– **Espressione teorica dell'interazione unificata**: **gravitazionale**, **elettromagnetica**, **nucleare debole e nucleare forte**.

Con la teoria generale abbiamo dimostrato che, se un punto P, viene posto alla distanza R da una determinata quantità di materia, per poter restare in equilibrio, dovrà acquisire una velocità tangenziale avente un valore tale da soddisfare la condizione :

$$K^2 = V^2 \cdot R = \textbf{costante}$$

In questa relazione il primo membro dipende unicamente dalla quantità Q di materia che si trova nel centro di rotazione, mentre **il secondo membro può essere valutato in qualsiasi punto dello spazio circostante**, senza fare alcuna indagine sulla presenza o meno di materia.

In questo senso, il valore K^2 diventa una caratteristica associata allo spazio fisico che viene conferita ad esso dalla presenza della materia Q .

Se il valore K^2, **inteso come espressione della gravità**, viene considerato al primo membro, esso viene associato alla materia Q e si dice che **essa è attiva** in quanto è capace di imprimere l'accelerazione $a = \dfrac{K^2}{R^2}$ ad una massa esploratrice posta in un punto P qualsiasi dello spazio circostante.

Se invece esso viene valutato al secondo membro, viene associato a tutto lo spazio circostante la materia Q e diventa così una caratteristica propria dello spazio che esprime la sua capacità di imprimere **direttamente** accelerazioni alle masse in esso presenti. Sinteticamente :

La GRAVITA' è una caratteristica dello spazio fisico, che viene reso attivo dalla presenza di materia, **e si esprime quantitativamente con la condizione di equilibrio imposta** :

$$K^2 = V^2 \cdot R\,.$$

L'esperienza dimostra che, quando viene imposta un'accelerazione esterna, che tende a perturbare la sua condizione di equilibrio, la materia oppone una resistenza, **manifestando così il suo ruolo passivo**.

75a

Si dice, in questo caso, che essa oppone, **all'accelerazione imposta**, una forza inerziale direttamente proporzionale alla quantità di materia sollecitata.

Quantitativamente questa azione si esprime con la relazione : $F_i = m_i \cdot a$ in cui a è l'accelerazione che viene imposta, F_i la forza che la materia oppone alla perturbazione ed m_i è una costante associata alla materia che viene sollecitata, la quale può essere indicata come " **massa** inerziale " o " **massa** passiva ".

Benchè le due grandezze siano assolutamente diverse ed **indipendenti**, per comodità, indichiamo la costante K^2 come " **massa attiva** " quando viene associata alla materia, oppure come " **intensità dello spazio rotante** " se viene associata allo spazio che la circonda. In seguito K^2 verrà utilizzata con entrambi i significati, indifferentemente.

Se consideriamo in tutto lo spazio fisico dell'universo la presenza di una sola massa, la definizione operativa che abbiamo dato : $K^2 = V^2 \cdot R$ è verificata sempre per $0 < R < \infty$ e non ha nessun significato parlare del volume dello spazio che viene occupato dalla materia considerata.

Se invece nello spazio che viene considerato sono presenti " **almeno due punti materiali** ", **si avranno le due relazioni** :

$$K_1^2 = V_1^2 \cdot R_1 \quad \text{e} \quad K_2^2 = V_2^2 \cdot R_2$$

che non potranno mai essere verificate entrambe per $0 < R < \infty$.

Ciascuna di esse si potrà dunque verificare **fino ad una distanza massima** R_{P0} oltre la quale l'azione della materia considerata risulta irrilevante rispetto alle altre presenti.

In queste circostanze, dunque praticamente **in tutti i casi reali**, le due masse, **attiva e passiva**, non sono sufficienti per definire completamente la quantità di materia Q.

E' ancora necessario associare ad essa una sfera planetaria di raggio

75b

R_{P0} , **la quale indica il volume dello spazio fisico** " **occupato** ", **ossia lo spazio fisico entro il quale agisce la massa attiva** K^2 , **che coincide**, **a sua volta**, **con il volume di spazio fisico che viene accelerato quando l'equilibrio viene perturbato**, **spostando la massa ad esso associata**.

Dunque, **il valore della massa passiva** m **dovrà essere proporzionale al volume dello spazio fisico che la materia occupa** " **con tutta la sfera planetaria con essa solidale** ".

In realtà, per le ragioni che vengono esaminate in un altro capitolo, nel nostro universo le configurazioni di equilibrio stabile della materia che conosciamo sono solo di due tipi :
quelle che danno origine alle particelle elementari e quelle che invece producono la materia ordinaria.

Le particelle elementari presentano una elevata massa attiva associata a una piccola inerzia, mentre la materia ordinaria manifesta una grande inerzia con una piccola massa attiva.

Si tratta però della stessa materia, che rispetta le stesse leggi, ma con valori diversi delle caratteristiche fisiche ad essa associate.

E' infatti da osservare che la condizione di equilibrio $K^2 = V^2 \cdot R$ è stata ricavata senza alcuna ipotesi restrittiva e risulta indipendente dal valore della massa che si muove nello spazio rotante e dunque **sarà applicabile in tutto l'intervallo** $0 < m < \infty$.

Del resto, nel paragrafo P.17 , trattando il moto di un punto nello spazio fisico, **in condizioni non di equilibrio**, imponendo **esclusivamente** il principio di conservazione del momento angolare, abbiamo ricavato **l'equazione della traiettoria** :

$$R \cdot \vartheta^2 = \frac{2 \cdot C^2}{K^2} = \text{costante}$$

Tale relazione rappresenta una funzione ciclica, **precisamente una**

75c

spirale, indipendente dalla massa in moto e questo è confermato dalla forma a spirale che le galassie presenti nell'universo presentano a tutti i livelli di aggregazione.

Sempre senza fare **alcuna ipotesi restrittiva**, nel paragrafo P.18 , abbiamo visto che, se al principio di conservazione della quantità di moto si aggiunge la conservazione dell'energia, il punto in moto può trovare **equilibrio stabile su orbite circolari quantizzate di raggio** :

$$R_n = \frac{R_1}{n^2} \quad \text{con} \quad n = \mathbf{1} ; \mathbf{2} ; \mathbf{3} ; \ldots\ldots$$

dove R_1 **rappresenta il raggio dell'orbita associata a** $n = 1$.

Certamente interessante è il fatto che lo schema orbitale che si ricava utilizzando l'espressione di R_n **risulta indipendente dalle dimensioni dell'aggregato che si considera**.

Questo risulta in perfetto accordo con lo spirito unitario della teoria, **la quale prevede che** "tutte le leggi fisiche si debbano applicare alla materia sotto qualsiasi forma ed a qualsiasi livello di aggregazione".

Tutta l'analisi che deriva da queste relazioni **sarà dunque applicabile sia ai sistemi astronomici che all'atomo**, **al nucleo atomico o a qualsiasi altro sistema**, **purchè sia organizzato da forze centrali**.
Le relazioni che sono state ricavate hanno quindi valore di **leggi universali**.

Nel paragrafo P.9.2 , trattando i postulati di Einstein, abbiamo visto che, se si utilizza per le osservazioni un'onda elettromagnetica (o un segnale luminoso), **la velocità della luce** C_l **rappresenta il valore massimo raggiungibile in quel mezzo** da un qualsiasi punto osservabile.

Questo vuol dire che la materia potrà essere osservabile (e in questo senso esiste per noi osservatori) solo fino a quando, nel processo di aggregazione, **la velocità orbitale non supera la velocità della luce**. Oltre questo valore la materia non è più osservabile con i segnali più veloci che abbiamo, quindi per noi non esiste.

75d

La legge fondamentale degli spazi rotanti $K^2 = V^2 \cdot R$ ci dice quindi che la materia, nella sua organizzazione raggiunge la velocità orbitale massima :

$$V_{max} = \left(\frac{K^2}{R_{min}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Se poniamo, in questa relazione : $V_{max} = C_l =$ **velocità della luce**

si ricava **il valore minimo del raggio entro il quale la materia può essere confinata per essere ancora osservabile**:

$$R_{min} = \frac{K^2}{C_l^2}$$

Se al di sotto di questo limite non riusciamo ad interagire con la materia, con i nostri mezzi d'indagine, essa diventa immutabile, in quanto, per aggiungere o sottrarre materia, per variare lo spazio rotante generato K^2 , è necessario superare la velocità della luce.

La materia così confinata risulta dunque impenetrabile ed indivisibile, **ossia immutabile con mezzi esterni**.

Queste sono esattamente le proprietà che si richiedono alla materia per presentarsi come particella elementare.

L'essere particella elementare, per la materia, rappresenta il risultato di una evoluzione, "**raggiunto attraverso l'aggregazione oppure il collasso**", e non il punto di partenza per la costruzione dell'universo.

L'idea di particella elementare come costituente fondamentale della materia che, per aggregazioni successive, genera tutto l'universo è inadeguata, in quanto è possibile avere **aggregati immutabili di qualsiasi dimensione**.

In sintesi, la nostra definizione, **inequivocabile**, di particella elementare è la seguente :
Particella elementare è, **per definizione**, **qualsiasi aggregato materiale associato a uno spazio rotante** K^2 ,**confinato**, **per aggregazione o per collasso**, **entro** l'orbita minima raggiungibile :

75e

$$r_1 = \frac{K^2}{C_l^2}$$

La stessa relazione, scritta nella forma $\frac{K^2}{r_1} = C_l^2$ ci dice che il rapporto tra lo spazio rotante generato ed il raggio della prima orbita, **nelle particelle elementari**, **si mantiene costante**.

Per chiarire quello che abbiamo detto, consideriamo un esempio numerico. Per il protone si ottiene :

$$r_{1p} = \frac{K_p^2}{C_l^2} = \frac{253.2638995 \frac{m^3}{sec^2}}{\left(2.99792458 \cdot 10^8 \frac{m}{sec}\right)^2} = 2.81794092 \cdot 10^{-15} m$$

Il Sole, che ha le caratteristiche : $r_S = 695843 \, K_m$; $m_S = 1.989085 \cdot 10^{30} \, K_g$, per poter acquisire le caratteristiche di una particella elementare dovrebbe poter collassare fino a :

$$r_{1s} = \frac{K_s^2}{C_l^2} = \frac{132.725 \cdot 10^{18} \frac{m^3}{sec^2}}{\left(2.99792458 \cdot 10^8 \frac{m}{sec}\right)^2} = 1476.765 \, m$$

E' da notare che **l'orbita minima visibile dall'esterno** è quella associata a una velocità di fuga dall'orbita uguale a quella della luce (si dice **condizione di buco nero**).

Essendo : $V_f = \sqrt{2} \cdot V_n$, si ottiene un valore del raggio doppio.
Il Sole nella condizione di buco nero avrebbe una superficie visibile di raggio uguale a :

$$r_{bns} = \frac{2 \cdot K_s^2}{C_l^2} = 2953.53 \, m$$

Attualmente la superficie visibile del Sole ha un raggio : $r_S = 695843 \, K_m$.
Il fattore di espansione che porta il Sole dalla dimensione minima nella quale

sarebbe ancora visibile a quella attuale vale : $f_s = \dfrac{r_S}{r_{bns}} = 235597$

Se si confronta il Sole nella condizione di particella elementare con il protone è possibile ricavare, **in prima approssimazione**, il raggio della prima orbita (**orbita fondamentale**) dello spazio rotante solare.

L'orbita fondamentale dello spazio rotante del protone vale :

$$R_{11e} = \alpha^2 \cdot r_{1p} = (137.0359896)^2 \cdot r_{1p} = 5.29177249 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{m}$$

dove α è la costante di struttura fine.
Il Sole, **come particella elementare**, avrebbe quindi un'orbita fondamentale :

$$R_{11S} = \alpha^2 \cdot r_{1S} = (137.0359896)^2 \cdot r_{1s} = 27731.967\,\mathrm{m}$$

Moltiplicando per il **fattore di espansione** f_s , che ha subito il Sole fino alla condizione attuale, si ottiene l'orbita fondamentale attuale :

$$R_{1S} = R_{11S} \cdot f_s = 6.533 \cdot 10^6\ K_m$$

che, con la relazione :

$R_P = R_{1S} \cdot p^2 = 6.533 \cdot 10^6 K_m \cdot p^2$ con $p =$ **1** ; **2** ; **3** ; **4** ; ....; **30**

fornisce le orbite dei pianeti con una buona approssimazione.

I valori numerici che abbiamo ottenuto ci confermano che le leggi descrivono il comportamento della materia **a tutti i livelli di aggregazione**.

Questo vuol dire che **anche l'espressione della forza che le diverse parti di un aggregato si scambiano dovrà essere indipendente dal livello di aggregazione**.

In altre parole, dovrà esistere una forza che governa sia la struttura di una galassia che di un nucleo atomico.

Scopo di queste note è proprio la ricerca **dell'espressione teorica di** una forza di validità universale, **capace di descrivere tutta la materia**.

Dato che qualsiasi spazio rotante, **indipendentemente dalle dimensioni**,

75g

esercita la sua azione sulla materia attraverso l'accelerazione radiale :

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

l'espressione cercata non potrà che essere in accordo con la seconda legge della dinamica :

$$F_m = m \cdot a = -\frac{K^2}{R^2} \cdot m$$

dove F_m indica la forza che lo spazio rotante K^2 esercita sulla massa m se viene posta alla distanza R dal centro.

Nella relazione abbiamo due soggetti ben distinti: **uno attivo**, rappresentato dallo spazio rotante che esercita l'azione, quantitativamente indicata da K^2, **l'altro passivo**, che subisce l'azione imposta dallo spazio rotante.

Se abbiamo due quantità di materia Q_1 e Q_2 interagenti in uno spazio fisico **alla distanza** R , non in moto relativo, è chiaro che ciascuna di esse assumerà, **nello stesso tempo**, un ruolo attivo e passivo, per cui, con ovvio significato dei simboli, si avrà :

$$F_{12} = \frac{K_1^2}{R^2} \cdot m_2 \qquad ; \qquad F_{21} = \frac{K_2^2}{R^2} \cdot m_1$$

A questo punto dobbiamo ricordare che all'epoca di Newton si conosceva solo la materia ordinaria e per essa veniva accettato il **principio di azione e reazione** secondo il quale, in qualsiasi interazione, deve sempre essere verificata la relazione : $F_{12} = F_{21}$.
Sostituendo si ottiene :

$$\frac{K_1^2}{m_1} = \frac{K_2^2}{m_2}$$

essendo le due masse generiche, più in generale si potrà scrivere :

$$\frac{K^2}{m} = G = \text{costante universale}$$

75h

Questa relazione ci dice che, **per tutta la materia**, **indipendentemente dal livello di aggregazione**, **ad una grande massa inerziale si associa sempre una grande massa attiva e viceversa**.

Questa affermazione, che deriva direttamente dall'applicazione del principio di azione e reazione, è verificata solo per la materia ordinaria e dunque solo ad essa saranno applicabili le relazioni che ne derivano.
In particolare, con semlici sostituzioni, si ricava :

$$F_{12} = F_{21} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

Pur avendo, **nella interazione**, **ciascuna massa**, **contemporaneamente**, **ruolo attivo e passivo**, **in questa espressione compare solo la massa inerziale e quindi**, **TACITAMENTE**, **nell'analisi del problema si assume un unico valore di massa sia per il ruolo attivo che per quello passivo**.

L'espressione della gravitazione universale, ricavata da Newton, descrive solo un caso particolare di interazione della materia.

Essa infatti, semplicemente perchè all'epoca si conosceva solo la materia ordinaria, esclude a priori la possibilità che possa esistere, nell'universo che conosciamo, una forma di materia avente **piccola massa inerziale** m **con grande massa attiva** K^2 .

Noi però abbiamo visto che esistono due forme di materia : quella ordinaria, che si aggrega nelle forme che conosciamo, e le particelle elementari, che, secondo la definizione che abbiamo dato, rappresentano la forma di materia **confinata nello spazio minimo osservabile**.

Se dunque fissiamo il valore dello spazio rotante K^2 che viene generato dalle due forme di materia, **nel loro ruolo attivo risulteranno indistinguibili**, in quanto alla stessa distanza, su una massa esploratrice, esercitano entrambe la stessa azione.

Quando però le confrontiamo **nel loro ruolo passivo**, imponendo loro una accelerazione esterna, ossia perturbando il loro equilibrio con lo spazio fisico, vediamo che : **Spostando la materia ordinaria**, **il volume di spazio fisico**

75i

che viene perturbato è molto più elevato di quello che si perturba se si sposta una particella elementare che genera lo stesso spazio rotante.

Dato che la massa m rappresenta l'inerzia dello spazio rotante a conservare una condizione di equilibrio, il valore della massa dovrà essere proporzionale al volume dello spazio fisico perturbato.

Dunque il rapporto $\dfrac{K^2}{m}$ risulterà molto elevato per le particelle elementari e molto piccolo per la materia ordinaria.

La relazione : $\dfrac{K^2}{m} = G =$ costante universale

non è più utilizzabile per tutta la materia, **in quanto il rapporto assume valori dipendenti dal livello di aggregazione**.

Per le ragioni che sono state indicate, nelle teorie correnti, per descrivere il comportamento della **materia ordinaria** viene utilizzata l'espressione della " **forza di gravità** " ricavata da Newton.

Pur essendo l'azione della stessa natura, **per le particelle elementari si fa invece ricorso ad una espressione diversa**, **che viene indicata come** " **forza elettrica** ", **messa in campo da una non ben definita** " carica elettrica ", **che non dipende dal supporto materiale**, **e viene indicata come legge di Coulomb** :

$$F_{e12} = \left(\mathbf{10^{-7}} \cdot C_l^2\right) \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$$

Per impostare una teoria in linea con le esigenze di unificazione, le due leggi devono essere espresse da una sola espressione.

Con le definizioni operative che abbiamo dato, quando nel raggio d'azione della materia considerata è disponibile, **in equilibrio**, un satellite di cui sono note le caratteristiche orbitali, **il calcolo della massa attiva o dell'intensità dello spazio rotante generato si presenta molto semplice**.

E' questo, per esempio, il caso di nuclei, atomi, pianeti e di tutti i corpi celesti in generale (**praticamente sempre**).

75I

Per alcuni aggregati noti si ricava, per esempio, lo spazio rotante :
Protone – Sono noti i seguenti dati :

– energia di ionizzazione dell'elettrone nell'atomo di idrogeno :

$$E_{11e} = \mathbf{13{,}605698}\ \text{eV}$$

– masse inerziali dell'atomo di idrogeno e del Sole, determinate nelle stesse condizioni, dunque con lo stesso significato fisico, qualunque esso sia :

$$m_H = \mathbf{1{,}67353404 \cdot 10^{-27}}\ K_g \quad ; \quad m_s = \mathbf{1{,}989085 \cdot 10^{30}}\ K_g$$

– rapporto tra le masse di protone ed elettrone : $\dfrac{m_p}{m_e} = \mathbf{1836{,}152756}$

Tenendo conto che l'energia di estrazione coincide, numericamente, con la energia cinetica, possiamo calcolare la velocità dell'elettrone in orbita :

$$V_{11e} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{11e}}{m_e}} = \mathbf{2187691{,}415}\ \frac{m}{sec}$$

il raggio dell'orbita elettronica fondamentale può essere calcolato, con ottima approssimazione, considerando il Sole come una sfera di idrogeno metallico il cui raggio vale : $r_s = \mathbf{695843}\ K_m$.
Si ottiene il raggio dell'atomo di idrogeno :

$$r_H = \frac{r_S}{\left(\dfrac{6}{\pi}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\dfrac{m_S}{m_H}\right)^{\frac{1}{3}}} = \mathbf{5{,}2946577 \cdot 10^{-11}}\ m$$

considerando la sfera planetaria dell'elettrone, l'orbita fondamentale sarà :

$$R_{11e} = \frac{r_H}{\left(1 + \dfrac{m_e}{m_p}\right)} = \mathbf{5{,}2917757 \cdot 10^{-11}}\ m$$

75m

Si ricava dunque :

$$K_p^2 = V_{11e}^2 \cdot R_{11e} = \mathbf{253{,}2638995}\ \frac{m^3}{sec^2}$$

Elettrone –

Essendo materia nella condizione di particella elementare,**quindi dello stesso tipo di quella del protone**, si avrà :

$$\frac{K_p^2}{K_e^2} = \frac{m_p}{m_e}$$

da cui si ottiene :

$$K_e^2 = \mathbf{0{,}137931824}\ \frac{m^3}{sec^2}$$

Analogamente, considerando Sole, Terra, Luna, si ricava :

Terra – $K_T^2 = \mathbf{398754}\ \frac{K_m^3}{sec^2}$

Sole – $K_s^2 = \mathbf{132{,}725 \cdot 10^9}\ \frac{K_m^3}{sec^2}$

Una massa m qualsiasi, se viene messa in un punto P dello spazio rotante K^2 , viene istantaneamente sottoposta, dallo spazio fisico presente nel punto P occupato, ad un'accelerazione :

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

alla quale oppone una forza :

$$F = m \cdot a = \left(-\frac{K^2}{R^2} \right) \cdot m.$$

In tale espressione non si presenta alcuna simmetria, **in quanto esiste** uno spazio sempre attivo **che imprime un'accelerazione ad una** massa sempre passiva, **che la subisce**.

La stessa dissimmetria si presenta se si considerano due masse interagenti in quanto ciascuna di esse subisce passivamente l'azione dello spazio attivo

75n

generato dall'altra. Si avranno quindi le forze :

$$F_{12} = \frac{K_1^2}{R^2} \cdot m_2 \quad ; \quad F_{21} = \frac{K_2^2}{R^2} \cdot m_1$$

Se, **arbitrariamente**, si pone $F_{12} = F_{21}$, si ottiene : $\dfrac{K_1^2}{m_1} = \dfrac{K_2^2}{m_2}$

che equivale a : $K^2 = \alpha \cdot m$

dove α è una costante caratteristica dipendente dalla natura della materia interagente.

Questa relazione ci dice che il principio di azione e reazione, **dunque anche l'espressione della gravitazione universale fornita da Newton**, **vengono soddisfatte** " solo quando le due masse sono della stessa natura ".

In generale, per masse interagenti di tipo diverso, risulta $F_{12} \neq F_{21}$.
Non è quindi possibile identificare la forza d'interazione con una delle due e **si dovrà procedere a una nuova definizione di forza d'interazione**.

Trattandosi di una definizione nuova, è necessario sceglierla in modo che nei casi noti non sia in disaccordo con i risultati già acquisiti.

Dato che nelle teorie correnti sono noti solo risultati con $F_{12} = F_{21}$, risultano

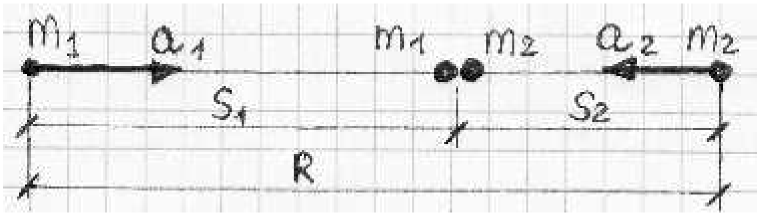
accettabili le due soluzioni : $F = \dfrac{1}{2}\left(F_{12} + F_{21}\right)$

oppure $F = \sqrt{F_{12} \cdot F_{21}}$

Anche se nei casi noti i risultati che si ottengono con queste due scelte sono corretti, il criterio non lo è da un punto di vista energetico.

L'equivalenza tra il sistema reale e quello equivalente è valida solo se, con lo spostamento delle due masse le forze reali $\left(F_{12} \text{ e } F_{21}\right)$ e quella di scambio F, da definire, sviluppano lo stesso lavoro.

75o



Con riferimento alla figura, abbiamo : $\dfrac{S_1}{S_2} = \dfrac{a_1}{a_2} = \dfrac{K_2^2}{K_1^2}$

e quindi : $\begin{cases} \dfrac{S_1}{S_2} = \dfrac{K_2^2}{K_1^2} \\ S_1 + S_2 = R \end{cases}$ da cui si ottiene : $S_1 = \dfrac{R}{1 + \dfrac{K_1^2}{K_2^2}}$

Imponendo l'uguaglianza del lavoro sviluppato dalle due forze con quello che compie la forza d'interazione unica (fittizia), si ha :

$$F_{21} \cdot S_1 + F_{12} \cdot S_2 = F \cdot R$$

da cui si ricava :

$$F = \frac{F_{21}}{1 + \dfrac{K_1^2}{K_2^2}} + \frac{F_{12}}{1 + \dfrac{K_2^2}{K_1^2}}$$

con qualche semplice passaggio, si ottiene l'espressione della forza valida in generale :

$$F = \frac{F_{21}}{K_1^2 + K_2^2} \cdot \left(\frac{K_1^2 / m_1}{K_2^2 / m_2} \cdot K_1^2 + K_2^2 \right)$$

Se le masse interagenti sono dello stesso tipo (materia ordinaria o particelle elemetari), si ha : $\dfrac{K_1^2}{m_1} = \dfrac{K_2^2}{m_2}$ e quindi risulta : $F = F_{21} = F_{12}$

75p

in accordo con le leggi di Newton e Coulomb.
Se come forza d'interazione "si definisce la media geometrica" tra le due forze, **si ottiene** :

$$F_{12} = \sqrt{\frac{K_1^2 \cdot m_2}{R^2} \cdot \frac{K_2^2 \cdot m_1}{R^2}} = \frac{\sqrt{K_1^2 \cdot m_1} \cdot \sqrt{K_2^2 \cdot m_2}}{R^2}$$

Se, per definire la quantità di materia Q, di qualsiasi natura, si assume la :

massa universale : $M_u = \sqrt{K^2 \cdot m}$

Per due masse qualsiasi, **non in moto relativo**, per la forza d'interazione si ricava l'espressione:

Forza universale : $F_{12} = \dfrac{M_1 \cdot M_2}{R^2}$

Riassumendo, se abbiamo due quantità di materia Q_1 e Q_1, qualunque sia la loro natura, la forza d'interazione vale :

$$F = \frac{F_{21}}{K_1^2 + K_2^2} \cdot \left(\frac{K_1^2 / m_1}{K_2^2 / m_2} \cdot K_1^2 + K_2^2 \right)$$

Se la materia interagente è della stessa natura, si ha $K_1^2 \cdot m_2 = K_2^2 \cdot m_1$
e la relazione diventa semplicemente :

$$F_{12} = \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2} = \frac{K_1^2 \cdot m_2}{R^2} = \frac{K_2^2 \cdot m_1}{R^2}$$

Anche se la prima può sembrare la più suggestiva, in quanto **evoca le leggi di Newton e Coulomb**, **senza costante universale**, per la loro semplicità e immediatezza, in tutta la teoria vengono utilizzate esclusivamente le ultime due relazioni.
Applichiamo ora l'espressione alla coppia protone – elettrone.
Essendo le masse interagenti dello stesso tipo (particelle elementari), si ha :
$F_{pe} = F_{ep} = F$ e quindi si può scrivere :

75q

$$F = \frac{K_p^2}{R^2} \cdot m_e = \frac{K_e^2}{R^2} \cdot m_p$$

Anche se, nella teoria che stiamo elaborando, non è necessario, per **poterci uniformare alle teorie correnti**, moltiplichiamo e dividiamo per la costante $\left(\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2\right)$ ed otteniamo così :

$$F = \frac{\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2}{R^2} \cdot \left(\frac{K_p^2 \cdot m_e}{\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2} \right) = \frac{\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2}{R^2} \cdot \left(\frac{K_e^2 \cdot m_p}{\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2} \right)$$

sostituendo i valori numerici, con $R = R_{11e} = \mathbf{5.29177249 \cdot 10^{-11}}\ m$,

si ottiene :

$$F_{pe} = \mathbf{82,38729472 \cdot 10^{-9}}\ N_w$$

Ricordiamo ora che la **legge di Coulomb** fornisce il risultato :

$$F_{pe} = \left(\mathbf{10}^{-7} \cdot C_l^2\right) \cdot \frac{q^2}{R_{11e}^2} = \mathbf{82,38729472 \cdot 10^{-9}}\ N_w$$

Uguagliando le due espressioni, si ricava il valore teorico della carica elettrica associata ad "**una coppia di sfere**" materiali qualsiasi :

$$q_{12} = \left(\frac{K_1^2 \cdot m_2}{\mathbf{10}^{-7} \cdot C^2} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{K_2^2 \cdot m_1}{\mathbf{10}^{-7} \cdot C^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

per la coppia protone – elettrone, si ottiene :

$$q_{pe} = \left(\frac{253{,}2638995 \ \frac{m^3}{sec^2} \cdot 9{,}1093897 \cdot 10^{-31}\ K_g}{10^{-7} \cdot \left(2{,}99792458 \cdot 10^8\ \frac{m}{sec}\right)^2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1{,}602177331 \cdot 10^{-19}} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

L’espressione teorica che abbiamo ricavato è estremamente interessante,

75r

non solo perchè consente il calcolo teorico della carica elettrica, ma anche e soprattutto perchè mette in evidenza che :

la carica elettrica "q" è, in realtà, una caratteristica della coppia di masse interagenti.

Se vogliamo **associare la carica elettrica alla singola massa**, ripetiamo il procedimento indicato, prendendo in considerazione la massa unificata. Abbiamo, in questo caso :

$$F = \left(\frac{M_p \cdot M_e}{R^2}\right) = \frac{10^{-7} \cdot C_l^2}{R^2} \cdot \left(\frac{M_p \cdot M_e}{10^{-7} \cdot C_l^2}\right) =$$

$$= \frac{10^{-7} \cdot C_l^2}{R^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{K_p^2 \cdot m_p}{10^{-7} \cdot C_l^2}} \cdot \sqrt{\frac{K_e^2 \cdot m_e}{10^{-7} \cdot C_l^2}}\right)$$

Uguagliando all'espressione della forza di Coulomb :

$$F = \frac{10^{-7} \cdot C_l^2}{R^2} \cdot q_p \cdot q_e$$

si ottiene il valore della carica elettrica che possiamo associare alle singole particelle :

$$q_p = \sqrt{\frac{K_p^2 \cdot m_p}{10^{-7} \cdot C_l^2}} \quad ; \quad q_e = \sqrt{\frac{K_e^2 \cdot m_e}{10^{-7} \cdot C_l^2}}$$

Dato che nell'espressione della forza d'interazione compare il prodotto delle cariche elettriche, **senza variare il valore della forza**, è possibile sostituire al prodotto la media geometrica, associando alle due masse la stessa carica elettrica. Sostituendo i valori numerici si ha :

$$q_p = 6.865386425 \cdot 10^{-18} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$q_e = 3.739006139 \cdot 10^{-21} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

e risulta ancora :

75s

$$q_{pe} = \sqrt{q_p \cdot q_e} = \mathbf{1.602177331 \cdot 10^{-19}} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

Possiamo generalizzare l'espressione della carica elettrica ed associare a qualsiasi massa universale una carica elettrica universale Q.
Si ha quindi la relazione :

$$M^2 = \left(\mathbf{10^{-7}} \cdot C_l^2\right) \cdot Q^2$$

Usando questa relazione, possiamo scegliere **arbitrariamente** di descrivere l'universo, utilizzando indifferentemente le masse universali oppure le cariche elettriche universali.

E' però da notare che non esiste alcuna differenza nei contenuti, ma solo nel linguaggio utilizzato, in quanto le due grandezze differiscono solo per la inutile costante, che abbiamo aggiunto al solo scopo di uniformarci al linguaggio di uso corrente.

interazione Sole – Terra :

$$M_s = \sqrt{K_s^2 \cdot m_s} = \mathbf{1{,}624817828 \cdot 10^{25}} \, (j \cdot m)^{\frac{1}{2}}$$

$$M_T = \sqrt{K_T^2 \cdot m_T} = \mathbf{4{,}881550885 \cdot 10^{19}} \, (j \cdot m)^{\frac{1}{2}}$$

$$F_{ST} = \frac{M_S \cdot M_T}{R_{ST}^2} = \frac{1{,}624817828 \cdot 10^{25} \cdot 4{,}881550885 \cdot 10^{19} \cdot (j \cdot m)}{\left(149{,}6 \cdot 10^9 \, m\right)^2} = \mathbf{3{,}54404 \cdot 10^{22}} \, N_w$$

Lo stesso risultato si ottiene applicando la legge di Newton :

$$F_{ST} = G \cdot \frac{m_S \cdot m_T}{R_{ST}^2} = \mathbf{3{,}54404 \cdot 10^{22}} \, N_w$$

volendo passare attraverso le cariche elettriche universali, si ricava :

$$Q_s = \frac{M_s}{\sqrt{10^{-7} \cdot C_l^2}} = \mathbf{1.713894056 \cdot 10^{20}} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

75t

$$Q_T = \frac{M_s}{\sqrt{10^{-7} \cdot C_l^2}} = 5.149168666 \cdot 10^{14} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

La carica elettrica associata alla coppia vale :

$$Q_{ST} = \sqrt{Q_s \cdot Q_T} = 2.970711963 \cdot 10^{17} \left(K_g \cdot m\right)^{\frac{1}{2}}$$

e quindi la forza d'interazione :

$$F_{ST} = \left(10^{-7} \cdot C_l^2\right) \cdot \frac{Q_S \cdot Q_T}{R_{ST}^2} = 3{,}54404 \cdot 10^{22}\ N_w$$

Lo stesso risultato si ottiene utilizzando direttamente la relazione :

$$F_{ST} = \frac{K_S^2 \cdot m_T}{R_{ST}^2} = \frac{K_T^2 \cdot m_S}{R_{ST}^2}\ 3{,}54404 \cdot 10^{22}\ N_w$$

interazione protone – protone, **nel nucleo atomico** :

$$F_{pp} = \frac{M_p \cdot M_p}{R_{11P}^2} = \frac{\left(6{,}508571646 \cdot 10^{-13} \cdot (j \cdot m)^{\frac{1}{2}}\right)^2}{\left(57{,}63978486 \cdot 10^{-15}\ m\right)^2} = 127{,}505\ N_w$$

molto più elevata di quella che si ricava utilizzando la legge di Coulomb :

$$F_{pp}(e) = \left(10^{-7} \cdot C^2\right) \cdot \frac{q^2}{R_{11P}^2} = F_{pp} \cdot \frac{m_e}{m_P} = 0{,}06944139\ N_w$$

Per interagire con la stessa forza, utilizzando la legge di Coulomb, i protoni dovrebbero avvicinarsi fino alla distanza :

$$d_{pp} = \left(\left(10^{-7} \cdot C^2\right) \cdot \frac{q^2}{F_{pp}}\right)^{\frac{1}{2}} = 1.34514059 \cdot 10^{-15}\ m$$

Nel prossimo capitolo ricaveremo l'espressione teorica della forza nucleare, utilizzando l'espressione della forza universale che abbiamo ricavato.

75u