elementi spaziali costituenti la sfera attorno al suo centro, in definitiva il lavoro L si conserva sottoforma di energia cinetica di rotazione.

E' chiaro che, se per una ragione qualsiasi, la particella che abbiamo considerato realizza il percorso inverso, dividendosi nuovamente, fino a diventare spazio fisico puro, restituisce la stessa energia.

Si può dunque dire che la massa m_0 di una sfera materiale nello stato di particella elementare è equivalente ad una energia data da :

$$E_0 = m_0 \cdot C_l^2 = F_0 \cdot r_1 = 53346,70654 \ N_w \cdot r_1$$

Utilizzando la gerarchia osservata per l'universo, possiamo, a questo punto, tracciare lo schema di aggregazione di tutte le particelle elementari a partire da quella infinitesima di raggio $r_0 \to 0$.

– **caratteristiche fisiche delle particelle fondamentali**

Utilizzando le relazioni che abbiamo ricavato, potremo anche calcolare alcune caratteristiche importanti, **non ancora note**, di particelle elementari come elettrone, fotone, fotino, ecc. .

Riportiamo, in figura 41, uno schema molto semplificato, secondo il quale può aggregarsi la materia, in questo caso, nella forma di particelle elementari.

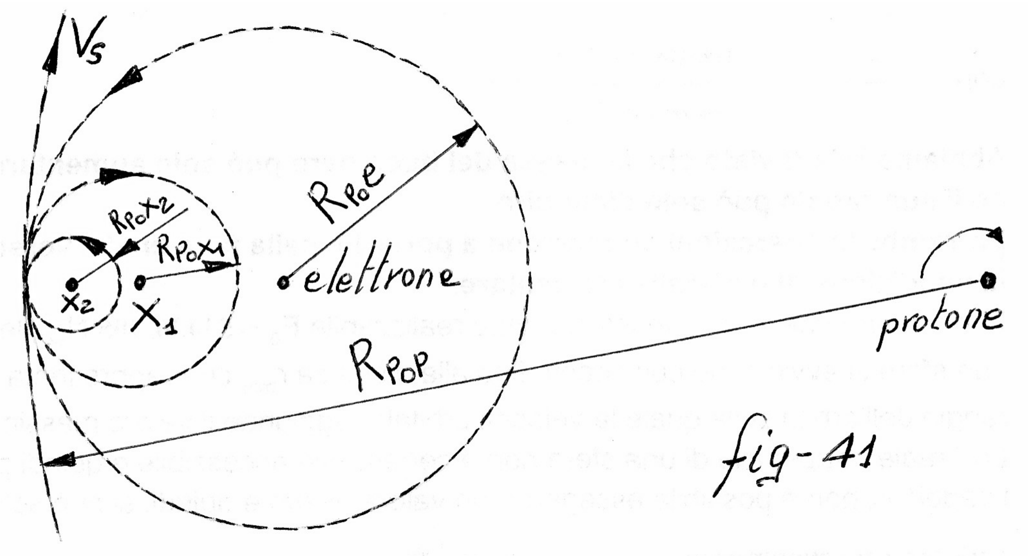

fig-41

478

In tale schema, ciascuna coppia di sfere in equilibrio sull'orbita considerata soddisfa la condizione di equilibrio :

$$\frac{m_p}{R_{P0}} = \frac{m_s}{R_{P0S}}$$

In questo caso gli indici p ed s vengono utilizzati per indicare rispettivamente sfera planetaria in orbita e sfera solare centrale (si assume $m_p << m_s$) .

Essendo r_{1S} il raggio della prima orbita solare, associata al numero quantico $p = \mathbf{1}$, sulla quale la velocità orbitale è uguale a C_I , per l'orbita considerata si avrà :

$$R_{P0S} = r_{1S} \cdot p^2 \quad ; \quad V_S = \frac{C_I}{p} \quad ; \quad p^2 = \textbf{numero intero}$$

Anticipando un risultato che ricaveremo in seguito, diciamo che, per ciascuna coppia di particelle, nell'universo che noi conosciamo, sono possibili solo due condizioni di equilibrio, le quali vengono utilizzate nell'universo per aggregare la materia in circostanze diverse.

La prima condizione di equilibrio si ottiene con la particella satellite rivoluente con una velocità V_S sull'orbita di raggio R_{P0S} e, normalmente, mette in gioco una quantità di energia relativamente modesta.

Si realizza, in questo caso, l'aggregazione di due particelle elementari rotanti su se stesse in versi opposti e aventi dimensioni e caratteristiche che stanno in un rapporto pari a $\mathbf{2} \cdot p^2$.

Lo stesso equilibrio può essere raggiunto anche se sulla stessa orbita, invece di una sola particella, si ha un numero di particelle : $N_p = \mathbf{2} \cdot p^2$ aventi masse **attiva e passiva** ridotte di un fattore pari a :

$$\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2} \cdot p^2}$$

479

Nella realtà, nelle strutture elementari le particelle presenti sulla stessa orbita sono, in generale, tutte uguali tra loro e quindi soddisfano la condizione che è stata indicata.
Quando questo non si verifica, per avere ancora un sistema equilibrato, deve essere verificata la condizione:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum m_i = m_{1eq} \\ \\ \sum K_i^2 = K_{1eq}^2 \end{array} \right\}$$

Essendo, nelle particelle elementari, il valore dello spazio rotante associato alla massa inerziale m_i molto piccolo rispetto a K_i^2, per avere l'equilibrio del sistema, è sufficiente che la prima relazione sia verificata anche solo in prima approssimazione.

Questo consente, per esempio nei nuclei atomici, di avere isotopi stabili con la sostituzione sull'orbita di un protone con un neutrone. Esiste però un limite oltre il quale, una ulteriore sostituzione porta ad un isotopo instabile.
L'aggregato che viene prodotto risulta ancora una particella elementare fino a quando sulla prima orbita r_1 risulta $V_1 = C_l$.

Questa forma di aggregazione avviene spontaneamente senza alcun apporto di energia dall'esterno, in quanto, dopo l'innesco, che si realizza in condizioni opportune, il processo risulta esotermico.

La seconda condizione di equilibrio si realizza con una particella satellite che rivoluisce contemporaneamente sull'orbita minima di due particelle identiche. come è mostrato schematicamente in figura 42.

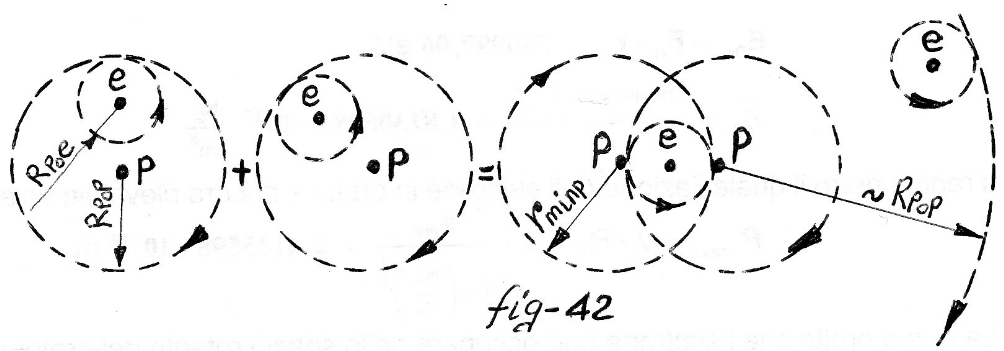

fig-42

480

In questo caso la fusione è resa possibile dall'azione di una forza esterna .
Dalla figura 41 abbiamo :

$$r_{1S} = r_{min} = \mathbf{2} \cdot R_{P0}$$

e quindi, per la condizione di equilibrio si ricava :

$$\frac{m_p}{R_{P0}} = \frac{m_S}{R_{P0S}} = \frac{m_S}{r_{1S} \cdot p^2} = \frac{m_S}{\mathbf{2} \cdot R_{P0} \cdot p^2}$$

in definitiva, si ottiene la relazione fondamentale, già nota :

$$\frac{K_S^2}{K_P^2} = \frac{m_S}{m_P} = 2 \cdot p^2$$

Utilizzando lo schema proposto, ricaviamo le caratteristiche seguenti :

protone –

$$r_{0P} = \frac{m_p}{\mathbf{118{,}7124 \cdot 10^{-14}} \frac{K_g}{m}} = \frac{1{,}6726231 \cdot 10^{-27}\ K_g}{118{,}7124 \cdot 10^{-14}\ \frac{K_g}{m}} =$$

$$= 1{,}408970459 \cdot 10^{-15}\ \text{m}$$

$$r_{1P} = \mathbf{2} \cdot r_{0P} = 2{,}817940919 \cdot 10^{-15}\ \text{m}$$

$$R_{P0P} = \frac{r_S}{\left(\frac{6}{\pi}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\mathbf{m_S}}{\mathbf{m_H}}\right)^{\frac{1}{3}}} \cdot \left(\mathbf{1} - \frac{m_e}{m_P}\right) =$$

$$= 5{,}29177249 \cdot 10^{-11}\ \text{m}$$

481

$$p = \left(\frac{R_{P0P}}{r_{1P}} \right)^{\frac{1}{2}} = 137,0359896$$

$$V_S = \frac{C_l}{p} = \frac{299792,458 \frac{K_m}{sec}}{137,0359896} = 2187691,415 \frac{m}{sec}$$

$$E_{0P} = F_0 \cdot r_{1P} = 53346,70654 \ N_w \cdot r_{1P} = 938,2723404 \ MeV$$

$$\delta_P = \frac{283,405 \cdot 10^{-15} \ \frac{K_g}{m}}{r_{0P}^2} = 1,42759077 \cdot 10^{11} \ \frac{K_g}{cm^3}$$

elettrone –

$$r_{0e} = \frac{m_e}{118,7124321 \cdot 10^{-14} \ \frac{K_g}{m}} = 0,7673492606 \cdot 10^{-18} \ m$$

$$r_{1e} = 2 \cdot r_{0e} = 1,534698521 \cdot 10^{-18} \ m$$

$$R_{P0e} = r_{1e} \cdot p^2 = 28,81989243 \cdot 10^{-15} \ m$$

$$E_{0e} = F_0 \cdot r_{1e} = 510999,06 \ eV$$

$$\delta_e = \frac{283,405 \cdot 10^{-15} \ \frac{K_g}{m}}{r_{0e}^2} = 4,81306083 \cdot 10^{17} \ \frac{K_g}{cm^3}$$

Il raggio entro il quale l’azione dell’elettrone in orbita è ancora rilevabile vale :

482

$$R_{maxe} \simeq 2 \cdot R_N = 2 \cdot \frac{R_{P0P}}{1 + \left(\frac{m_P}{m_e} \right)^{\frac{1}{2}}} = 2,4135598 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Con riferimento alla figura 41, la prima orbita che teoricamente l'elettrone, con la sua "immutabile" sfera planetaria R_{P0e} , può occupare nello spazio rotante del protone risulta :

$$r_{minP} = 2 \cdot R_{P0e} = 57,63978486 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

Come possiamo vedere dalla figura 42, il valore r_{minP} così determinato rappresenta anche il massimo accostamento reale che si può ottenere con la coppia protone – protone, utilizzando l'elettrone come satellite comune.

Per la coppia **protone – elettrone** risulta dunque :

$$p_e^2 = \frac{R_{P0P}}{r_{minP}} = \frac{5{,}29177249 \cdot 10^{-11} \text{ m}}{57{,}63978486 \cdot 10^{-15} \text{ m}} = 918,0763778$$

che soddisfa la relazione :

$$\frac{m_P}{m_e} = 2 \cdot p_e^2 = 1836,152756$$

L'energia di legame dell'elettrone sull'orbita di raggio R_{P0P} risulta :

$$E_{le} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_S^2 = \frac{E_{0e}}{2 \cdot p^2} = 13,60569805 \text{ eV}$$

Lo spazio rotante associato all'elettrone vale :

$$K_e^2 = \beta_e \cdot m_e = -0,137931824 \ \frac{m^3}{sec^2}$$

Il segno negativo è stato introdotto per indicare che il verso di rotazione è opposto a quello del protone.

In questo spazio rotante, **sull'orbita fondamentale di raggio** R_{P0e} **può orbitare**, **in equilibrio**,**una particella**, **che indichiamo con la lettera** X_1 , **che dovrà avere le seguenti caratteristiche** :

X_1(**fotone**) –

$$m_{X_1} = \frac{m_e}{2 \cdot p^2} = \frac{1,1093897 \cdot 10^{-27} \ K_g}{37557,72489} = 2,425437038 \cdot 10^{-35} \ K_g$$

$$r_{0X_1} = \frac{m_{X_1}}{118,7124321 \cdot 10^{-14} \ \frac{K_g}{m}} = 2,043119659 \cdot 10^{-23} \ m$$

$$r_{1X_1} = 2 \cdot r_{0X_1} = 4,086239318 \cdot 10^{-23} \ m$$

$$R_{P0X_1} = r_{1X_1} \cdot p^2 = 0,7673492608 \cdot 10^{-18} \ m$$

L'energia di sintesi di questa particella risulta :

$$E_{0X_1} = F_0 \cdot r_{1X_1} = m_{X_1} \cdot C_l^2 = \frac{m_e}{2 \cdot p^2} \cdot C_l^2 =$$

$$= \frac{m_e}{2} \cdot \left(\frac{C_l}{p} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_s^2 = E_{le}$$

numericamente risulta :

$$E_{0X_1} = 13,60569805 \ eV$$

484

La coincidenza dell'energia di legame E_{le} **con l'energia di massa** E_{0X_1},
ci porta a identificare la X_1 .
Essa si identifica dunque con la particella di scambio nel legame tra il protone e l'elettrone e quindi, in definitiva, con la "particella" che viene emessa come radiazione elettromagnetica durante la formazione degli atomi di idrogeno, partendo da elettroni e protoni liberi, ben noto come fotone, **di frequenza** :

$$\nu_{X_1} = \frac{E_{0X_1}}{h} = \frac{13{,}60569805 \text{ eV}}{6{,}6260755 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sec}} = 3{,}289841927 \cdot 10^{15} \text{ H}_z$$

la distanza entro la quale, in prima approssimazione l'azione della particella in orbita viene ancora rilevata vale :

$$R_{maxX_1} \simeq 2 \cdot \frac{R_{P0e}}{1 + \left(\frac{m_e}{m_{X_1}} \right)^{\frac{1}{2}}} = 2{,}958949219 \cdot 10^{-16} \text{ m}$$

L'energia di legame del fotone sull'orbita elettronica fondamentale di raggio R_{P0e} ,secondo il nostro schema, sarà :

$$E_{lX_1} = \frac{1}{2} \cdot m_{X_1} \cdot V_S^2 = \frac{E_{le}}{2 \cdot p^2} = 36{,}22609755 \cdot 10^{-5} \text{ eV}$$

la densità vale :

$$\delta_{X_1} = \frac{283{,}405 \cdot 10^{-15} \ \frac{K_g}{m}}{r^2_{0X_1}} = 6{,}789220327 \cdot 10^{26} \ \frac{K_g}{cm^3}$$

lo spazio rotante sarà :

$$K^2_{X_1} = \beta_e \cdot m_{X_1} = 3{,}67252875 \cdot 10^{-6} \ \frac{m^3}{sec^2}$$

Facciamo notare come il fotone confinato in equilibrio sull'orbita elettronica si comporti esattamente come una particella materiale.

Vedremo in seguito che uno spostamento dall'orbita di equilibrio genera una perturbazione sinusoidale nello spazio rotante che si propaga con il fotone.

Sull'orbita stabile, dello spazio rotante **generato dal fotone**, di raggio R_{P0X_1} può rivoluire una particella $\mathbf{X_2}$ con le seguenti caratteristiche :

X_2(fotino) –

$$m_{X_2} = \frac{m_{X_2}}{2 \cdot p^2} = 6,457893044 \cdot 10^{-40} \; K_g$$

$$r_{0X_2} = \frac{r_{0X_1}}{2 \cdot p^2} = 5,439946709 \cdot 10^{-28} \; m$$

$$r_{1X_2} = 2 \cdot r_{0X_1} = 10,87989342 \cdot 10^{-28} \; m$$

$$R_{P0X_2} = r_{1X_2} \cdot p^2 = 2,043119659 \cdot 10^{-23} \; m$$

$$\delta_{X_2} = \frac{283{,}405 \cdot 10^{-15} \; \frac{K_g}{m}}{r^2_{0X_2}} = 9,57675148 \cdot 10^{45} \; \frac{K_g}{cm^3}$$

$$K^2_{X_2} = \beta_e \cdot m_{X_2} = 9,778360555 \cdot 10^{-11} \; \frac{m^3}{sec^2}$$

L'energia di massa di questa particella vale :

$$E_{0X_2} = m_{X_2} \cdot C_l^2 = \frac{1}{2} \cdot m_{X_1} \cdot V_s^2 = 36,22609755 \cdot 10^{-5} \; eV$$

Anche in questo caso, la X_2 si identifica con la particella che viene scambiata tra il fotone orbitante e l'elettrone centrale che genera lo spazio rotante nella struttura che abbiamo indicato.

Come nel caso dell'idrogeno, quando l'accoppiamento tra elettrone e

fotone si realizza, **viene** emesso un fotino **al quale è associata una radiazione elettromagnetica di frequenza** :

$$\nu_{X_1} = \frac{E_{0X_2}}{h} = 8,759428149 \cdot 10^{10}\ H_z$$

La temperatura corrispondente a tale radiazione risulta :

$$T_{X_2} = \frac{E_{0X_2}}{\frac{3}{2} \cdot k} = \frac{E_{0X_2}(eV)}{1,29261 \cdot 10^{-4}\ \frac{eV}{°K}} = 2,80255433\ °K$$

che coincide con il valore della radiazione di fondo che viene rilevato dall'osservazione astronomica in tutti i punti dell'universo con valore praticamente costante.

Questa perfetta coincidenza ci porta a pensare che realmente essa altro non sia che la radiazione associata alla particella X_2 che, essendo legata da una energia tanto bassa, viene facilmente liberata dall'idrogeno presente in tutto l'universo.

La presenza di questa radiazione di fondo, diffusa in qualunque direzione, si può considerare una prova sperimentale dell'esistenza del fotino.

Bisogna comunque considerare che tutte le particelle che precedono il livello di aggregazione dell'elettrone, **se sono legate all'interno delle strutture che abbiamo esaminato**, **vengono confinate in spazi ristretti**, **come le orbite circolari stabili nei quali svolgono la loro funzione come particelle materiali**, **anche se con spazi rotanti molto ridotti**.

Se invece esse si trovano fuori da questi spazi, **ossia se sono libere di di muoversi su orbite non circolari**, **rivelarle sarà**, **per noi**, **praticamente impossibile sia per un limite teorico** (**principio di indeterminazione**), **che per una insufficienza dei nostri mezzi d'indagine**.

La conseguenza di questi limiti è che, non riuscendo ad individuarne con precisione la posizione e le relative caratteristiche di moto, siamo costretti a descriverle associando loro funzioni distribuite (onde) o un valore di temperatura che hanno un significato statistico.

Se, partendo dall'elettrone, indichiamo con **g** il livello di aggregazione che viene considerato, per tutte le particelle elementari, possiamo scrivere le seguenti relazioni generali :

$$m_g = \frac{m_e}{\left(2 \cdot p^2\right)^g} \quad ; \quad r_{1g} = \frac{r_{1e}}{\left(2 \cdot p^2\right)^g}$$

$$R_{P0g} = \frac{R_{P0e}}{\left(2 \cdot p^2\right)^g} \quad ; \quad E_{0g} = \frac{E_{0e}}{\left(2 \cdot p^2\right)^g}$$

per la coppia protone – elettrone al valore di p^2 si sostituisce p_e^2 .

Se il processo di aggregazione fosse andato avanti senza la riduzione da p^2 a p_e^2 , si sarebbe formato una particella elementare molto più grande del protone con le caratteristiche :

$$m_p^* = 3{,}42218 \cdot 10^{-26}\ K_g \quad ; \quad r_{0P}^* = 28{,}81989 \cdot 10^{-15}\ m\ .$$

Imponendo l'equilibrio tra due generiche sfere rotanti, abbiamo già ricavato la relazione fondamentale :

$$\frac{K^2}{m} = \beta = \textbf{costante universale}$$

che, sostituendo ancora $K^2 = V^2 \cdot R$, si può scrivere :

$$\frac{m}{R} = \frac{V^2}{\beta}$$

488

Se, in tale relazione, fissiamo il valore della velocità orbitale V , il secondo membro assume un valore ben definito ed il primo membro definisce così un insieme di aggregati, capaci di soddisfare la relazione, i quali individuano una forma di materia che forma aggregati con caratteristiche particolari.

Valori particolarmente interessanti sono i seguenti :

– $V = C_l$ **che individua la condizione di particella elementare** :

$$\frac{m}{r_1} = \mathbf{59{,}35621605 \cdot 10^{-14}} \ \frac{K_g}{m} = \frac{m_p \cdot C_l^2}{K_p^2}$$ per materia compressa

$$\alpha_{eN} \cdot \frac{m}{r_1} = \mathbf{1{,}34619898 \cdot 10^{27}} \ \frac{K_g}{m} = \frac{m_s \cdot C_l^2}{K_s^2}$$ per materia espansa

– $V = \frac{C_l}{\sqrt{2}}$ **che individua la condizione di buco nero** :

$$\frac{m}{r_b} = \mathbf{29{,}67810803 \cdot 10^{-14}} \ \frac{K_g}{m}$$ per materia compressa

$$\frac{m_N}{r_b} = \mathbf{0{,}67309949 \cdot 10^{27}} \ \frac{K_g}{m}$$ per materia espansa

– $$V = V_S = \frac{C_l}{p} = \frac{C_l}{\mathbf{137{,}0359896}}$$ orbita fondamentale

che individua l'insieme degli aggregati in grado di restare in equilibrio sull'orbita di raggio R_{P0} alla quale è stata associata la velocità V_S .
numericamente si ottiene :

$$\frac{m}{R_{P0}} = \mathbf{31{,}60793341 \cdot 10^{-18}} \ \frac{K_g}{m}$$ per materia compressa

489

$$\frac{m_N}{R_{P0}} = 7{,}168679297 \cdot 10^{22} \ \frac{K_g}{m}$$ per materia espansa

Alcuni esempi sono :

Sole :

$$r_{1S} = 1477{,}6 \text{ m} \ ; \ r_{bS} = 2955{,}1 \text{ m} \ ; \ R_{P0S} = 27747{,}6 \ K_m$$

Protone :

$$r_{1P} = 2{,}81794092 \cdot 10^{-15} \text{ m} \ ; \ r_{bP} = 2 \cdot r_{1P} = 5{,}63588184 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$R_{P0P} = 5{,}29177249 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Elettrone :

$$r_{1e} = 1{,}534698522 \cdot 10^{-18} \text{ m} \ ; \ r_{be} = 2 \cdot r_{1e} = 3{,}069397044 \cdot 10^{-18} \text{ m}$$

$$R_{P0e} = 28{,}81989243 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

Se il Sole dovesse subire un collasso, diventando prima un buco nero e poi una particella elementare, il suo raggio assumerebbe il valore :

$$r_{0S} = \frac{r_{1S}}{2}$$

Diventerebbe così " non osservabile ", ed acquisterebbe la capacità di ospitare come satelliti delle " particelle elementari " sull'orbita di raggio $R_{P0S} = 27747{,}6 \ K_m$.

Il valore della massa inerziale del Sole, nella forma compressa fino alla condizione di particella elementare, vale :

$$\delta_S = \frac{283{,}405 \cdot 10^{-15} \ \frac{K_g}{m}}{r_{0S}^2} = 5{,}192227757 \cdot 10^{-25} \ \frac{K_g}{cm^3}$$

$$m_{iS} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{0S}^2 = \frac{K_S^2}{K_p^2} \cdot m_{iP} = \frac{m_{NS}}{\alpha_{eN}} = 8{,}7702822 \cdot 10^{-10} \ K_g$$

490

Il valore della densità risulta molto basso in quanto, in questa forma, il Sole è visto come un grande nucleo, che in un raggio $r_{0S} = \mathbf{738{,}8}$ m racchiude un numero di protoni, molto basso, dato da :

$$N_p = \frac{K_S^2}{K_P^2} = \frac{132{,}725 \cdot 10^9 \ \frac{K_m^3}{sec^2}}{253{,}2639 \ \frac{m^3}{sec^2}} = \mathbf{5{,}2434 \cdot 10^{17}} \text{ protoni}$$

Si noti però che questi valori sono privi di significato fisico, in quanto in realtà la massima compressione possibile del Sole si ottiene con i protoni posti alla minima distanza raggiungibile $d_{min} = \mathbf{2 \cdot r_{0P}}$.

In queste condizioni il valore minimo raggiungibile dal raggio del Sole sarà :

$$r_{Smin} = r_{0P} \cdot \left(\frac{6}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{m_S}{m_H} \right)^{\frac{1}{3}} = \mathbf{18517{,}2} \text{ m} \gg r_{0S}$$

Un ulteriore accostamento dei protoni non è ipotizzabile senza violare il limite della velocità della luce e la ipotizzata indivisibilità del protone.

– Significato e valore teorico della carica elettrica

Consideriamo ora due generiche sfere, che indichiamo con **a** e **b**.
Senza necessariamente precisare la loro condizione fisica, per determinare il valore della loro forza d'interazione, espressa nella forma più generalele, le trattiamo come particelle elementari.

Se prendiamo in esame il caso ideale in cui nello spazio considerato non sia presente nessun'altra sfera materiale e che entrambe le sfere presenti abbiano un raggio d'azione illimitato (**non esiste dunque uno spazio rotante di ordine superiore**), **con ovvio significato dei simboli**, **si può scrivere** :

$$F_{ab} = \frac{K_a^2}{R^2} \cdot m_b = \frac{\beta_e \cdot m_a}{R^2} \cdot m_b = \beta_e \cdot \frac{m_a \cdot m_b}{R^2}$$

491