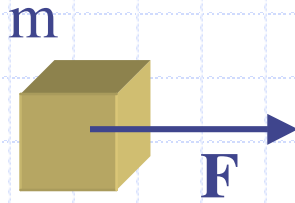


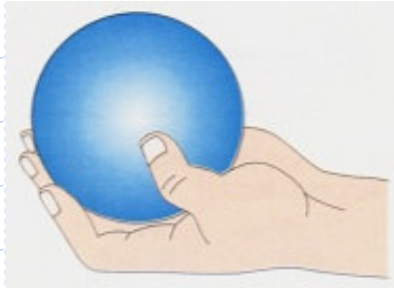
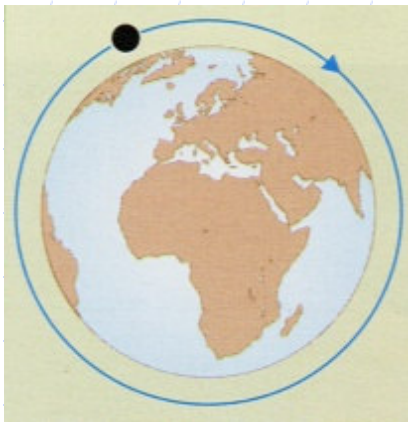
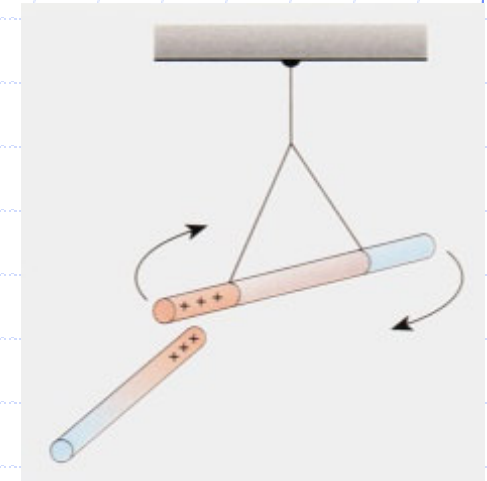
Dinamica: le leggi del moto



Forze di contatto & azione a distanza

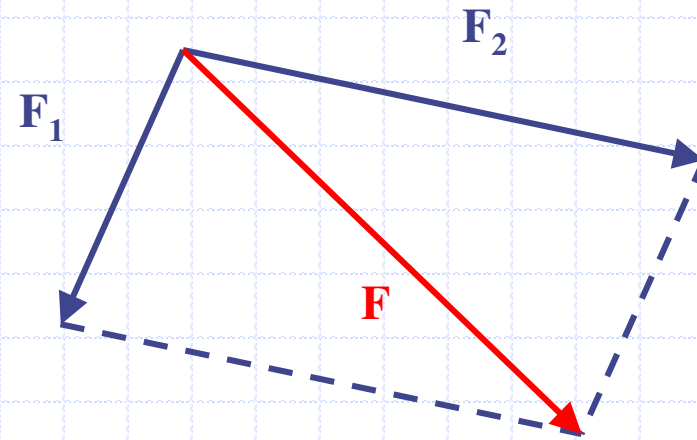
Forze elettromagnetiche

- Forze gravitazionali
- Forze elettrostatiche
- Forze magnetiche
- Forze nucleari (forti - deboli)



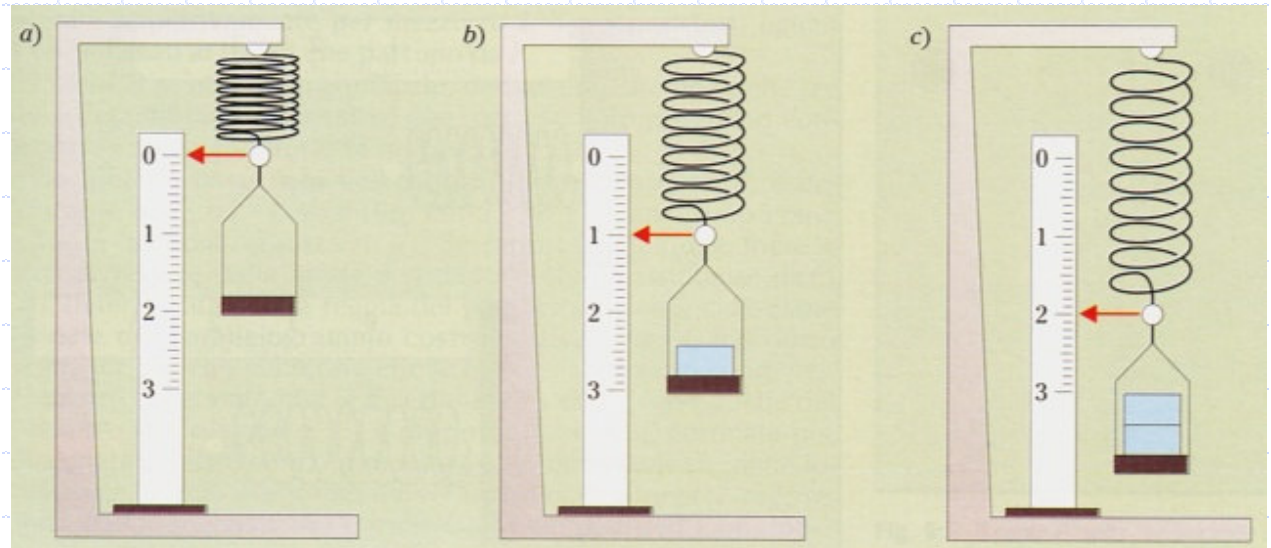
Le forze sono vettori

\mathbf{F} = forza risultante = $\Sigma \mathbf{F}_i$



Il dinamometro

Misura statica delle forze



I legge di Newton

un corpo permane nel suo stato naturale di quiete o di moto rettilineo uniforme ($\mathbf{v} = \text{cost}$) se la risultante delle forze agenti su di esso è nulla ($\mathbf{F} = 0$)

L'azione di una forza dà luogo ad una accelerazione

sistemi di riferimento inerziali

un sistema di riferimento è inerziale se è valida la I legge della dinamica (legge d'inerzia)

L'inerzia è la tendenza di un corpo a permanere nel suo stato naturale di quiete o di moto rettilineo uniforme

La massa di un corpo misura la sua inerzia.

Tanto maggiore è la massa di un corpo, tanto minore è l'accelerazione prodotta da una forza applicata.

La massa è una caratteristica intrinseca di un corpo, è una grandezza scalare.

L'unità di misura è il Kg (S.I.)

Massa \neq Peso

La massa inerziale si può misurare dal confronto delle accelerazioni prodotte da una medesima forza **F** su corpi di massa differente

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

se $m_1 = 1 \text{ Kg}$, $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ e $a_2 = 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow m_2 = 2 \text{ Kg}$

II legge di Newton

l'accelerazione di un corpo è direttamente proporzionale alla forza risultante agente su di esso ed inversamente proporzionale alla sua massa

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



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

$$F_x = ma_x$$

$$F_y = ma_y$$

$$F_z = ma_z$$

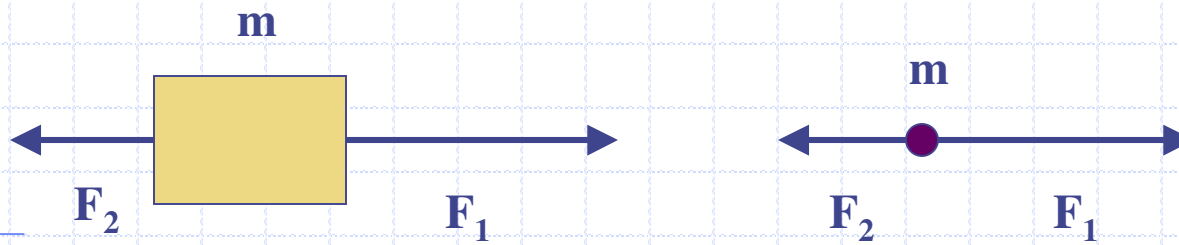
$$[F] = [MLT^{-2}]$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg m/s}^2 \text{ (S.I.)}$$

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gr cm/s}^2 \text{ (C.G.S.)}$$

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyne}$$

Esempio



Un corpo di massa 2 Kg si muove lungo un piano con accelerazione costante di 2 m/s^2 . Se su di esso agiscono due forze di verso opposto di cui una di modulo 5 N quanto vale il modulo dell'altra?

$$\begin{aligned} F_1 &= 5 \text{ N} \\ m &= 2 \text{ Kg} \\ a &= 2 \text{ m/s}^2 \\ F_2 &= ? \end{aligned}$$

$$F = ma = 4 \text{ N}$$

$$F = F_1 - F_2$$

$$F_2 = F_1 - F = 5 \text{ N} - 4 \text{ N} = 1 \text{ N}$$

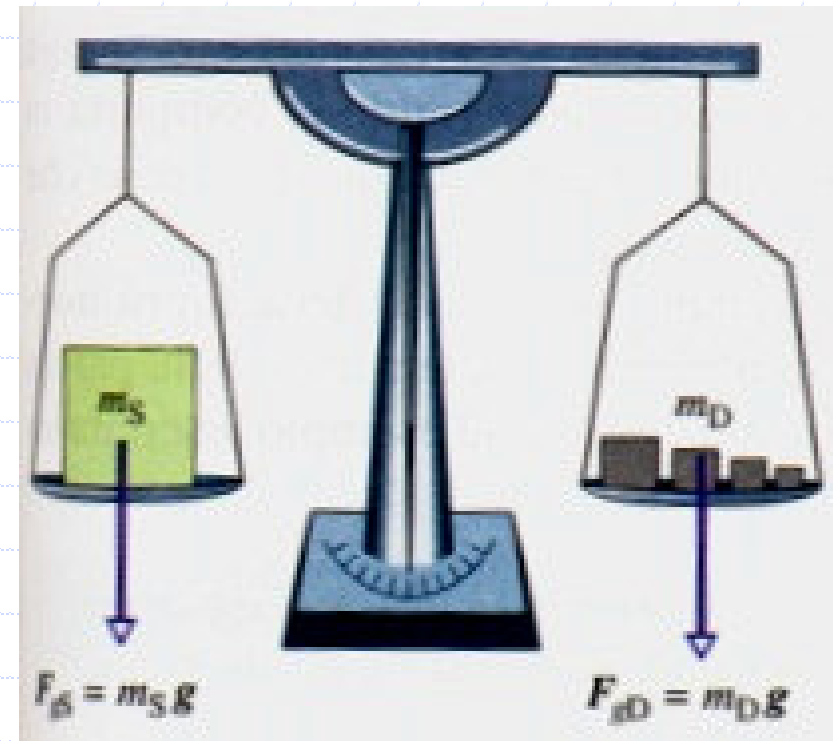
Forza gravitazionale e Peso

$$F = ma$$

$$\text{se } a = g \Rightarrow F_g = mg = P$$

g è funzione
dell'altitudine e della
latitudine
il peso **non** è una
caratteristica intrinseca
di un corpo

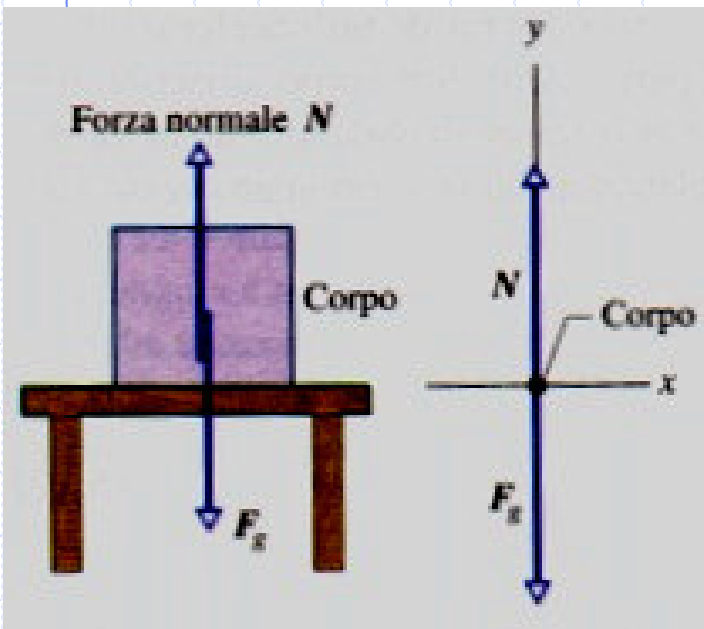
Massa \neq Peso



III legge di Newton

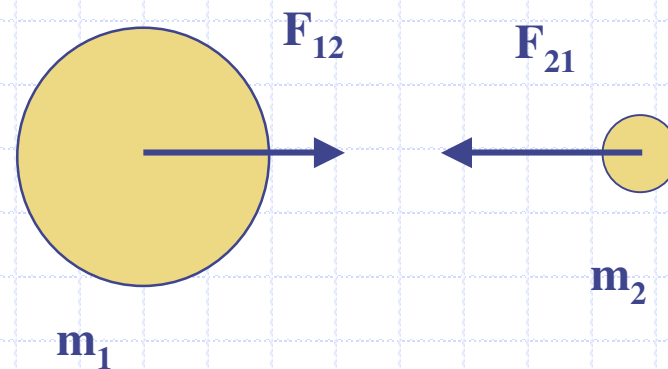
quando 2 corpi interagiscono,
la forza esercitata dal corpo 1
sul corpo 2 è uguale in modulo
ma diretta in verso opposto
alla forza esercitata dal corpo 2
sul corpo 1 (azione-reazione)

Reazione vincolare



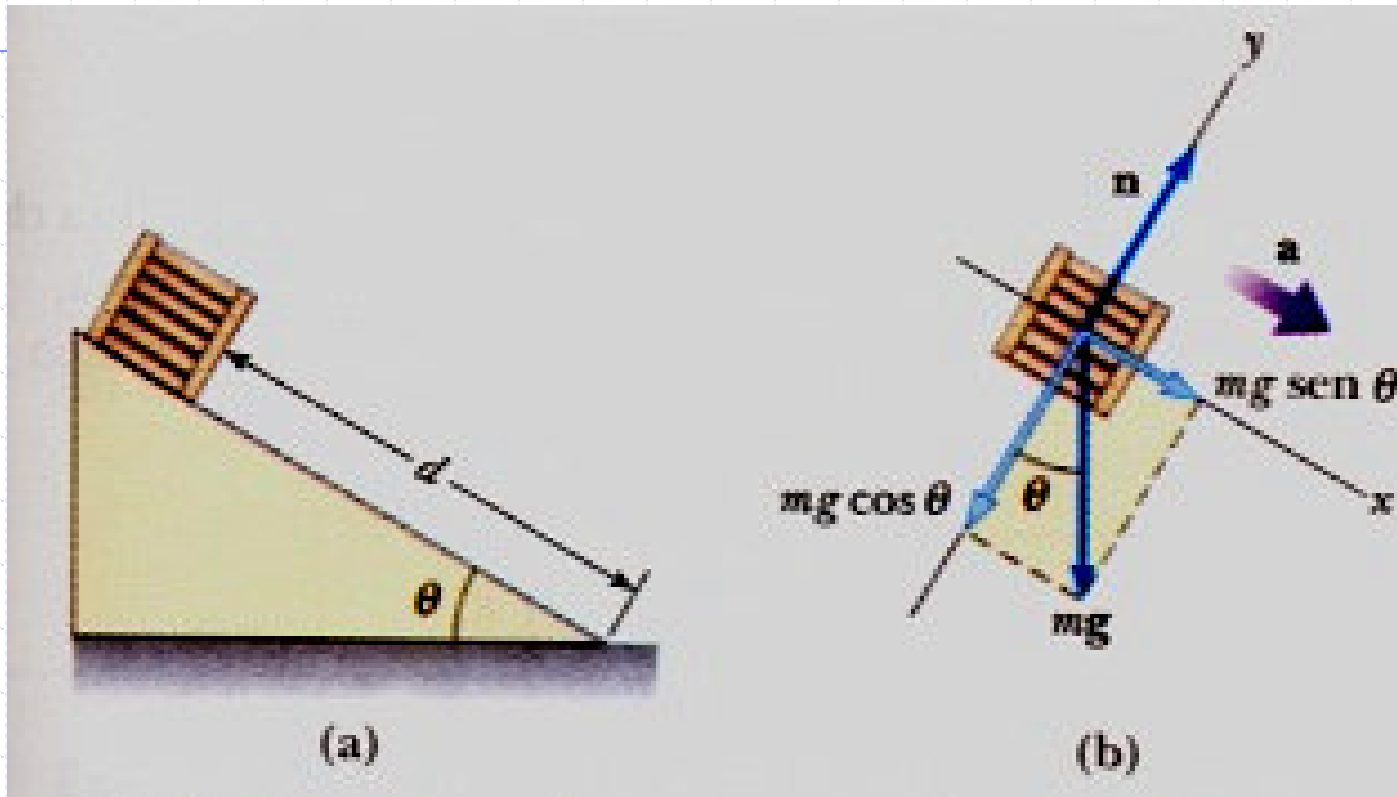
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

coppia di forze



Esempio

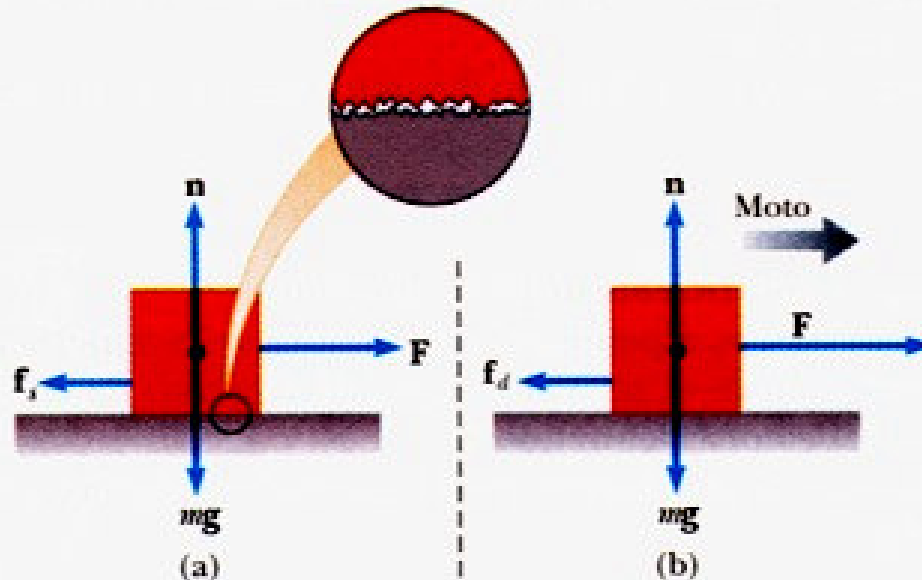
Il piano inclinato



$$P_x = mg \sin \vartheta$$
$$P_y = mg \cos \vartheta$$

$$\vec{P}_y + \vec{n} = 0$$
$$a_x = g \sin \theta$$

L'attrito



coefficiente d'attrito statico

$$f_s \leq \mu_s N = f_{smax}$$

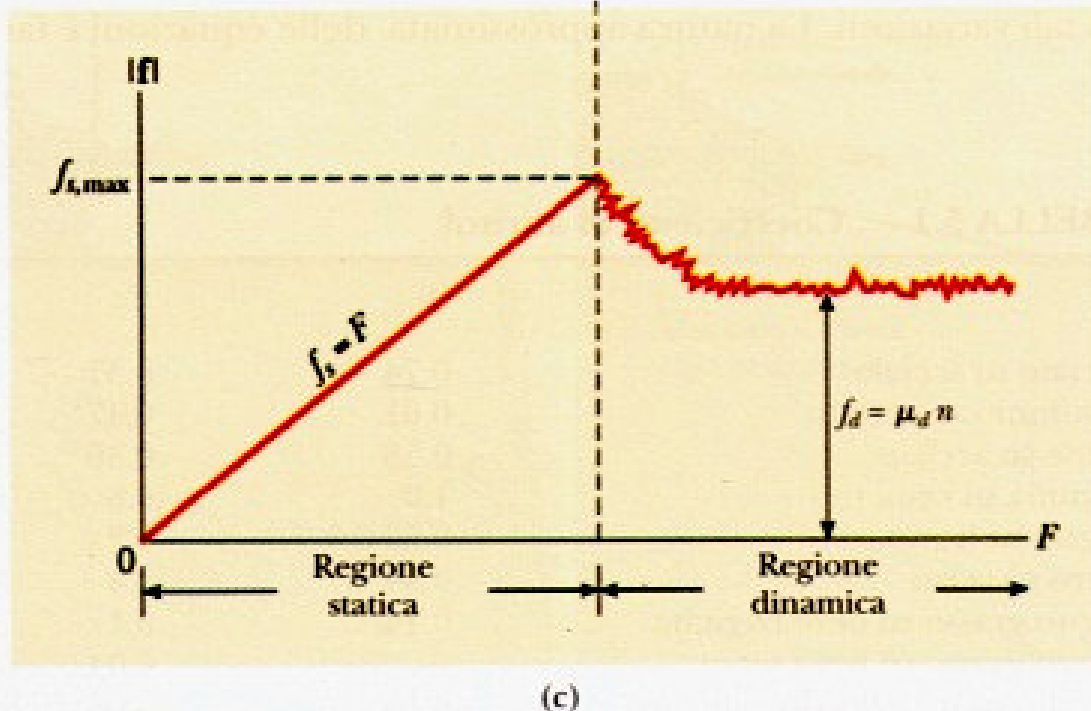
forza normale

$$f_d = \mu_d N$$

coefficiente d'attrito dinamico

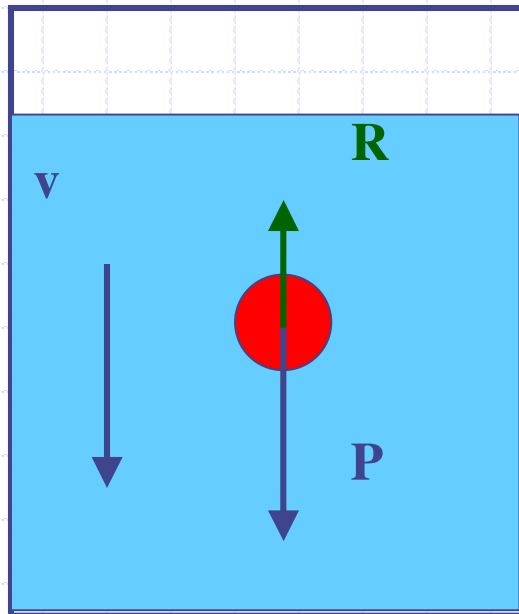
μ_s e μ_d dipendono dalla
superficie
ma poco dall'area di
contatto

in generale $\mu_s > \mu_d$ e $\mu_d = \mu_d(v)$
 $0.05 \leq \mu \leq 1.5$



Forze ritardanti

$$\vec{R} = -b\vec{v}$$



b dipende dalle proprietà del mezzo, dalla forma e dalla superficie dell'oggetto

palla da baseball $v_1 = 33$ m/s
chicco di grandine $v_1 = 14$ m/s
goccia di pioggia $v_1 = 9$ m/s

La molla e la legge di Hook

$$F = ma = -kx$$

$$a = -\frac{k}{m}x$$

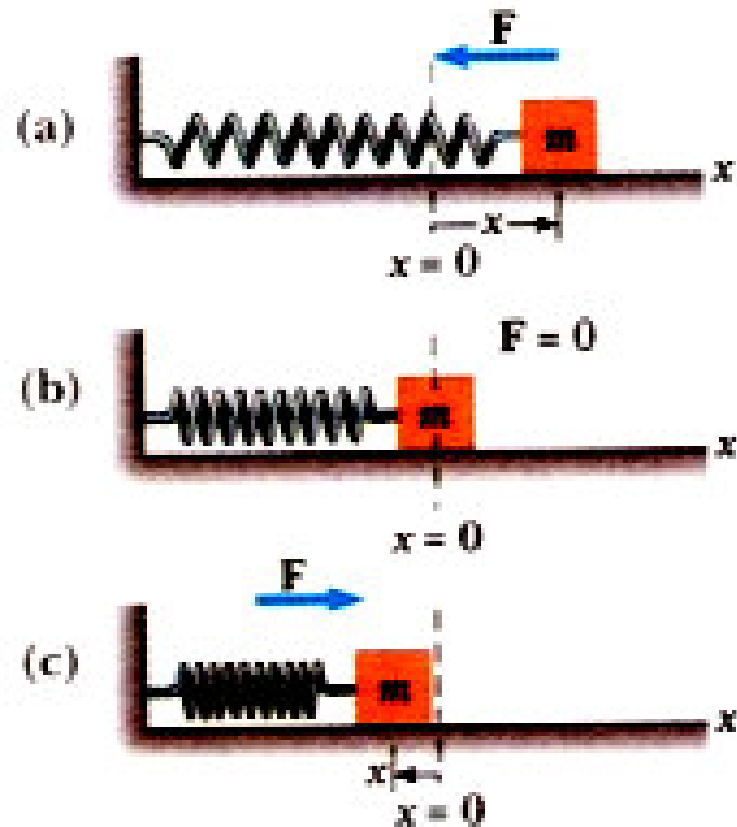
$$a = -\omega^2 x$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}; \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

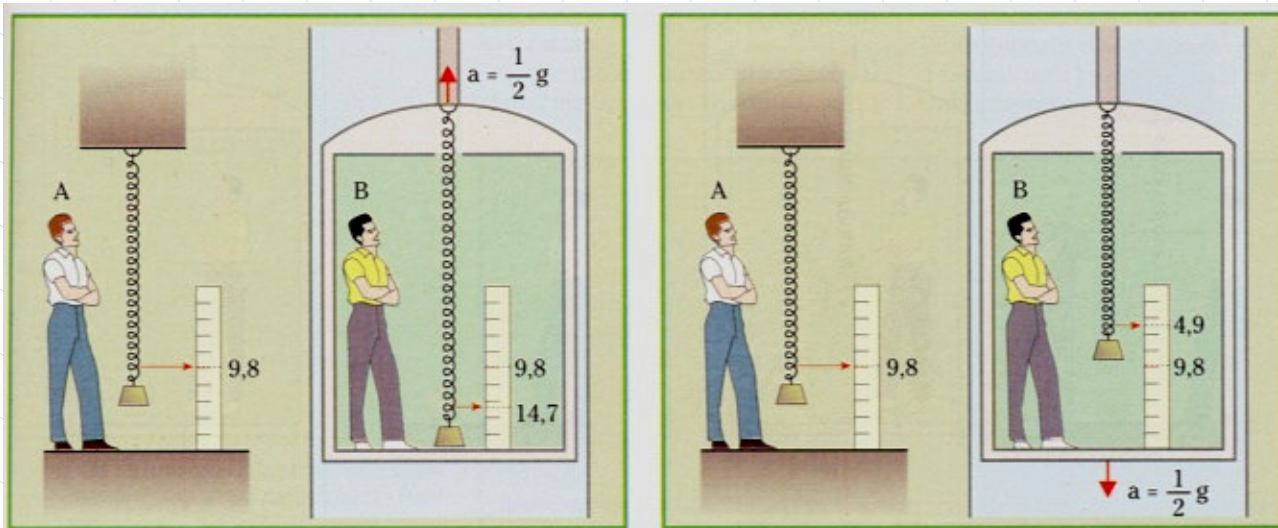
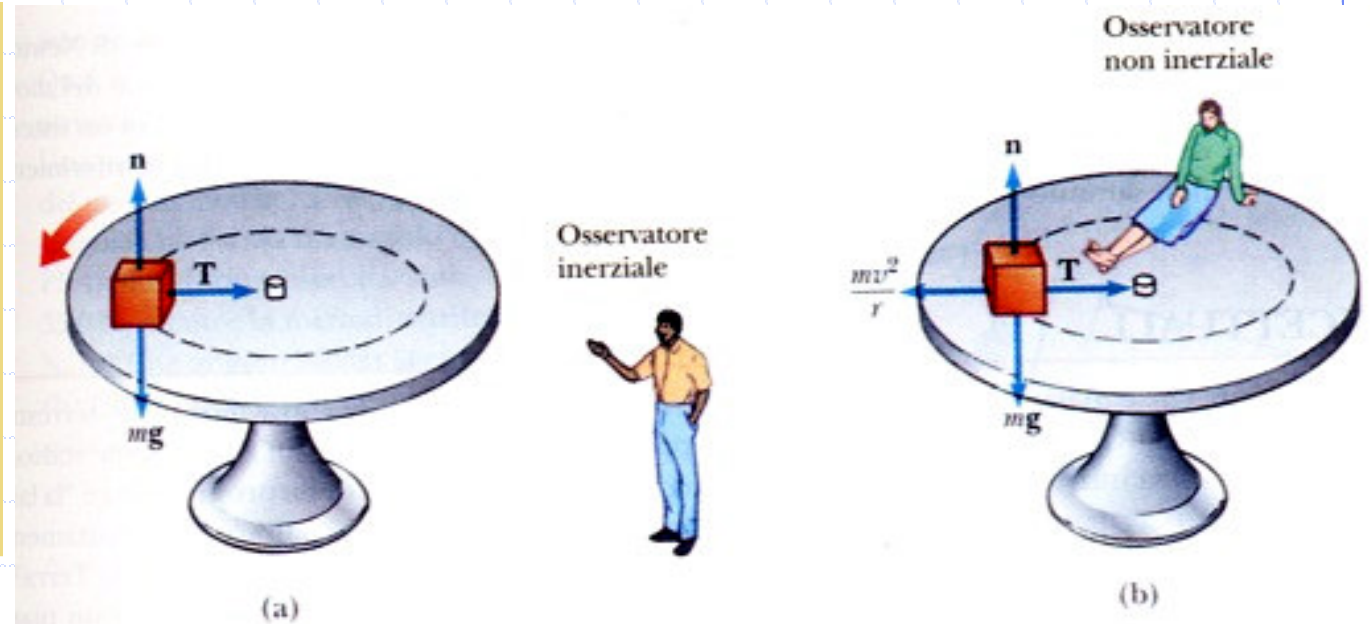
$$x = A \cos \omega t + \varphi_0$$

moto armonico



Moto in sistemi accelerati e forze apparenti (fittizie)

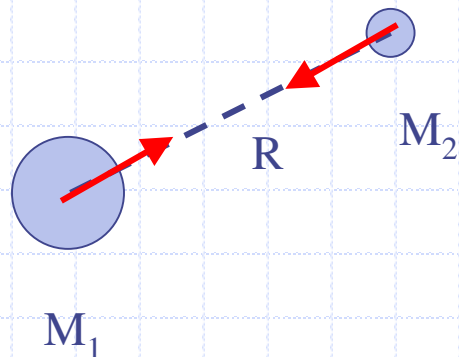
In sistemi di riferimento accelerati (non inerziali) l'uso di forze fittizie consente di descrivere il moto di un corpo applicando le leggi della dinamica.



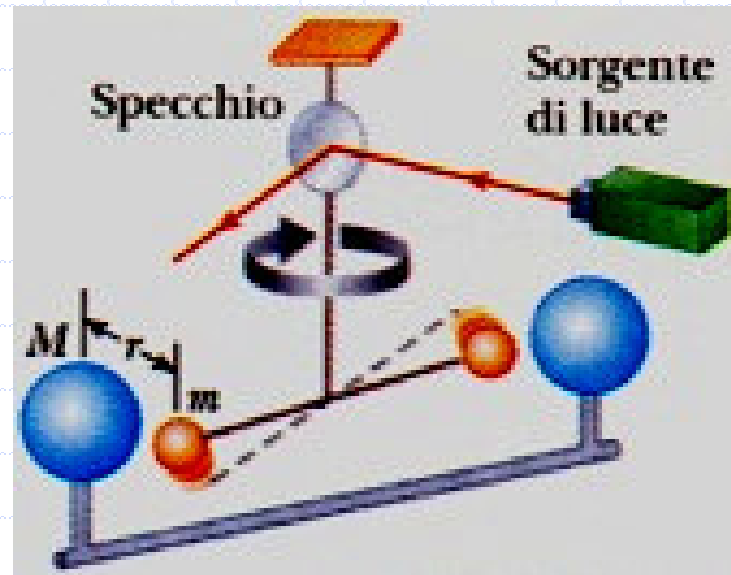
Tali forze sono solo apparenti e non necessarie se si descrive il moto da un sistema di riferimento inerziale

La legge di gravitazione universale

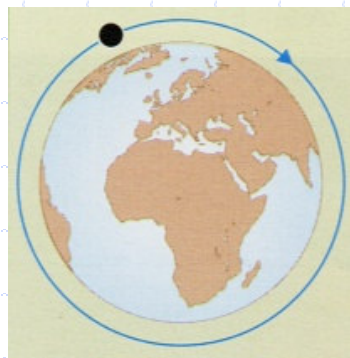
$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$



$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2 \text{ (S.I.)}$
 $6.67 \times 10^{-8} \text{ dyne cm}^2/\text{g}^2 \text{ (C.G.S.)}$



Bilancia di torsione
(esperimento di Cavendish)



$$P = mg$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$M_1 = M_T \text{ e } M_2 = m$$

$$F = G \frac{M_T m}{(R_0 + h)^2} = P$$

$$g = G \frac{M_T}{(R_0 + h)^2}$$

La massa inerziale e la massa gravitazionale coincidono

g è funzione dell'altitudine e delle latitudine