche**.

Si parla dunque di spazio rotante di valore K^2 con un suo centro di rotazione.

Voler vedere a tutti i costi qualcosa nel centro di rotazione è piuttosto un nostro limite e non una necessità.

Se nello spazio considerato esiste un solo centro di rotazione, e dunque solo uno spazio rotante, la relazione risulta verificata sempre, per qualsiasi valore di R, fino a $R \to \infty$.

Se invece abbiamo due spazi rotanti con due diversi centri di rotazione, è chiaro che la relazione non potrà essere verificata in tutti i punti dello spazio, in quanto, " **in prossimità** " dei centri di rotazione dovranno essere verificate entrambe le relazioni :

$$K_1^2 = V_1^2 \cdot R_1 \quad ; \quad K_2^2 = V_2^2 \cdot R_2 \, .$$

Ciascuna relazione viene verificata entro una precisa distanza dal centro, **oltre la quale l'azione dello spazio rotante locale è trascurabile e si passa sotto l'azione dello spazio rotante di ordine superiore nel quale i due spazi rotanti subordinati si muovono**.

Essendo lo spazio fisico organizzato secondo una precisa gerarchia, nello studio delle interazioni tra spazi rotanti non si può prescindere dall'esistenza degli spazi rotanti di ordine superiore.

Consideriamo ora una massa m_1 con uno spazio rotante di valore K_1^2 ed un raggio d'azione di valore R_{max1}.

Ad una distanza minore di R_{max1} poniamo una seconda massa m_2 con lo spazio rotante K_2^2 e raggio d'azione R_{max2}.

Secondo quanto abbiamo visto, ciascuna massa rivoluisce attorno al centro dello spazio rotante che viene generato dall'altra con la velocità $V^2 = \dfrac{K^2}{R}$

ed il sistema rimane così in equilibrio.

In queste condizioni lo spazio rotante K_1^2 imprime alla massa m_2 posta alla distanza R una accelerazione radiale :

$$a_{r12} = \frac{V_2^2}{R} = \frac{K_1^2}{R^2} \quad \text{per } R \leq R_{max1}.$$

analogamente, l'azione di K_2^2 sarà :

$$a_{r21} = \frac{V_1^2}{R} = \frac{K_2^2}{R^2} \quad \text{per } R \leq R_{max2}$$

Lo spazio rotante non imprime dunque delle forze, **ma accelerazioni radiali ben definite**, **che non dipendono dal valore della massa sulla quale agiscono**.

In realtà esse non si manifestano perchè vengono equilibrate perfettamente dalle accelerazioni centrifughe che derivano dal moto di rivoluzione.

In generale, se indichiamo con **v** la velocità con la quale il secondo spazio rotante si muove rispetto al centro del primo e con V_{eq} quella di equilibrio associata allo spazio rotante in quel punto, l'accelerazione che realmente si manifesta vale :

$$a_r = \frac{K^2}{R^2} - \frac{\mathbf{v}^2}{R} = \frac{V_{eq}^2 \cdot R}{R^2} - \frac{\mathbf{v}^2}{R} = \frac{\left(V_{eq}^2 - \mathbf{v}^2 \right)}{R}$$

In definitiva, si può scrivere :

$$a_r = -\frac{\left(\mathbf{v}^2 - V_{eq}^2 \right)}{R}$$

Da questa relazione vediamo che, se abbiamo uno spazio fisico rotante che presenta alla distanza R dal centro una falda spaziale che ruota in equilibrio con una velocità V_{eq} e su tale falda inseriamo una massa inerziale m_i che si muove, rispetto allo spazio rotante in quel punto, con una velocità **v**, su di essa agisce un'accelerazione **che ci apparirà attrattiva**, **repulsiva oppure nulla** a seconda del valore della velocità relativa che esiste tra la massa e lo spazio rotante.

Il segno dell'accelerazione non è dunque costante e ben definito,ma dipende dalle condizioni di moto.

Se abbiamo una certa quantità di materia, la sua massa inerziale viene definita in maniera operativa dalla relazione $F = m_i \cdot a$.

Il suo valore può quindi essere determinato sia applicando una forza nota che imponendo un'accelerazione nota.

In quest'ultimo caso, disponendo dell'accelerazione di gravità ben nota, sulla superficie terrestre, diventa comodo ricavare la massa inerziale con una sola misura di forza.

Si sceglie come campione di **massa inerziale** un blocco di **platino – iridio** e si assegna valore **1 K_g** .

Tarando la forza che agisce su questo campione, si esprimono tutte le masse inerziali in K_g.

La massa inerziale così definita è una massa **passiva** in quanto fornisce una misura della resistenza che la materia oppone alle variazioni imposte alle sue condizioni di moto e quindi ad una forza applicata.

La capacità di opporre resistenza ad una forza che viene applicata è dunque una caratteristica propria della materia che noi esprimiamo associando ad essa un valore di massa inerziale che si ricava come abbiamo indicato.

Altra caratteristica propria della materia è la sua capacità di imprimere delle accelerazioni a distanza alle masse inerziali, generando spazi rotanti.

Essa esercita, in questo caso, un ruolo **attivo** ad un livello che viene indicato dal valore dello spazio rotante K^2.

E'chiaro che si tratta di due ruoli decisamente opposti ed indipendenti, dunque anche le carattaristiche ad essi associate dovranno essere differenti ed indipendenti.

Nonostante le notevoli differenze, i due ruoli si possono mettere in relazione, in quanto, nei sistemi in equilibrio, sono sempre presenti entrambi, ciascuno con il proprio peso.

A tale scopo, prendiamo due masse uguali e le disponiamo ad una distanza **d**, facendo esercitare a ciascuna di esse sia il ruolo attivo che quello passivo.

Con ovvio significato dei simboli, si potrà scrivere :

$$F_{12} = a_{r1} \cdot m_{i2} = \frac{K_1^2}{d^2} \cdot m_{i2}$$

$$F_{21} = a_{r2} \cdot m_{i1} = \frac{K_2^2}{d^2} \cdot m_{i1}$$

se abbiamo $m_{i1} = m_{i2}$, **imponendo che sia** $F_{12} = F_{21}$, **si ottiene** :

$$K_1 = K_2$$

Se, a questo punto, si ipotizza una proporzionalità del tipo : $K^2 = G \cdot m_i$ si ricava :

$$F_{12} = G \cdot \frac{m_{i1} \cdot m_{i2}}{d^2}$$

Da tale relazione, **note le masse inerziali**, e la distanza **d**, si ricava il valore della costante :

$$G = 6,67259 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{sec^2 \cdot K_g}$$

che rappresenta il valore dello spazio rotante che viene associato alla massa inerziale unitaria (**1** K_g).

Noto il valore della costante **G**, siamo ora in grado di calcolare sia lo spazio rotante che la massa inerziale di qualsiasi corpo vicino e lontano.
Per esempio, per il Sole si determina facilmente :

$$K_s^2 = 132,725 \cdot 10^9 \frac{K_m^2}{sec^2}$$

si ricava quindi la sua massa inerziale :

$$m_{is} = \frac{K_S^2}{G} = 1,9891 \cdot 10^{30}\ K_g$$

La massa inerziale dell'atomo di idrogeno è nota e vale :

$$m_H = 1,67353405 \cdot 10^{-27}\ K_g$$

lo spazio rotante ad esso associato risulta :

$$K_H^2 = 1,1166806 \cdot 10^{-37}\ \frac{m^3}{sec^2}$$

Ritenendo tutti gli altri atomi multipli dell'idrogeno, il numero di atomi presenti nel Sole risulta :

$$N = \frac{K_S^2}{K_H^2} = 1,18856726 \cdot 10^{57}$$

sapendo che :

$$r_H = R_{11e} \cdot \left(1 + \frac{m_e}{m_p} \right) = 5,29465448 \cdot 10^{-11}\ m$$

si ricava il raggio del Sole :

$$r_S = \left(\frac{6}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot r_H \cdot N^{\frac{1}{3}} = 695845,3\ K_m$$

La perfetta coincidenza di questo risultato con il valore che viene fornito dalla osservazione astronimica, ci consente di ricavare importanti indicazioni sulla struttura interna del Sole.

Dai dati noti sull'atomo di idrogeno, si ricava lo spazio rotante generato dal protone :

$$K_p^2 = 253,2638995\ \frac{K_m^3}{sec^2}\ .$$

La massa inerziale del protone risulta dunque :

$$m_{iP} = \frac{K_P^2}{G} = 37,95586 \cdot 10^{11} \; K_g.$$

Dal confronto tra il protone ed l'atomo di idrogeno completo, risulta chiaro che la presenza dell'elettrone nella sfera d'azione del protone provoca nelle caratteristiche dallo spazio fisico circostante modifiche tanto radicali da non consentire, assolutamente, di poter considerare il sistema equivalente ad un protone con la semplice aggiunta di una piccola massa periferica pari a circa $\frac{1}{1836} \cdot m_{iP}$.

Questa operazione produce infatti una drastica riduzione della capacità del sistema di generare spazio rotante e quindi azioni a distanza, che raggiunge livelli tali da non essere nemmeno rilevabili con i nostri strumenti.
Si ha infatti :

$$\alpha_K = \alpha_m = \frac{K_p^2}{K_H^2} = \frac{m_{iP}}{m_{iH}} = 22,680065 \cdot 10^{38}$$

Dalla spettrometria di massa si ricava il rapporto :

$$\alpha_{Pe} = \frac{m_P}{m_e} = 1836,152756$$

Avendo assegnato la massa m_H, secondo la provata additività delle masse inerziali, dovrà essere :

$$m_P = m_H - m_e = \frac{m_H}{1 + \alpha_{Pe}} = 1,6726231 \cdot 10^{-27} \; K_g$$

e quindi :

$$m_e = 9,1093897 \cdot 10^{-31} \; K_g$$

Al protone ed all'elettrone vengono quindi associati due valori di massa di cui vogliamo chiarire il significato.

La m_{iP} soddisfa perfettamente la relazione generale $K^2 = G \cdot m_i$ **che viene utilizzata per tutta la materia ordinaria e quindi rappresenta la massa inerziale necessaria per poter generare nello spazio fisico lo**

465

spazio rotante K_p^2.
In altre parole, se vogliamo sostituire un protone con una massa inerziale, di materia ordinaria, confrontabile dunque con il campione (**neutro** ?) di valore **1** K_g che abbiamo depositato, per poter produrre lo stesso spazio rotante di valore K_p^2 , essa deve assumere il valore $m_{ip} = 37,95586 \cdot 10^{11}$ K_g .

Se si prescinde dalla capacità di produrre spazio rotante e viene considerato il protone solo come massa passiva, ossia se si valuta solo la resistenza che esso oppone alla variazione delle sue condizioni di moto, si trova il valore di massa inerziale passiva (neutra), confrontabile con il campione che abbiamo depositato, $m_p = 1,6726231 \cdot 10^{-27}$ K_g .

Dunque, entrambi i valori indicano una " massa inerziale " con la capacità di sostituire il protone in un solo ruolo : attivo oppure passivo.

Se abbiamo un sistema nel quale un protone svolge un ruolo attivo e vogliamo sostituirlo con una massa "ordinaria", inerziale capace di compiere la stessa azione, necessita una quantità pari a $m_{ip} = 37,95586 \cdot 10^{11}$ K_g.

Se invece abbiamo un protone che nel sistema svolge un ruolo passivo, per effettuare sla tessa sostituzione, serve una massa " **ordinaria** " di valore pari a $\mathbf{m_p}$, **infinitamente più ridotta**.

Non esiste un solo valore della massa inerziale capace di descrivere il comportamento del protone in entrambi i ruoli.

Quando esso svolge un ruolo attivo si presenta come una massa di enorme valore, mentre nel suo ruolo passivo presenta una inerzia piccolissima.

Le particelle elementari rappresentano un chiaro esempio di materia in cui i due ruoli, **attivo e passivo**, **si presentano con enormi differenze**.

Esse sono infatti materia con una enorme massa gravitazionale e una trascurabile massa inerziale.

Vedremo meglio in seguito le ragioni teoriche che attribuiscono alle particelle

elementari questa particolare caratteristica.
Per il protone si ricava infatti :

massa inerziale nel ruolo attivo – $M_P = \mathbf{37{,}95586 \cdot 10^{11}}\ K_g$

massa inerziale nel ruolo passivo – $m_P = \mathbf{1{,}6726231 \cdot 10^{-27}}\ K_g$

rapporto di conversione –

$$\alpha = 22{,}680065 \cdot 10^{38}$$

Si deve notare che M_P ed m_P non rappresentano due masse equivalenti al protone, ma sono realmente due masse caratteristiche proprie del protone, che esso manifesta in circostanze diverse.

Esse ci mostrano due diverse realtà fisiche del protone.

Abbiamo visto che nel ruolo attivo il protone genera lo spazio rotante K_p^2 con una costante di proporzionalità :

$$G = \frac{K_P^2}{M_P} = 6{,}67259 \cdot 10^{-11}\ \frac{m^3}{sec^2 \cdot K_g}$$

Nel ruolo passivo il protone si comporta esattamente come qualsiasi altra massa neutra (infatti la massa è stata ricavata considerandolo proprio come un " **pezzo di idrogeno** ") e quindi la sua capacità d'interazione, e dunque lo spazio rotante che ad esso è associato, sarà calcolabile rapportandolo alla materia ordinaria. Si ha quindi :

$$K_{PN}^2 = \frac{m_P}{m_H} \cdot K_H^2 = 1{,}11607282 \cdot 10^{-37}\ \frac{m^3}{sec^2}$$

la costante sarà dunque : $\beta = \dfrac{K_{PN}^2}{m_P} = G$

Senza apportare cambiamenti alla sostanza del problema, Il comportamento del protone nei due ruoli può essere descritto anche associandogli un solo valore di massa, ma due diversi valori della costante.

467

Se assumiamo il valore della massa $m_{iP} = \mathbf{1,6726231 \cdot 10^{-27}}$ K_g, possiamo dire che quando il protone assume un ruolo attivo, ossia si comporta come una singola particella elementare, produce uno spazio rotante molto intenso di valore $K_P^2 = \mathbf{253,2639}\ \frac{m^3}{sec^2}$ e la costante d'azione risulta :

$$\beta_e = \frac{K_P^2}{m_{iP}} = 151,4172 \cdot 10^{27}\ \frac{m^3}{sec^2 \cdot K_g}$$

Quando il protone assume un ruolo passivo, ossia quando subisce l'azione di una forza esterna, si comporta come una qualsiasi massa inerziale (neutra) e genera uno spazio rotante estremamente ridotto di valore :

$$K_{PN}^2 = 1,11607276 \cdot 10^{-37}\ \frac{m^3}{sec^2}$$

e la costante d'azione vale :

$$\beta_N = \frac{K_{PN}^2}{m_{iP}} = 6,67259 \cdot 10^{-11}\ \frac{m^3}{sec^2 \cdot K_g}$$

il rapporto di conversione vale :

$$\alpha_{eN} = \frac{\beta_e}{\beta_N} = 22,680065 \cdot 10^{38}$$

Abbiamo visto che i due ruoli assunti dal protone possono essere descritti anche considerandolo sempre come una massa neutra, ma con valori diversi.

In particolare, quando assume un ruolo attivo, esso si comporta come una sfera di idrogeno metallico con un raggio di circa **863** m ed è assolutamente indistinguibile dal protone come noi siamo abituati ad immaginarlo.

D'altra parte, nella nostra immaginazione possiamo anche pensare il protone ottenuto comprimendo questa sfera, in quanto le dimensioni non sono state da noi considerate.

Se però è possibile ottenere una particella elementare con la compressione della materia ordinaria (questo sarà possibile perchè, come abbiamo visto, essa non è perfettamente " neutra "), e passare da una particella elementare alla materia ordinaria mediante una semplice espansione, sarà certamente lecita l'affermazione riportata nella pagina seguente.