L'EQUILIBRIO UNIVERSALE

dalla meccanica celeste alla fisica nucleare

Cap.7 – Origine della meccanica quantistica

– composizione delle orbite nell'atomo

Trattando la teoria generale, abbiamo visto che l'espressione del raggio R_n delle orbite minime circolari stabili risulta indipendente dalle dimensioni dello aggregato che si considera ed è esprimibile con una relazione del tipo :

$$\frac{R_n}{R_1} = \frac{1}{n^2}$$

si ottiene così il seguente schema di validità universale :

n 1,0000 0,2500 0,1111 0,0625 0,0400

m 0,7500 0,5000 0,1875 0,1250 0,0833 0,0469 0,0300

q 0,5625 0,3750 0,1406 0,0937

0,0278 – 0,0204 – 0,0156 – 0,0123 – 0,0100 ....

L'indipendenza dello schema orbitale dalle dimensioni dello spazio rotante che viene considerato e la totale assenza di ipotesi restrittive, indicano che la quantizzazione delle orbite ha valore universale e dunque si applica agli ammassi galattici come agli aggregati subnucleari, purchè siano verificati i principi di conservazione.

Sostituendo l'espressione del raggio dell'orbita nell'equazione fondamentale degli spazi rotanti, si ricava la velocità orbitale :

$$V^2 \cdot R = K^2 \quad ; \quad V^2 \cdot \frac{R_1}{n^2} = K^2$$

da cui si ricava :

$$V = \frac{K^2}{R_1} \cdot n = V_1 \cdot n$$

Questa relazione ci dice che negli spazi rotanti **anche la velocità orbitale è quantizzata** .

Essendo l'energia di legame tra spazio rotante e sfera planetaria uguale al valore dell'energia cinetica :

$$E_n = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_n^2$$

Se nello spazio rotante considerato " **m è costante** ", la quantizzazione delle orbite porta alla quantizzazione della energia.

Essa non è quindi generata da un principio fisico o altra particolare esigenza, ma solo conseguenza della quantizzazione delle orbite.

La meccanica quantistica, che viene verificata solo dalle strutture atomiche e subatomiche è dunque conseguenza diretta dell'organizzazione degli spazi rotanti, che pone dei limiti solo al raggio delle orbite e non all'energia.

Nessuna quantizzazione dell'energia si verifica infatti nelle strutture ordinarie, nelle quali la massa planetaria non è costante.

A questo punto ricordiamo che nell'universo gli spazi rotanti si evolvono e si organizzano sempre nel rispetto dei principi di conservazione dell' energia e del momento angolare, ai quali si aggiunge la conservazione del valore dello spazio rotante K^2 .

Come viene meglio chiarito in altri capitoli, durante l'evoluzione si producono due forme di materia organizzata :

– **nella forma espansa abbiamo la materia ordinaria**, **con spazi rotanti fino a dimensioni galattiche**
– **nella forma compressa troviamo le particelle elementari**.

Si tratta, naturalmente, dello stesso spazio fisico in due diverse condizioni di equilibrio ed è possibile il passaggio dall'uno all'altro.

Per le ragioni che verranno chiarite in seguito, nella prima forma è più facilmente accessibile il raggio massimo R_1 dello spazio rotante, che viene associato al numero quantico $n = 1$.

Nella seconda è invece ben definito, dunque noto, il raggio dell'orbita circolare minima R_{ns} , associato al numero quantico massimo n_s .

Per utilizzare più agevolmente le relazioni che abbiamo ricavato, nel secondo caso conviene dunque modificare il numero quantico come segue:

$$R = \frac{R_1}{n^2} \cdot \frac{n_s^2}{n_s^2} = \frac{R_1}{n_s^2} \cdot \frac{n_s^2}{n^2}$$

posto :

$$R_{ns} = \frac{R_1}{n_s^2} \quad \text{e} \quad p = \frac{n_s}{n}$$

si ottiene :

$$R = R_{ns} \cdot p^2$$

Nel caso particolare in cui sia le masse che generano lo spazio rotante che quelle planetarie risultano tutte uguali tra loro, come generalmente accade nei sistemi atomici e subatomici (ma non si può escludere che possa accadere anche in altri casi), le orbite che consentono l'equilibrio sono solo quelle che corrispondono al rapporto p intero.

Solo in questo caso, la quantizzazione della velocità orbitale produce la quantizzazione dell'energia .

Come vedremo in seguito, **è proprio la quantizzazione di queste orbite che assicura ordine e stabilità all'intero universo.**

Lo schema orbitale che abbiamo proposto e tutte le relazioni che descrivono le traiettorie sono state ricavate senza alcuna ipotesi restrittiva e quindi sono di validità assolutamente generale.

Esse saranno dunque applicabili agli aggregati atomici e subatomici come a quelli galattici e questo viene generalmente confermato dall'osservazione astronomica, che riferisce come la forma a spirale, per le galassie, sia la più diffusa.

Tutti gli altri sistemi, stellari, solari, planetari, satellitari, ecc., dall'osservazione risultano organizzati secondo lo schema universale che abbiamo ricavato e questo costituisce una ottima conferma per la teoria.

Riprendiamo ora il caso generale delle due masse rotorivoluenti, planetaria e solare, che interagiscono nello spazio fisico.
Abbiamo visto che l'equilibrio è definito dalla relazione fondamentale :

$$K^2 = V_n^2 \cdot R_n$$

con $n = 1$ si ha l'orbita di raggio massimo : $K^2 = V_1^2 \cdot R_1$

con $n = n_s$ si ha l'orbita di raggio minimo : $K^2 = V_{n_s}^2 \cdot R_{n_s}$

Essendo : $R_n = \dfrac{R_1}{n^2}$

sostituendo, si ha :

$$V_n^2 \cdot \frac{R_1}{n^2} = V_{n_s}^2 \cdot \frac{R_1}{n_s^2}$$

dalla quale si ricava :

$$V_n = V_{n_s} \cdot \frac{n}{n_s} \quad ; \quad R_n = R_{n_s} \cdot \left(\frac{n_s}{n} \right)^2 .$$

Si possono dunque scrivere le relazioni fondamentali :

$$R_n = R_{n_s} \cdot p^2 \quad ; \quad V_n = \frac{V_{n_s}}{p} \quad ; \quad p = \frac{n_s}{n}$$

Abbiamo già visto che, secondo la teoria degli spazi rotanti, la sfera centrale (solare) impone a quella planetaria di rivoluire sull'orbita con la velocità V_n senza scorrere, per cui la velocità di rivoluzione risulta uguale a quella di rotazione della sfera planetaria avente raggio r_{P0}.

Si ha dunque : $K_s^2 = V_n^2 \cdot R_n \; ; \; K_p^2 = V_n^2 \cdot r_{P0}$

da cui si ricava :

$$\frac{K_s^2}{R_n} = \frac{K_P^2}{r_{P0}}$$

Il raggio della sfera rotorivoluente senza strisciare, in equilibrio sull'orbita con numero quantico n , vale quindi :

$$r_{P0} = \frac{K_P^2}{K_s^2} \cdot R_n$$

Quest'ultima relazione ci dice che, **indipendentemente da tutte le altre eventuali caratteristiche della sfera planetaria**, **l'equilibrio sull'orbita di raggio R_n viene raggiunto imponendo la rotazione**, **alla velocità** V_n, **ad una sfera di raggio r_{P0} molto ben definito**.

Non necessariamente r_{P0} deve risultare coincidente con il raggio della sfera planetaria, **che si misura in corrispondenza della sua superficie osservabile**.

Ricordando che : $K^2 = \beta_i \cdot m_i = \beta_g \cdot m_t$

sostituendo si ottiene la condizione di equilibrio :

$$\frac{m_{tS}}{R_n} = \frac{m_{tP}}{r_{P0}} \quad \text{oppure :} \quad \frac{m_{iS}}{R_n} = \frac{m_{iP}}{r_{P0}}$$

Sostituendo ancora l'espressione del raggio : $R_n = R_{n_S S} \cdot p^2$

si ottiene :

222

$$\frac{m_S}{R_{n_S S}} = p^2 \cdot \frac{m_P}{r_{P0}}$$

Questa relazione è fondamentale per tutta la teoria, **in quanto mette in evidenza che** :

nei sistemi di sfere rotorivoluenti in equilibrio, non è tanto significativa la massa, quanto il rapporto tra la massa ed il raggio della sfera.

Del resto, la poca importanza della massa, nel definire l'organizzazione degli spazi rotanti, è stata già abbondantemente verificata.

In altri termini, questo vuol dire che su un'orbita dello spazio rotante centrale può trovare equilibrio qualsiasi massa, variando semplicemente il raggio r_{P0} in modo da soddisfare la condizione di equilibrio.

Questo è realizzabile solo perchè il moto di rotazione della sfera planetaria, come abbiamo già visto, **viene prodotto e sostenuto dallo stesso spazio rotante centrale** e quindi esso imprime, alle caratteristiche orbitali sempre, i valori richiesti dall'equilibrio.

In pratica il sistema presenta una forma di retroazione negativa che assicura la sua stabilità.

Se così non fosse, **per una massa qualsiasi**, **sarebbe estremamente difficile possedere casualmente tutte le caratteristiche esatte per restare in equilibrio e in tal caso basterebbe comunque una piccola perturbazione per distruggerlo**.

Noi avremmo così un universo con pochi aggregati in equilibrio stabile ed un enorme numero di impatti ed orbite casuali, esattamente il contrario di quello che si osserva.

Per chiarire questo punto, consideriamo un semplice esempio numerico.

Se abbiamo, sull'orbita di raggio R_n , una sfera rotante di raggio $r = 5$ m e la condizione di equilibrio richiede che si abbia $r_{P0} = 2$ m, lo spazio rotante centrale imporrà la rotazione, con una velocità V_n , ad un nucleo centrale di raggio $r_{P0} = 2$ m ed il resto della sfera fino alla superficie ruoterà con una velocità molto più ridotta.

Se, viceversa, sull'orbita abbiamo sempre una sfera di raggio uguale a 5 m, ma la condizione di equilibrio richiede $r_{P0} = 8$ m, la sfera centrale imporrà la rotazione, sempre alla velocità V_n , ad una sfera di raggio uguale a **8** m.

Il pianeta viene così " **obbligato** ", dallo spazio rotante centrale, ad acquisire uno spazio esterno solidale con esso in modo da "**apparire**" come una sfera avente un raggio pari a **8** m ed in questo caso il pianeta non presenta alcun nucleo rotante interno.

Una conferma dei meccanismi che sono stati qui esposti, possiamo averla osservando, per esempio, il sistema Solare e quelli satellitari dei suoi pianeti, nei quali queste situazioni sono tutte presenti e non esiste nessuna regola precisa per la distribuzione delle masse, anche se si rileva un grande ordine nella distribuzione delle orbite e delle velocità.

In definitiva, **per descrivere l'organizzazione di tutta la materia**, **risulta senz'altro utile assumere le seguenti unità significative** :

$$u_p^* = \frac{m_P}{r_{P0}} = \textbf{unità planetaria}$$

$$u_s = \frac{m_S}{R_{n_S S}} = \textbf{unità stellare}$$

e quindi la condizione di equilibrio diventa :

$$u_s = p^2 \cdot u_p^*$$

224

E’ a questo punto che si genera la grande differenza tra gli aggregati atomici e quelli astronomici.

Negli aggregati atomici e subatomici le unità centrali e periferiche sono tutte uguali tra loro (per esempio, protoni ed elettroni) in quanto sono costituiti da aggregati che, come vedremo, in condizioni ordinarie, godono di " **stabilità assoluta** " e quindi hanno caratteristiche immutabili.

Nei sistemi stellari, invece, essendo le unità formate da atomi diversi, u_s ed u_p^* possono assumere valori qualsiasi, perfino raggrupparsi in una sola unità orbitante, come accade, per esempio, nel Sistema Solare.

Tutto questo comporta che nella struttura atomica oppure subatomica il numero p² deve essere " necessariamente " intero, perchè non è possibile l’esistenza di una frazione di u_p^* e nemmeno di u_s .

Nei sistemi planetari invece le orbite potranno essere occupate tutte, **anche quelle con** p **frazionario**, **purchè venga verificata la condizione di equilibrio**, **applicabile a tutti gli aggregati**, $u_s = p^2 \cdot u_p^*$.

Per qualsiasi sistema di aggregati materiali interagenti la massima stabilità si ottiene quando il centro di massa coincide, in ogni momento, con quello dello spazio rotante.

In queste condizioni, il centro di massa rimane infatti costantemente fermo al centro e non sottrae energia allo spazio rotante, il quale può così realizzare il massimo trasferimento di energia di legame alle sfere planetarie che sono in moto sulle orbite.

Per realizzare questa condizione, è necessario che la disposizione orbitale di tutte le unità planetarie presenti, durante il moto di rivoluzione, si mantenga in ogni momento, simmetrica rispetto al centro di rotazione.

La simmetria certa si può ottenere dunque solo con il numero di unità sulle orbite sempre pari.

E’ chiaro che questa condizione sarà tendenziale per tutti i sistemi, ma solo quelli atomici, con unità stabili ed uguali tra loro, possono raggiungerla.

In questo caso, si deve dunque assumere : $u_p = \dfrac{U_P^*}{2}$

e la condizione di equilibrio generale diventa :

$$u_s = \left(2 \cdot p^2\right) \cdot u_p$$

Questa relazione è di importanza fondamentale, **per lo studio di tutti i sistemi atomici e subatomici**, **in quanto ci permette di calcolare con precisione il numero di unità presenti su ciascuna orbita e risulta** :

$$N_p = 2 \cdot p^2$$

Se la relazione si scrive nelle forme equivalenti

$$N_p = N_{p-1} + 4 \cdot (p-1) + 2 \qquad \text{con} \quad N_0 = 0$$

$$N_{p+1} = N_p + 4 \cdot p + 2 \qquad \text{con} \quad N_0 = 0$$

si ottiene il meccanismo di formazione delle orbite con la divisione in falde e sottofalde, seguendo uno schema ripetitivo, in cui ciascuna falda e sottofalda completa contiene un numero di unità rigorosamente pari :

$$\mathbf{N_1 = 2}$$

$$\mathbf{N_2 = 2 + 6 = 8}$$

$$\mathbf{N_3 = 2 + 6 + 10 = 18}$$

$$\mathbf{N_4 = 2 + 6 + 10 + 14 = 32}$$

$$\mathbf{N_5 = 2 + 6 + 10 + 14 + 18 = 50}$$

$$\mathbf{N_6 = 2 + 6 + 10 + 14 + 18 + 22 = 72}$$

Ciascuna orbita R_n si divide ancora in orbite più piccole $R_{m(n)}$ seguendo lo stesso schema.

Queste ultime si dividono in altre ancora più piccole $R_{q(m,n)}$.

Il numero delle falde e sottofalde è comunque limitato dalla condizione che il raggio minimo della sottofalda non può essere minore di quello dell'orbita principale successiva, come del resto abbiamo visto, tracciando lo schema orbitale universale.

Nello schema che abbiamo tracciato, ciascun addendo che entra nella composizione della falda definisce il numero massimo delle unità che possono essere presenti sulla sottofalda completa.

Per esempio, un atomo che abbia quattro orbite complete, si presenterà con lo schema seguente.

$$\mathbf{2 + (2 + 6) + (2 + 6 + 10) + (2 + 6 + 10 + 14) = 60}$$

Vedremo in seguito come questa disposizione sia ben verificata nel nucleo atomico.

227