# Terzo principio della dinamica ( principio di azione e reazione )

corpi che interagiscono soltanto tra di loro costituiscono un "***sistema isolato***" in un sistema isolato costituito ad es. da due punti materiali di massa $m_1$ ed $m_2$

interagenti solamente l'uno con l'altro il terzo principio della dinamica afferma che

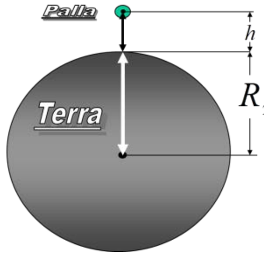
- qualunque sia il tipo di interazione, di contatto o a distanza qualunque sia la natura della interazione, gravitazionale, elettrica, magnetica o nucleare

si ha sempre $\boxed{m_1 \vec{a}_1 = - m_2 \vec{a}_2}$ $\vec{a}_1$ ed $\vec{a}_2$ sono le accelerazioni acquisite dai due corpi a seguito della mutua interazione

in termini di forze se $\vec{F}_{21} = m_1 \vec{a}_1$ e' la forza che il corpo 2 esercita sul corpo 1 e $\vec{F}_{12} = m_2 \vec{a}_2$ e' la forza che il corpo 1 esercita sul corpo 2 → si ha sempre : $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

le forze in un sistema isolato si esercitano sempre a coppie, sono orientate nella stessa direzione e sono sempre opposte in verso una all'altra

Esercizio Stimare l'accelerazione gravitazionale terrestre cui e' soggetta una massa di un kg posta ad un metro dal suolo




$$\left|\vec{F}_G\right| = \gamma \frac{m_T m_P}{r^2} \qquad \gamma = 6.673 \cdot 10^{-11}\, Nm^2 Kg^{-2} \qquad m_P = 1\, Kg \qquad m_T \approx 5.98 \cdot 10^{24}\, Kg$$

se $h = 1\, m$ ⇨ $r = R_T + h$ il raggio della terra e' di circa 6000 km percio' $h$ sara' trascurabile rispetto ad $R_T$

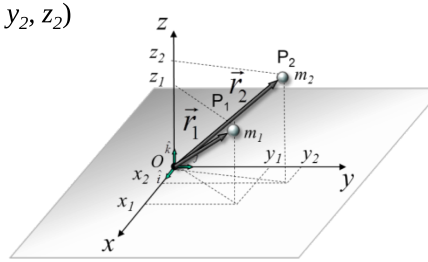
$$r \cong R_T \approx 6380\; Km = 6.380 \cdot 10^6\, m$$ ⇨ $$\left|\vec{F}_G\right| = \gamma \frac{m_T m_P}{r^2} \approx 6.673 \cdot 10^{-11} \frac{5.98 \cdot 10^{24} \cdot 1}{(6.38 \cdot 10^6)^2} = \frac{6.673 \cdot 5.98}{40.70} \cdot 10 \simeq 9.81\, N$$

$$\left|\vec{a}_P\right| = \frac{\left|\vec{F}_G\right|}{m_P} = \frac{9.81}{1} = 9.81 ms^{-2} \qquad \left|\vec{a}_T\right| = \frac{\left|\vec{F}_G\right|}{m_T} = \frac{9.805}{5.98 \cdot 10^{24}} = 1.7 \cdot 10^{-24} ms^{-2}$$

esempio : la forza di gravitazione ( Newton tra due masse puntiformi)

- la direzione della forza e' lungo la congiungente le due masse,
- la forza e' sempre attrattiva
- il modulo della forza e' proporzionale al prodotto delle masse ed e' inversamente proporzionale al quadrato della distanza $r$ tra le due masse $\left|\vec{F}\right| = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$

aassumendo un sistema cartesiano ortogonale se la massa $m_1$ e' collocata nel punto $P_1(x_1, y_1, z_1)$ e la massa $m_2$ e' nel punto $P_2(x_2, y_2, z_2)$




si ha $\vec{r}_1 = x_1\hat{i} + y_1\hat{j} + z_1\hat{k}$ e $\vec{r}_2 = x_2\hat{i} + y_2\hat{j} + z_2\hat{k}$

- "*punto sorgente*" punto in cui e' collocata la massa che esercita la forza

la forza $\vec{F}_{12}$ che la massa $m_1$ esercita sulla massa $m_2$ ⇨ $\vec{F}_{12} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r_{12}^{\ 2}} \hat{u}_{12}$

- il versore va sempre spiccato dal punto sorgente verso il punto dello spazio in cui e' applicata la forza

il vettore $\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ e' diretto da $P_1$ a $P_2$ dunque $\hat{u}_{12} = \frac{\vec{r}_{12}}{\left|\vec{r}_{12}\right|}$ ⇨ $\gamma \frac{m_1 m_2}{r_{12}^{\ 2}} \hat{u}_{12} = \gamma\, m_1\, m_2 \frac{(x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k}}{\left((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$

$\vec{F}_{12}$ e' la forza che $m_1$ esercita su $m_2$ e va applicata nel punto in cui si trova la massa $m_2$ ma $\gamma \frac{m_1 m_2}{r_{12}^{\ 2}} \hat{u}_{12}$ e' nel verso che va da $P_1$ a $P_2$ e

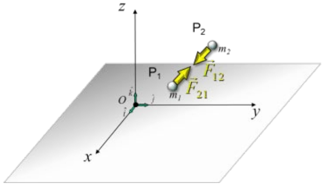
se applicata in $P_2$ produrrebbe una forza repulsiva in contrasto con l'evidenza sperimentale percio' $\vec{F}_{12} = -\gamma\, m_1\, m_2 \frac{(x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k}}{\left((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$

per determinare la forza $\vec{F}_{21}$ che la massa $m_2$ esercita sulla massa $m_1$ si deve assumere la massa $m_2$ come origine della forza e quindi considerare il punto $P_2$ come punto sorgente

$\vec{r}_{21} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 = (x_1 - x_2)\hat{i} + (y_1 - y_2)\hat{j} + (z_1 - z_2)\hat{k} = -\vec{r}_{12}$ $\qquad \left|\vec{r}_{21}\right| = r_{21} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$ ⇨ $r_{12} = r_{21}$

ma se $r_{12} = r_{21}$ ⇨ $\left|\vec{F}_{12}\right| = \left|\vec{F}_{21}\right|$ mentre da $\hat{u}_{21} = \frac{\vec{r}_{21}}{\left|\vec{r}_{21}\right|}$ ⇨ $\hat{u}_{21} = -\hat{u}_{12}$ per cui $\vec{F}_{21}$ sara' opposta a $\vec{F}_{12}$

in conclusione $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$



# Backup Slides