– inerzia e massa inerziale come caratteristiche dello spazio fisico
E' importante tenere presente che la velocità V non viene imposta alla sfera esploratrice dall'esterno, **ma si ottiene come risultato del lavoro che l'accelerazione radiale**, a_r, **agente in ogni punto dello spazio fisico considerato**, **compie portando la sfera da una distanza** $R_0 \to \infty$ **al valore di equilibrio** R .

Essa rappresenta dunque la velocità di equilibrio di ogni punto dello spazio fisico rotante considerato, **anche se in esso non sono presenti aggregati di materia organizzata**.

Rilevato dunque il valore K^2 , per esempio, per $R = 1\,m$, tutto lo spazio che si trova in condizione di equilibrio stazionario, verrà descritto dalla relazione :

$$V^2_{eq}(R) = \frac{K^2}{R}$$

Sostituendo, si ricava il valore dell'accelerazione radiale a_r che il centro O deve imporre allo spazio fisico circostante per mantenere i suoi punti ad una distanza costante e quindi in equilibrio su orbite circolari.
Si hanno dunque le relazioni fondamentali :

$$a_r = -\frac{V^2_{eq}}{R} \quad \text{e quindi :} \quad a_r = -\frac{K^2}{R^2}$$

Questa relazione ci dice che, affinchè nello spazio geometrico circostante la materia possa esistere uno spazio fisico in equilibrio, è necessario che su ciascun punto dello spazio agisca una pressione radiale, espressa da a_r , **che viene indicata come gravità.**

Per una corretta interpretazione dei risultati, è importante ricordare che nello spazio che abbiamo considerato non esistono altre azioni oltre a quella della materia centrale.

Se dunque si considera uno spazio fisico imperturbato, la simmetria sferica porta ad una velocità risultante :

$$\overrightarrow{V} = \sum \overrightarrow{V_{eq}} = 0$$

In queste condizioni, ciascun punto rimane dunque in equilibrio, fermo nello spazio, sottoposto all'azione di tutti gli altri punti circostanti.

Se ora alla distanza R dalla materia (in figura sulla superficie S_1), poniamo un aggregato spaziale avente densità $\delta_1 > \delta_0$, su di esso agisce una forza F_1 maggiore di quella che agiva prima sullo spazio fisico puro e quindi non si ha più equilibrio.

L'aggregato materiale viene così sollecitato a spostarsi verso il centro e, per ripristinare l'equilibrio, dovrà acquistare una velocità tangenziale pari a V_{eq} ,

in modo che si verifichi : $$\frac{V_{eq}^2}{R} = \frac{K_0^2}{R^2} .$$

La gravità si presenta apparentemente come un'azione " misteriosa " , ma nella realtà è molto semplice e comprensibile e non esiste una vera necessità di introdurre delle costanti universali.

L'azione che si verifica in un punto qualsiasi dello spazio fisico dipende esclusivamente dalle caratteristiche che lo spazio in quel punto ha già acquisito, senza intervento di azioni a distanza.

Se la quantità di materia posta nel punto centrale O non viene cambiata e con un'azione esterna si produce nel punto P una variazione della velocità, portandola da V_{eq} a V , l'accelerazione radiale che si manifestata sul punto perturbato diventa :

$$a_r = \left(\frac{V^2}{R} - \frac{K^2}{R^2} \right) = \frac{1}{R^2} \cdot \left(V^2 \cdot R - K^2 \right) =$$

$$= \frac{1}{R^2} \cdot \left(V^2 \cdot R - V_{eq}^2 \cdot R_0 \right)$$

67

Più in generale, se nell'equilibrio di un punto nello spazio fisico viene prodotta una perturbazione $\Delta\left(V^2 \cdot R\right)$, differenziando l'equazione fondamentale che governa l'equilibrio , si ricava la variazione dello spazio rotante richiesta per rigenerare l'equilibrio :

$$\Delta\left(K^2\right) = \Delta\left(V^2 \cdot R\right).$$

Se la quantità di materia posta nel punto O non viene cambiata, il valore di K^2 non può variare e quindi lo spazio rotante centrale produce sul punto P una **accelerazione**, **che chiamiamo inerziale** : $a_i = - a_r$ che tende a ripristinare l'equilibrio con il valore di K^2 invariato.
Si ha dunque :

$$a_i = - a_r = - \frac{1}{R^2} \cdot \left(V^2 \cdot R - V_{eq}^2 \cdot R_0\right) =$$

$$= - \frac{\Delta\left(V^2 \cdot R\right)}{R^2} = - \frac{\Delta\left(K^2\right)}{R^2}$$

In definitiva, possiamo dire che " **gravità e inerzia** " rappresentano le uniche due caratteristiche che si rendono teoricamente necessarie perchè si possa produrre l'esistenza di uno spazio fisico capace di generare e conservare il suo equilibrio.

Gravità ed inerzia **sono dunque due caratteristiche associate allo spazio fisico e non alla materia organizzata**.

Essendo l'argomento di grande importanza per tutta la teoria, è necessario un ulteriore approfondimento, per una migliore comprensione del significato profondo di queste due caratteristiche.

Innanzitutto osserviamo che tutti i discorsi sono stati fatti senza prendere in considerazione situazioni specifiche o particolari ipotesi restrittive, per cui le relazioni e le conclusioni alle quali siamo giunti sono applicabili a qualsiasi punto di uno spazio rotante, indipendentemente dal fatto che sia presente o meno materia organizzata.

E' solo **per l'equilibrio dello spazio fisico** che si richiede l'esistenza di queste due caratteristiche.

Se si considera un cono con vertice nel centro dello spazio rotante, essendo lo spazio fisico, per definizione, continuo ed incomprimibile, per l'equilibrio è richiesto che sulla superficie di raggio R agisca una forza uguale a quella che viene applicata dalla materia posta al centro.

Se ora nel raggio d'azione dello spazio rotante, alla distanza R dal centro si ha una sfera di materia organizzata in equilibrio, su ciascuno dei suoi punti si manifesteranno le azioni che abbiamo visto.

La gravità **è dunque l'espressione dello spazio fisico considerato nel suo ruolo attivo**.
Essa viene esercitata dallo spazio rotante, si manifesta imponendo alla sfera planetaria la condizione di equilibrio definita dalla relazione :

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

Per quanto riguarda l'inerzia, abbiamo visto che essa si manifesta quando il moto del punto viene perturbato e non è rilevabile in condizione di equilibrio.

L'INERZIA è quindi una manifestazione della tendenza che presenta lo spazio fisico a conservare l'equilibrio di tutti i suoi punti e si rileva con l'accelerazione :

$$a_i = -\frac{\Delta\left(V^2 \cdot R\right)}{R^2} = -\frac{\Delta\left(K^2\right)}{R^2}$$

L'INERZIA è una risposta dello spazio fisico ad un'azione imposta dall'esterno e dunque rappresenta una manifestazione del suo ruolo passivo.

Queste considerazioni si applicano a ciascun punto dello spazio rotante, per cui, per un'analisi quantitativa, è necessario prendere in considerazione tutti i punti che vengono interessati dai fenomeni.

Per quanto riguarda l'inerzia, essendo la risposta ad una perturbazione dello spazio fisico in equilibrio, essa sarà più o meno intensa in rapporto al volume di spazio perturbato.

E' chiaro che una sfera di materia organizzata avente un preciso volume, per poter occupare un punto dello spazio, deve necessariamente rimuovere un volume reale di spazio fisico pari al suo.

Qualsiasi perturbazione indotta sulla sfera si trasferirà a tutto il volume da essa occupato.
Il volume di spazio perturbato coinciderà quindi con quello della sfera planetaria.

Possiamo dunque concludere che :

La reazione inerziale che complessivamente lo spazio rotante esercita contro la sfera planetaria perturbatrice dell'equilibrio, è proporzionale al volume da essa occupato.

A questo punto notiamo che, se applichiamo una forza esterna F_e ad una sfera in equilibrio in uno spazio rotante, la velocità orbitale cambia rispetto al valore corrispondente all'equilibrio.
Si produce così un'accelerazione rispetto allo spazio circostante che oppone una resistenza a questa perturbazione.

In definitiva, è lo spazio fisico che oppone la forza d'inerzia F_i contro la sfera che lo sposta, la quale, a sua volta la trasferisce all'operatore esterno che produce lo spostamento.

Essendo il volume che viene interessato dalla perturbazione una costante caratteristica della sfera planetaria, per noi, operatori esterni, è possibile non considerare tutti questi passaggi e ritenere che sia direttamente la sfera ad opporre la forza d'inerzia F_i all'azione esterna F_e in modo che si abbia $F_i = - F_e$.

In questo caso, si associa alla sfera planetaria una caratteristica che

70

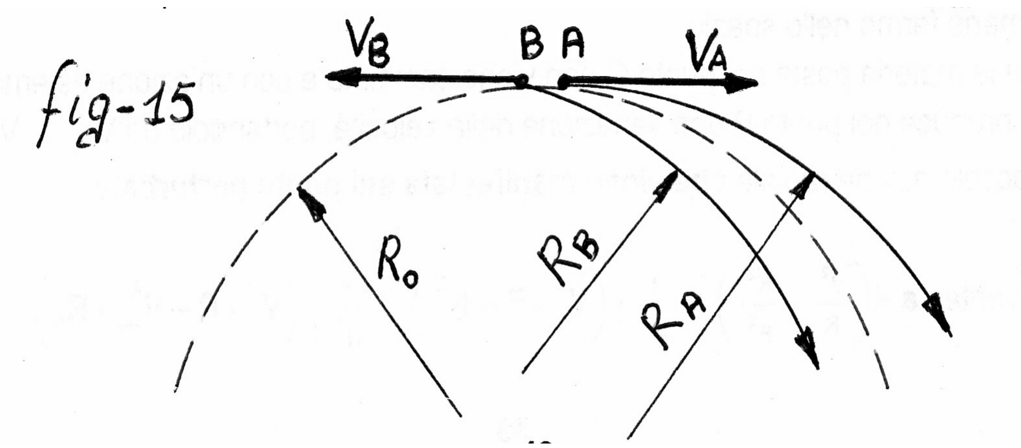
viene chiamata "MASSA INERZIALE", indicata con " m ", proporzionale al volume di spazio fisico occupato, il cui valore si ottiene applicando

la "definizione operativa" : $m = \dfrac{F}{a}$

in cui F è la forza applicata ed a l'accelerazione che la sfera acquista.

Se è nota la massa inerziale m di un aggregato materiale, la definizione può essere utilizzata, nella forma $F = m \cdot a$, per ricavare la forza d'inerzia che bisogna vincere per imprimere alla massa m l'accelerazione a, ovvero la forza F che la massa m esercita contro lo spazio fisico quando si sposta con l'accelerazione a.

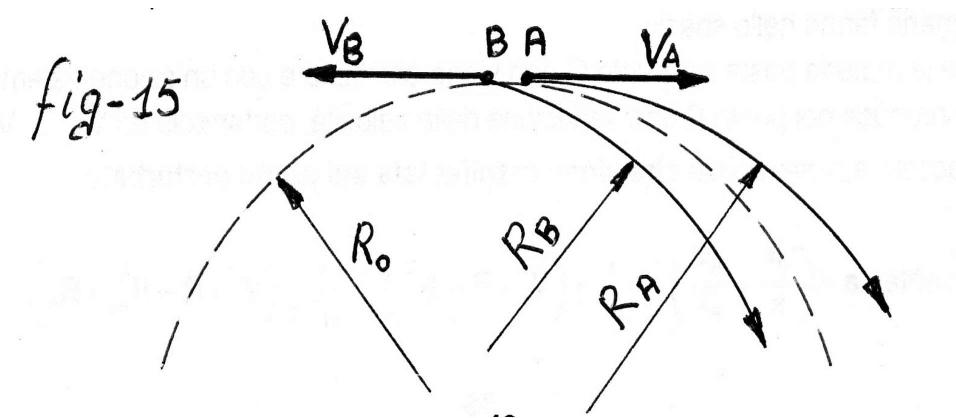
Per chiarire meglio la natura dell'inerzia dello spazio, consideriamo come perturbazione una improvvisa esplosione del punto materiale che si muove sull'orbita circolare di raggio R_0 alla velocità di equilibrio V_{0eq} (figura 15).



Per semplicità, supponiamo che durante l'esplosione siano stati prodotti solo i due frammenti A e B con le velocità finali

$$V_A = V_{0eq} + \Delta V \quad e \quad V_B = V_{0eq} - \Delta V .$$

L'aumento della velocità imposto al punto A produce un aumento del valore dell'accelerazione fittizia $a_f = \dfrac{V^2}{R}$ con un conseguente spostamento verso l'esterno ed aumento del raggio R che passa dal valore R_0 a R_A.



Durante questo passaggio, lo spazio fisico, che non ha subito delle modifiche, riduce la velocità di equilibrio, che passa da $V_{0eq} = \left(\dfrac{K^2}{R_0} \right)^{\frac{1}{2}}$

al valore $V_A = \left(\dfrac{K^2}{R_A} \right)^{\frac{1}{2}} < V_{0eq}$.

In definitiva, quando inizialmente viene impresso al frammento A un aumento di velocità, l'agente che lo produce deve vincere questa azione frenante che tende a ristabilire l'equilibrio.

Un discorso perfettamente analogo si può fare per il frammento B, al quale viene imposta una riduzione della velocità e dunque la reazione dello spazio sarà tale da portarlo in equilibrio su un'orbita avente raggio minore con una velocità più elevata.

Dato che l'orbita circolare rappresenta la condizione di massima stabilità dell'equilibrio, come qualsiasi altro sistema, anche un punto dello spazio fisico in equilibrio su un'orbita circolare si opporrà a qualsiasi perturbazione esterna.

Essendo tutti i punti dello spazio che formano l'universo interagenti con lo spazio rotante locale, il comportamento che abbiamo descritto si manifesta in tutto l'universo come inerzia della materia.
In realtà, per quanto abbiamo visto, possiamo affermare che :

GRAVITA' ed INERZIA non sono caratteristiche proprie della materia organizzata, bensì del punto dello spazio fisico da essa occupato ed esprimono la sua capacità di produrre e mantenere una condizione di equilibrio opponendosi a qualunque perturbazione.
Analiticamente si possono esprimere le condizioni di moto del punto considerato :

$$V = \left(\frac{K^2}{R} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{in equilibrio su orbita circolare}$$

$$a_i = - \frac{\Delta\left(V^2 \cdot R\right)}{R^2} \qquad \text{in presenza di orbite perturbate}$$

In definitiva, qualunque sia il livello di aggregazione nello spazio, la materia si manifesta sempre attraverso un ruolo attivo, che si esplica imponendo ad ogni punto dello spazio circostante il rispetto della condizione $K^2 = V^2 \cdot R$ ed un ruolo passivo che essa esercita opponendo una forza F_i a qualunque azione esterna che le imponga una variazione delle condizioni di moto.

Queste due caratteristiche sono sufficienti per definire completamente ed in maniera inequivocabile la materia.

Il valore "K^2" associato alla materia Q si assume come massa attiva ed esprime, quantitativamente, la sua capacità di esercitare un ruolo attivo nel definire un equilibrio stazionario con lo spazio circostante.

Il valore m viene assunto invece come massa passiva o inerziale della

materia Q **ed esprime**, **quantitativamente**, **la sua capacità di opporsi a qualsiasi perturbazione venga imposta all'equilibrio**.

In base a questa interpretazione, **la** materia è spazio fisico **in moto relativo rispetto allo spazio circostante**.

Per concludere, osserviamo che abbiamo ricavato il significato della gravità e l'espressione che la descrive attraverso diverse vie indipendenti. Naturalmente, si tratta sempre della stessa realtà, ma cambia il metodo che viene scelto per descriverla.