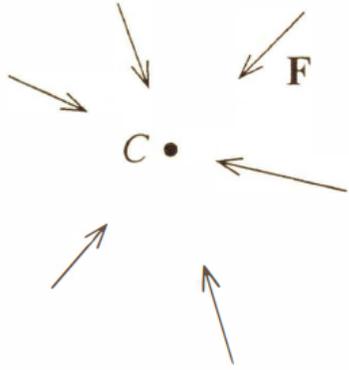


Le forze centrali (conservazione del momento angolare)



Una regione dello spazio in cui agisca una forza che sia funzione della sola posizione ed eventualmente del tempo si dice un campo di forze. Se la forza non dipende dal tempo il campo si dice stazionario, se essa non dipende dalla posizione, il campo si dice uniforme. L' esempio più semplice è il peso, che è un campo di forze stazionario e uniforme

Un campo di forze si dice centrale se in ogni punto la forza è diretta verso un punto fisso o in verso opposto. Il punto fisso è detto il centro delle forze. Dato che esiste un centro di forze, un punto cioè privilegiato, quel punto può fungere da polo (Ω).

If the torque on a particle is zero ($\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} = \mathbf{0}$), then according to Eq. (7.38), we must have $d\mathbf{L}/dt = \mathbf{0}$ or $\mathbf{L} = \text{constant vector}$. Thus the angular momentum of a particle is constant if the torque is zero. This condition is fulfilled if $\mathbf{F} = \mathbf{0}$;

The condition $\mathbf{r} \times \mathbf{F} = \mathbf{0}$ is also fulfilled if \mathbf{F} is parallel to \mathbf{r} ; in other words, if the direction of \mathbf{F} passes through the point Ω . A force whose direction always passes through a fixed point is called a *central force* (Fig. 7-25). Therefore, when a body moves under the action of a central force its angular momentum remains constant, the converse being also true. Another way of stating this is to say that

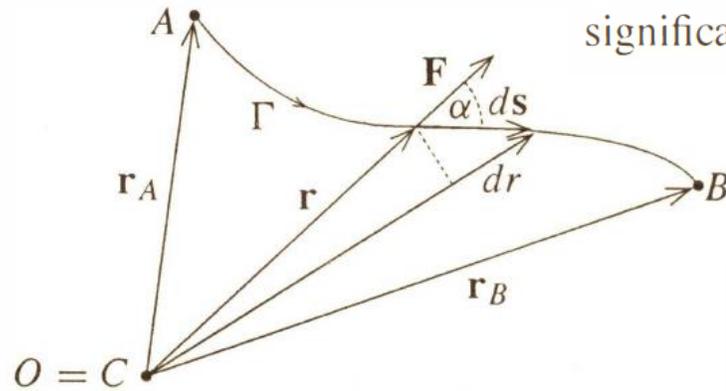
when the force is central, the angular momentum relative to the center of force is a constant of motion, and conversely.

The motion due to a central force is always in a plane because \mathbf{L} is constant.

Esempi di forze centrali sono il campo gravitazionale dovuto al sole o il campo elettrico dovuto ad un protone o ad un elettrone.

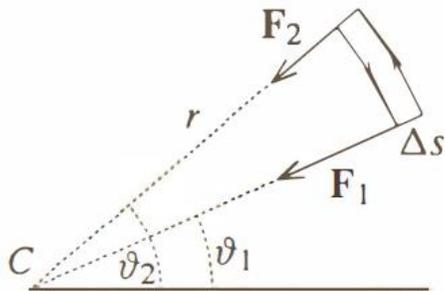
Le forze centrali a simmetria sferica sono conservative (e se sono conservative sono a simmetria sferica)

Dato che esiste un centro di forze, un punto cioè privilegiato, ci conviene scegliere un sistema di riferimento con origine nel centro. Ragioneremo in coordinate polari. Sia $\mathbf{r} = (r, \vartheta, \phi)$ il raggio vettore di un generico punto P , la nostra forza sarà allora una quantità vettoriale funzione di \mathbf{r} , che indicheremo con $\mathbf{F}(\mathbf{r})$. Dire che la forza è centrale significa dire che i vettori \mathbf{F} e \mathbf{r} hanno la stessa direzione



$$dW = \mathbf{F}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{s} = F_r(r) ds \cos \alpha = F_r(r) dr \quad \Rightarrow \quad W = \int_{A.\Gamma}^B F_r(r) dr$$

Quest'integrale è pari alla differenza tra i valori assunti dalla primitiva di $F_r(r)$ in r_B (la distanza dal centro di B) e r_A ed è quindi indipendente dalla particolare curva scelta. La forza è dunque conservativa.



Calcoliamo il lavoro della forza lungo il cammino descritto. I tratti di circonferenza danno contributo nullo, perché lungo di essi la forza è perpendicolare allo spostamento; i contributi dei tratti radiali sono rispettivamente $-F_{r1} \Delta s$ e $F_{r2} \Delta s$. Il lavoro quindi è

$$W = (F_{r2} - F_{r1}) \Delta s \neq 0$$

che non è nullo, in contraddizione con l'ipotesi che la forza sia conservativa.

Esempi di forze centrali a simmetria sferica sono il campo gravitazionale dovuto al sole o il campo elettrico dovuto ad un protone o ad un elettrone.

La potenza

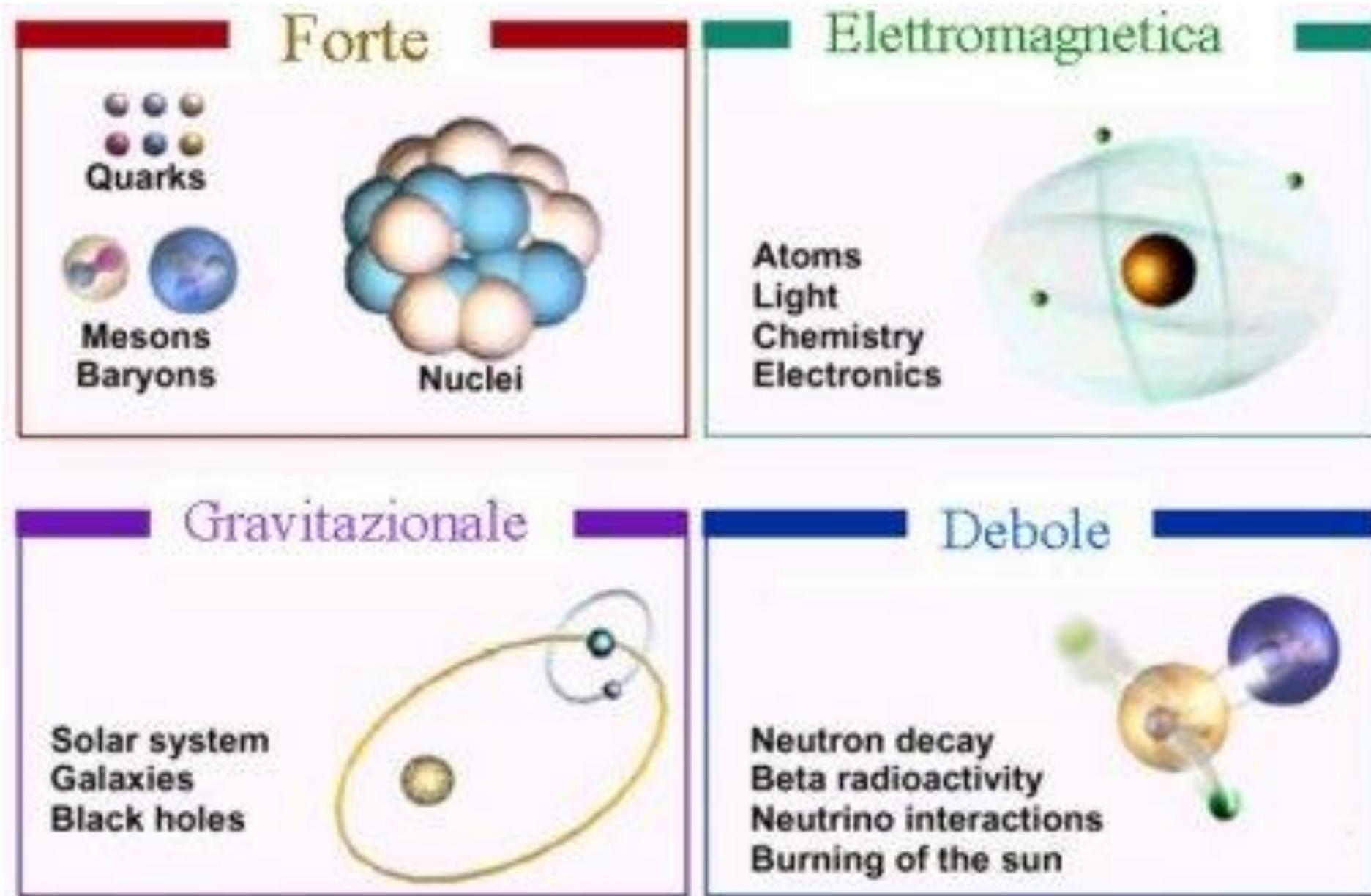
La potenza è il lavoro fatto diviso l'intervallo di tempo in cui è stato fatto. A parità di lavoro fatto, la potenza è tanto maggiore quanto più breve è il tempo in cui quel lavoro viene compiuto. In analogia con il concetto di velocità istantanea o accelerazione istantanea si definisce anche il concetto di potenza istantanea:

$$w = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \frac{ds}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

La potenza si
misura in Watt [W]

$$[W] = \frac{[N][m]}{s} = \frac{[J]}{[s]} = [W]$$

Le quattro forze fondamentali in natura

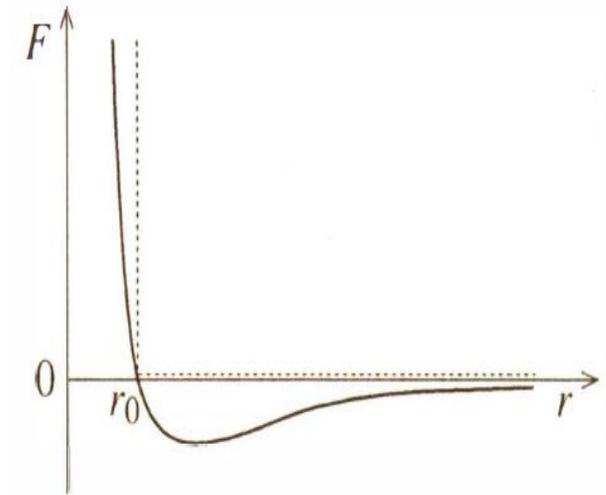


Forze tra molecole: manifestazione di forze elettromagnetiche

Come noto tutti i corpi sono composti di particelle molto piccole, le molecole, che si aggregano in varie forme a costituire i gas, i liquidi ed i solidi. Le molecole sono, a loro volta, composte di entità più piccole, gli atomi.

Gli atomi sono composti da un nucleo centrale carico positivamente in cui è contenuta la gran parte della massa e da una carica negativa, portata dagli elettroni, in valore assoluto uguale alla carica del nucleo, distribuita attorno ad esso;

In conclusione la materia è composta da un numero enorme di costituenti elementari carichi, con cariche dei due segni mescolate così intimamente e accuratamente che i loro effetti, enormi entro gli atomi, scompaiono quasi completamente a qualsiasi scala di distanze superiore a quella atomica.



Dipendenza della forza di Van der Waals dalla distanza

L'interazione tra un elettrone e un protone è data dalla forza di Coulomb. L'interazione tra due molecole o tra piani atomici è data dalla forza di Van der Waals. Entrambe queste forze sono di tipo elettromagnetico ed entrambe si annullano a distanze di poco superiori a quella atomica.