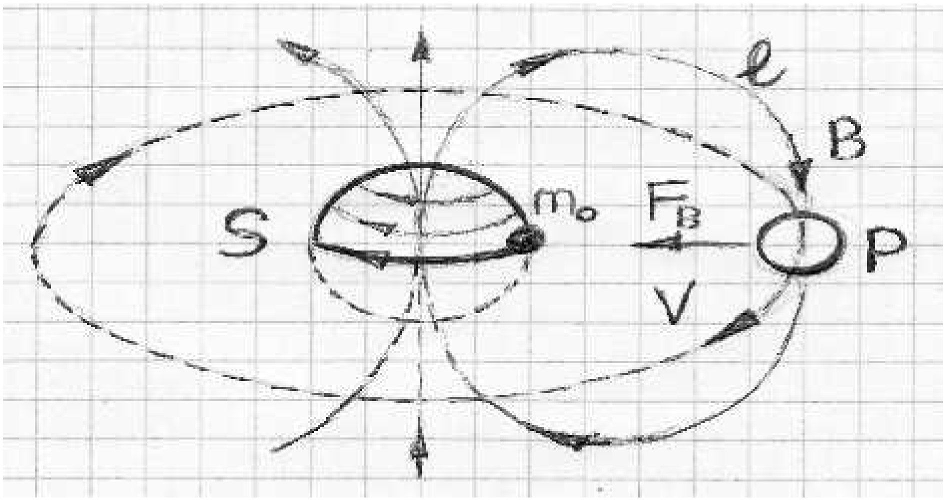
– interazione magnetica tra il Sole e i pianeti
Abbiamo finora visto che una sfera planetaria in moto in uno spazio rotante di valore K_s^2 , raggiunge una condizione di equilibrio su un'orbita circolare con velocità orbitale data dalla condizione : $V^2 \cdot R = K_s^2$

Anticipando un risultato, che ricaveremo in un altro capitolo, diciamo che **la massima stabilità del sistema**, si ottiene con il minimo scambio di energia tra massa orbitante e spazio rotante, condizione che viene raggiunta con una rotazione sincrona, ossia con velocità di rotazione e di rivoluzione aventi uno stesso valore.

In queste condizioni si ha un perfetto equilibrio **con rispetto dei principi di conservazione dell'energia e del momento angolare**.
La sfera solare genera così un momento angolare di rotazione (**spin**) uguale e contrario a quello associato al moto orbitale della massa planetaria.
Il sistema, così configurato, presenta un momento angolare complessivo nullo come quando le due masse erano indipendenti.



Con riferimento al sistema equilibrato di figura, se la sfera planetaria P viene messa in rotazione su se stessa con velocità ω_p , il momento angolare $\vec{L}_p$ associato alla rotazione crea una perturbazione sull'equilibrio iniziale con una conseguente polarizzazione degli elementi spaziali circostanti.

Nasce quindi una interazione tra questa polarizzazione e quella preesistente, con gli effetti giroscopici che abbiamo visto.

L'inclinazione dell'asse di rotazione verrà ridotta **gradualmente dal momento dovuto all'effetto giroscopico**, **che tende a portare i due assi paralleli**.

Una sfera solare rotante su se stessa, dotata quindi di un momento angolare proprio, conferisce allo spazio fisico circostante la capacità di esercitare su una massa m_p , posta alla distanza R , una doppia azione che è composta da una forza diretta verso il centro, espressa dalla :

$$\overrightarrow{F_g} = \frac{K_s^2}{R^2} \cdot m_p \cdot \overrightarrow{N}$$

che abbiamo indicato e studiato come forza gravitazionale, e da un momento dato dalla espressione :

$$\left(F_L \cdot R \cdot \mathbf{sen}\vartheta\right) \overrightarrow{N} = \left[I \cdot \omega_p \cdot \omega_n - J \cdot \omega_n^2 \cdot \mathbf{cos}\vartheta\right] \cdot \mathbf{sen}\vartheta \cdot \overrightarrow{N}$$

che, se $\omega_p >> \omega_n$ fornisce :

$$F_L = \frac{I \cdot \omega_n \cdot \omega_p}{R} = \frac{\alpha \cdot m_p}{R} \cdot \omega_p \cdot \omega_n$$

sostituendo ancora la relazione : $\omega_n = \dfrac{V_n}{R}$

si ha : $$F_L = \frac{\alpha \cdot m_p}{R^2} \cdot \omega_p \cdot V_n$$

La forza d'interazione tra massa solare e sfera planetaria posta alla distanza R dal centro si scriverà quindi :

107a

$$\overrightarrow{F_{SP}} = \frac{m_p}{R^2} \cdot \left(K_s^2 + \alpha \cdot \omega_p \cdot V_n \right) \cdot \vec{N}$$

I calcoli che abbiamo eseguito, secondo la nostra interpretazione, ci dicono che ciascun satellite " trasferisce alla sfera solare " il suo momento angolare e quest'ultima manifesta infine, **nello spazio circostante**, una caratteristica, non ben definita, che è indicata come " **campo magnetico** " **e si presenta direttamente proporzionale al momento angolare complessivamente ricevuto da tutti i satelliti presenti sulle orbite**.

Dato che il momento giroscopico si manifesta comunque anche senza la presenza della sfera solare e che la caratteristica campo magnetico si manifesta " **nello spazio** " **fisico esterno**, **che circonda la sfera solare**,

dobbiamo pensare che ciascun satellite trasferisca il suo momento angolare direttamente allo spazio, che manifesta questa nuova caratteristica in una maniera più o meno evidente in rapporto alla " densità " della materia in esso presente.

Quello della sfera solare **è dunque un ruolo passivo**, analogo a quello di un blocco di ferro posto in prossimità di un campo magnetico preesistente di cui intensifica l'azione per il semplice fatto che, in quel punto, viene sostituito uno spazio vuoto, a bassissima densità di " **elementi spaziali** ", con uno **spazio materiale organizzato**, avente elevata densità.

E' chiaro quindi che, se un pianeta presenta all'interno un nucleo di materiale ferroso spostato rispetto al centro, presenterà anche un campo magnetico indotto decentrato e tutti gli effetti legati alla interazione tra campo magnetico e nucleo metallico rotante.

In definitiva, la forza $\overrightarrow{F_{SP}}$ che noi abbiamo finora immaginato e descritto come forza d'interazione tra sfera solare e sfera planetaria, è in realtà una maniera per descrivere "**l'inerzia dello spazio fisico**", ossia la sua naturale tendenza a raggiungere e mantenere una condizione di equilibrio, **generando sempre un'azione contraria a quella che provoca una perturbazione**.

Possiamo dunque riassumere il meccanismo d'azione come segue.

Se abbiamo uno spazio rotante K_s^2 e poniamo in un punto alla distanza R dal centro una massa m_p , essa interagisce con lo spazio rotante, stabilendo l'equilibrio attraverso un moto di rivoluzione con opportuna velocità V_n .
In queste condizioni, lo spazio esercita sulla massa m_p la forza $\overrightarrow{F_g}$ capace di contrastare esattamente l'inerzia della m_p , che si manifesta attraverso la forza centrifuga.

Al moto di rivoluzione è associato un momento della quantità di moto rispetto al punto fisso distante R dato da :

$$\overrightarrow{L_n} = \left(m_p \cdot V_n \cdot R\right)\vec{k}$$

dove $\vec{k}$ è il versore perpendicolare al piano dell'orbita percorsa.

Gli elementi spaziali che circondano l'orbita vengono indotti a orientare il loro momento angolare (indicato normalmente come spin) in modo che la somma vettoriale dei momenti degli elementi spaziali disposti lungo una linea chiusa che circonda l'orbita sia uguale al momento angolare della massa in orbita, che rappresenta una costante del sistema (teorema della circuitazione).

Lo spazio fisico che circonda l'orbita riproduce dunque l'equilibrio rispetto al momento angolare $\overrightarrow{L_n}$, con una polarizzazione dei suoi elementi.

Se abbiamo, sulla stessa orbita (ma il discorso vale per un'orbita qualsiasi), altre masse in moto, il discorso si ripete identicamente e gli effetti descritti si sovrappongono.

In particolare, all'interno dell'orbita si sommano su un'area molto più piccola di quella trasversale esterna, per cui all'interno dell'orbita si avrà una **densità di polarizzazione** maggiore di quella che si verifica nello spazio esterno.
Se indichiamo con D il valore di questa densità, la quantità $D \cdot \left(\pi \cdot R^2\right)$ rappresenterà una costante del sistema proporzionale al momento angolare totale delle masse in orbita, che viene normalmente detta " **flusso indotto** " attraverso la superficie considerata :

$$\Phi = D \cdot \left(\pi \cdot R^2\right) = \sum L_n$$

Se al centro dell'orbita allo spazio vuoto si sostituisce la materia organizzata di una sfera solare, attraverso meccanismi interni che vedremo in seguito, si genera una notevole amplificazione del valore della polarizzazione D senza alcuna variazione del momento angolare delle masse in orbita.

Per tener conto di questa capacità della materia, si sostituisce la grandezza E alla D con la : $E = \gamma \cdot D$ con γ costante caratteristica del materiale .

Il valore della grandezza E che " attraversa " l'interno dell'orbita vale quindi :

$$\vec{E} = \frac{\sum \overrightarrow{L_n}}{\pi \cdot R^2}$$

Secondo questa interpretazione, **il campo magnetico planetario che si misura in prossimità della superficie di ciascun pianeta non è una sua caratteristica propria**, **ma indotta dai satelliti presenti sulle orbite**.

Anche se attenuato secondo quanto è indicato dal teorema della circuitazione, il vettore $\vec{E}$ sarà presente, come momento angolare specifico, in tutti i punti dello spazio rotante considerato e, attraverso l'elemento di superficie $\overrightarrow{dS}$, produrrà un flusso indotto : $d\Phi = \vec{E} \times \overrightarrow{dS}$.

La massa m_p nelle condizioni descritte è in perfetto equilibrio con lo spazio e soggetta solo alla forza $\overrightarrow{F_g}$ diretta verso il centro dello spazio rotante.

Se, a questo punto, la massa m_p viene indotta a ruotare su se stessa con la velocità angolare ω_p , il sistema, inizialmente in equilibrio, viene perturbato dal momento angolare rotazionale :

$$\overrightarrow{L_p} = I \cdot \omega_p \cdot \vec{v}$$

dove $\vec{v}$ rappresenta il versore perpendicolare al piano di rotazione.

Nasce cosi il momento giroscopico che abbiamo calcolato e l'equilibrio viene nuovamente raggiunto con gli assi dei momenti angolari paralleli.