

Terzo principio della dinamica (principio di azione e reazione)

corpi che interagiscono soltanto tra di loro costituiscono un "**sistema isolato**"

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
- qualunque siano le proprietà delle forze di interazione, di essere conservative o non conservative etc.

le forze fondamentali della natura, ossia le forze che si manifestano a seguito della mutua interazione tra sistemi fisici in un sistema isolato

- **si esercitano sempre a coppie, dette forze di azione e reazione**
- **sono sempre orientate nella stessa direzione**
- **sono sempre opposte in verso una all'altra**

Nota bene: le forze apparenti non nascono dalle interazioni tra sistemi fisici perciò non si presentano in coppie di azione e reazione

la coppia di forze di azione e reazione ha **risultante** nulla

la coppia di forze di azione e reazione ha **momento risultante** nullo
perche' le due forze sono lungo la stessa direzione ossia hanno braccio nullo

attenzione !!



le forze di azione e reazione si manifestano sempre in coppia,

ma non si fanno equilibrio tra di loro perche'

anche se hanno **risultante** nulla *non* sono applicate allo stesso corpo

ad es. in un sistema isolato costituito da due punti materiali di massa m_1 ed m_2
se \vec{F}_{12} e' la forza che il corpo 1 esercita sul corpo 2
e \vec{F}_{21} e' la forza che il corpo 2 esercita sul corpo 1

il secondo principio afferma che

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{12} = m_2\vec{a}_2$$

la forza che il corpo 1
esercita sul corpo 2
imprime al corpo 2
l'accelerazione \vec{a}_2

$$\vec{F}_{21} = m_1\vec{a}_1$$

la forza che il corpo 2
esercita sul corpo 1
imprime al corpo 1
l'accelerazione \vec{a}_1

il terzo principio afferma che

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

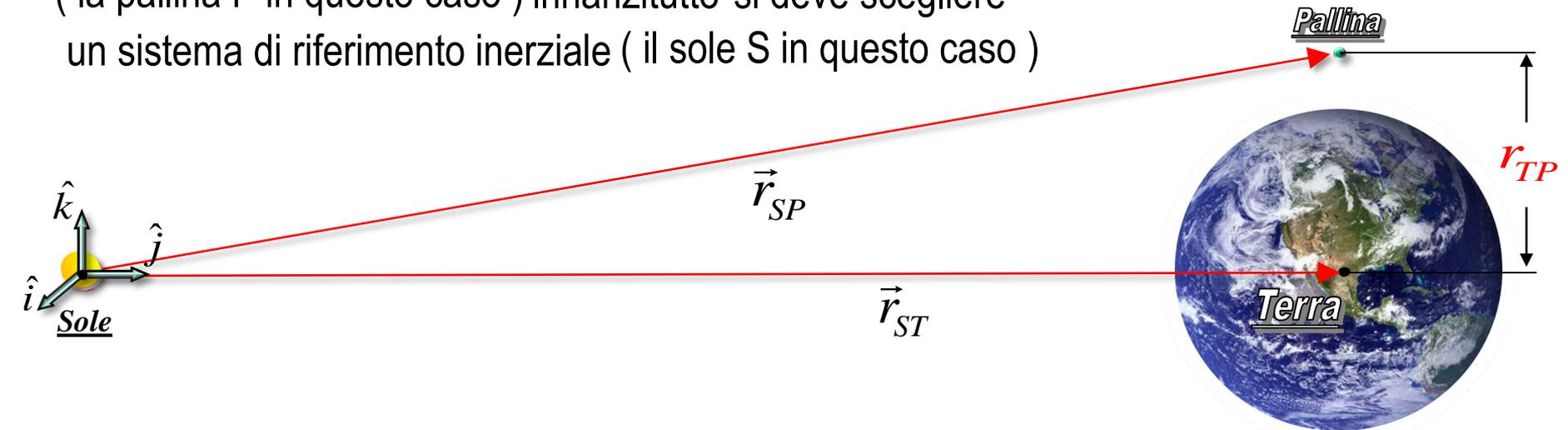
$$m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2$$

\vec{a}_1 e \vec{a}_2 sono le accelerazioni acquisite dai due corpi a seguito della mutua interazione

ad es. la forza gravitazionale che la terra, che ha massa m_T esercita su di una pallina di massa m_P posta appena al di sopra della sua superficie e'

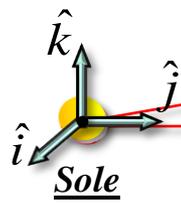
in modulo
$$\left| \vec{F}_{G_{T \rightarrow P}} \right| = F_{G_{T \rightarrow P}} = \gamma \frac{m_T m_P}{r_{TP}^2}$$

- 1) per determinare vettorialmente quale sia la forza che una grandezza fisica puntiforme 1 (la terra T in questo caso) esercita su di un'altra grandezza puntiforme 2, (la pallina P in questo caso) innanzitutto si deve scegliere un sistema di riferimento inerziale (il sole S in questo caso)



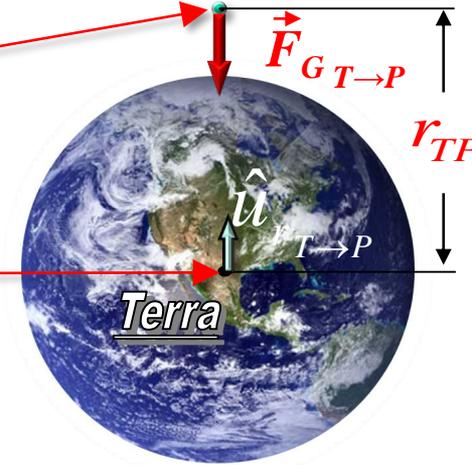
- 2) il vettore posizione della prima grandezza \vec{r}_1 e quello della seconda \hat{r}_2 vanno spiccati dall'origine O del sistema di riferimento inerziale verso il punto dello spazio in cui si trovano le grandezze fisiche puntiformi

- 3) il punto in cui e' collocata la grandezza fisica puntiforme (massa, carica elettrica etc.) che **esercita** la forza e' detto "punto sorgente"



\vec{r}_{SP}

\vec{r}_{ST}



- 4) il versore posizionale relativo \hat{u}_r va sempre spiccato dal punto sorgente verso il punto dello spazio in cui e' applicata la forza
- 5) la forza che la grandezza 1 " sorgente "esercita sulla grandezza 2 va applicata nel punto in cui si trova la grandezza 2 e viceversa

terra che **esercita** la forza sulla pallina

$$\hat{u}_{r_{T \rightarrow P}} = \vec{r}_{SP} - \vec{r}_{ST} \text{ e va applicato}$$

al centro della terra

la forza che la terra esercita sulla pallina e' :

$$\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}} = -\gamma \frac{m_T m_P}{r_{TP}^2} \hat{u}_{r_{T \rightarrow P}}$$

e va applicata sulla pallina

pallina che **esercita** la forza sulla terra

$$\hat{u}_{r_{P \rightarrow T}} = \vec{r}_{ST} - \vec{r}_{SP} \text{ e va applicato}$$

al centro della pallina

forza che la pallina esercita sulla terra :

$$\vec{F}_{G_{P \rightarrow T}} = -\gamma \frac{m_T m_P}{r_{PT}^2} \hat{u}_{r_{P \rightarrow T}}$$

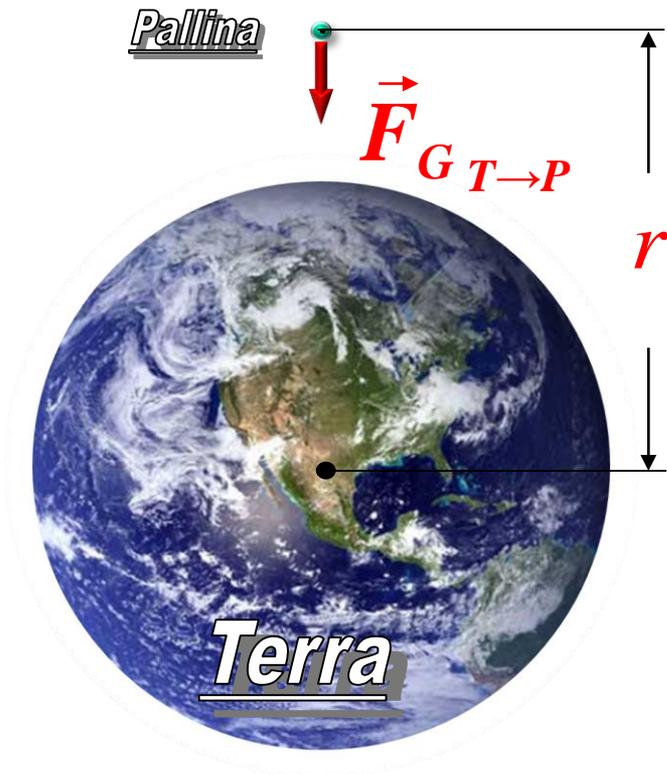
e va applicata sulla terra

tra masse puntiformi si esercita una forza ***sempre attrattiva***

diretta lungo la congiungente i due corpi → forza di gravitazione universale

ad es. il modulo della forza che si esercita tra la terra che ha massa m_T

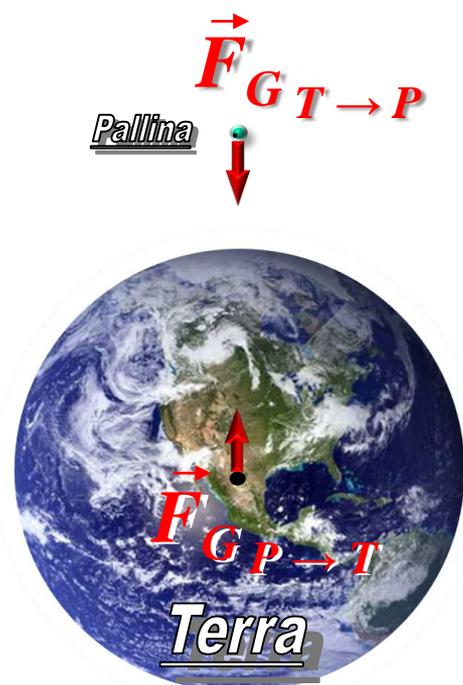
ed una pallina di massa m_P posta al di sopra della sua superficie e'



$$\left| \vec{F}_{G_{T \rightarrow P}} \right| = F_G = \gamma \frac{m_T m_P}{r^2}$$

➤ per la terza legge della dinamica se la terra attira a se' la pallina con la forza $\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}}$ anche la pallina deve attirare a se' la terra con la forza $\vec{F}_{G_{P \rightarrow T}} = -\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}}$ quindi si deve avere

$$|\vec{F}_{G_{P \rightarrow T}}| = |\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}}| = F_G$$



➤ per la seconda legge della dinamica $\vec{F} = m\vec{a}$ quindi i due corpi accelereranno uno verso l'altro sotto l'azione di queste forze

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

per la pallina

$$\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}} = m_p \vec{a}_p$$

$$m_p |\vec{a}_p| = |\vec{F}_{G_{T \rightarrow P}}|$$

$$|\vec{a}_p| = \frac{F_G}{m_p}$$

per la terra

$$\vec{F}_{G_{P \rightarrow T}} = m_T \vec{a}_T$$

$$m_T |\vec{a}_T| = |\vec{F}_{G_{P \rightarrow T}}|$$

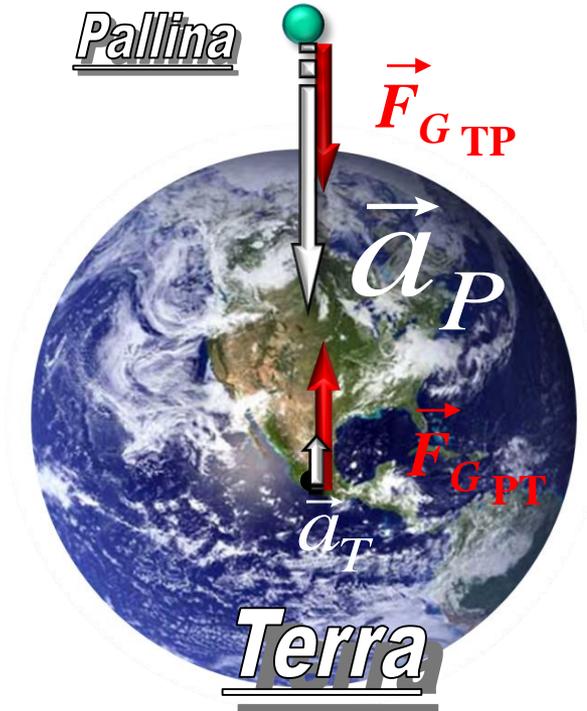
$$|\vec{a}_T| = \frac{F_G}{m_T}$$

ma $m_T \gg m_p \Rightarrow |\vec{a}_p| \gg |\vec{a}_T|$

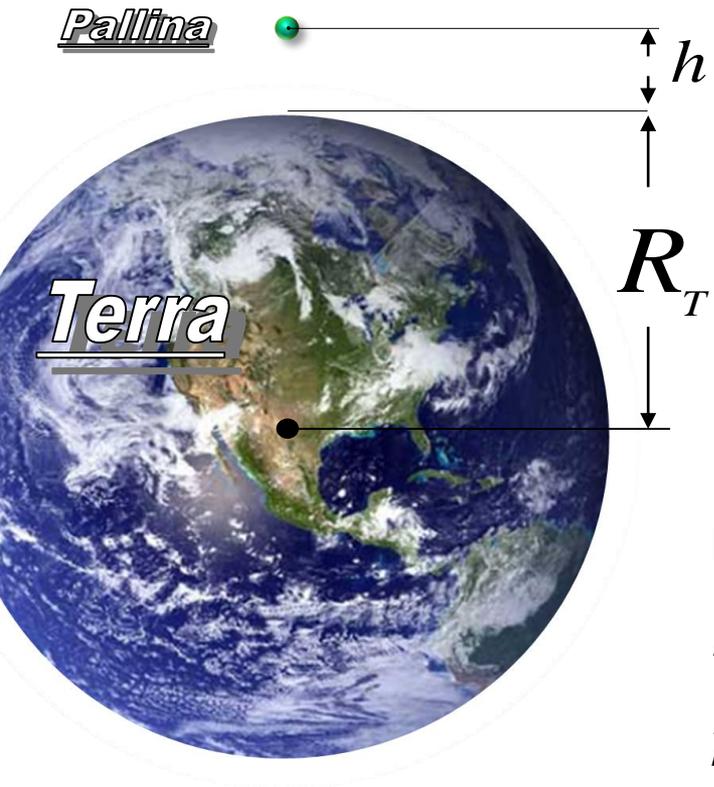
i due corpi accelereranno uno verso l'altro ma l'accelerazione della terra

verso la pallina e' troppo piccola

per essere osservabile



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



$$\gamma = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ Kg}^{-2}$$

$$m_P = 1 \text{ Kg} \quad m_T \approx 5.98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\text{se } h = 1 \text{ m} \Rightarrow r = R_T + h$$

ma il raggio della terra e' di circa 6000 km percio' h sara' trascurabile rispetto ad R_T

$$r \cong R_T \approx 6380 \text{ Km} = 6.380 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\left| \vec{F}_G \right| = \gamma \frac{m_T m_P}{r^2} = 6.673 \cdot 10^{-11} \frac{5.98 \cdot 10^{24} \cdot 1}{(6.38 \cdot 10^6)^2} =$$

$$\frac{6.673 \cdot 5.98}{40.70} \cdot 10 \approx 9.81 \text{ N}$$

$$|\vec{a}_P| = \frac{|\vec{F}_G|}{m_P} = \frac{9.81}{1} = 9.81 \text{ms}^{-2}$$

$$|\vec{a}_T| = \frac{|\vec{F}_G|}{m_T} = \frac{9.805}{5.98 \cdot 10^{24}} = 1.7 \cdot 10^{-24} \text{ms}^{-2}$$

attenzione :

possiamo assumere che la forza esercitata dalla pallina sulla terra sia applicabile nel centro della terra ossia possiamo assumere che la terra sia assimilabile ad un punto materiale ?

Backup Slides