



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dinamica del punto materiale

Forze e Interazioni



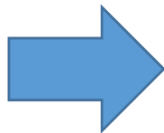
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Il moto di un corpo è influenzato dalle sue **interazioni con l'ambiente** circostante

Le interazioni possono avvenire:
a contatto (interazioni macroscopiche tra corpi estesi)
oppure
a distanza (interazioni fondamentali a livello microscopico)

Le interazioni vengono rappresentate tramite le **FORZE**

FORZE



Sono **grandezze vettoriali** (applicate), che agiscono secondo precise **direzioni**, con **verso e intensità** (modulo) assegnati

Tipi di Forze



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

FORZE Fondamentali

Interazione gravitazionale, interazione elettromagnetica,
interazioni nucleari (debole e forte)



Agiscono **a distanza** (senza necessità di contatto)
Possono agire **a livello microscopico** (nuclei, atomi, particelle)
ma **anche a livello macroscopico** (corpi estesi)

FORZE macroscopiche

Forza peso, forza elastica, forza di attrito, forze vincolari ecc...

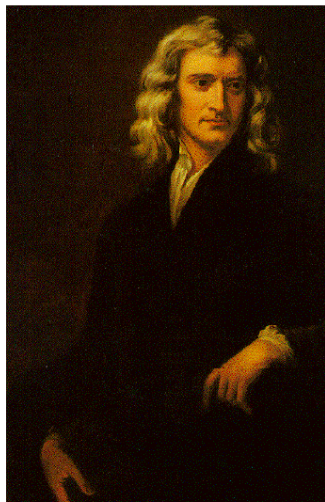


In genere agiscono **a contatto** (tranne il peso) e **a livello macroscopico** (corpi estesi o parti di essi)
Sono il risultato di **molte interazioni microscopiche**

Le leggi della dinamica

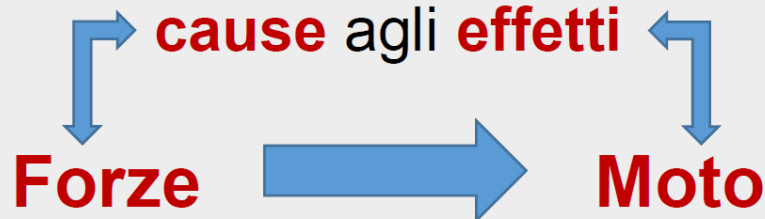


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Isaac Newton
1642-1727

La dinamica studia il moto correlando le



Galileo Galilei
1564-1642

Le leggi della dinamica sono state intuite da Galileo e formalizzate da Newton

Le tre Leggi della dinamica

1 – primo principio o **principio d'inerzia**

2- **2a legge della dinamica** (legge di Newton)



$$F = ma$$

3 – Terzo principio o **Principio di azione e reazione**

La prima legge della dinamica



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

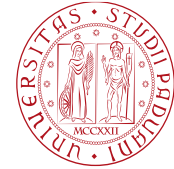


Principio di inerzia (Galileo): un punto **non soggetto a forze** o soggetto a **forze con risultante nulla** non subisce cambiamenti di velocità:

se è in quiete, **resta in quiete**
se è in moto, questo è **rettilineo e uniforme**

Il principio d'inerzia fornisce la definizione di **Sistema di riferimento inerziale**:
Si dice **Sistema inerziale** ogni sistema di riferimento in cui **valga sempre il principio d'inerzia**. Dato un sistema inerziale, **ogni sistema di riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto a questo è a sua volta inerziale**.

L'equilibrio delle forze



Un corpo è in equilibrio quando la risultante delle forze applicate è pari a zero.

- Se il punto è in movimento prosegue con moto rettilineo uniforme
- Se è fermo, resta in quiete

$$\vec{R} = 0 \Rightarrow R_x = R_y = R_z = 0$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^n F_{ix} = \sum_{i=1}^n F_{iy} = \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0$$



La seconda legge di Newton

Legge fondamentale della dinamica del punto:

$$\vec{F} = m \vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

- ➔ legame quantitativo tra forza e stato di moto
- ➔ la forza determina la variazione della velocità
- ➔ m è la massa inerziale del punto
- ➔ se $\vec{v} = \text{cost}$, $\vec{a} = 0$, $\vec{F} = 0$ e viceversa,
la seconda legge contiene la prima
- ➔ legge vettoriale (prove sperimentali)

Unita' di misura:
[F] = kg m/s² = N (Newton)

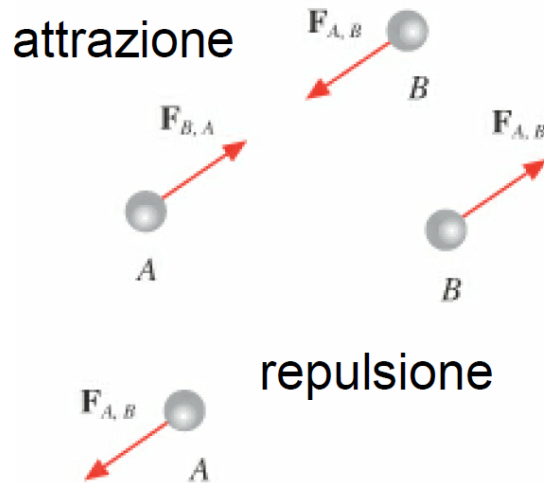
Uso della legge:

1. Note \vec{F} e m si determina \vec{a} . Integrando (note le condizioni iniziali) si hanno \vec{v} e \vec{r} ➔ forza → moto
2. Noto il moto (\vec{r}), derivando si ottiene \vec{a} e, nota la massa si ottiene \vec{F}
moto → forza

La terza legge della dinamica

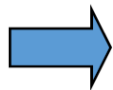


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Principio di azione e reazione

Se un corpo A esercita una forza \vec{F} su un corpo B, questo reagisce esercitando una forza $-\vec{F}$ sul corpo A (stessa direzione, stesso modulo, verso opposto, **stessa retta di azione**).



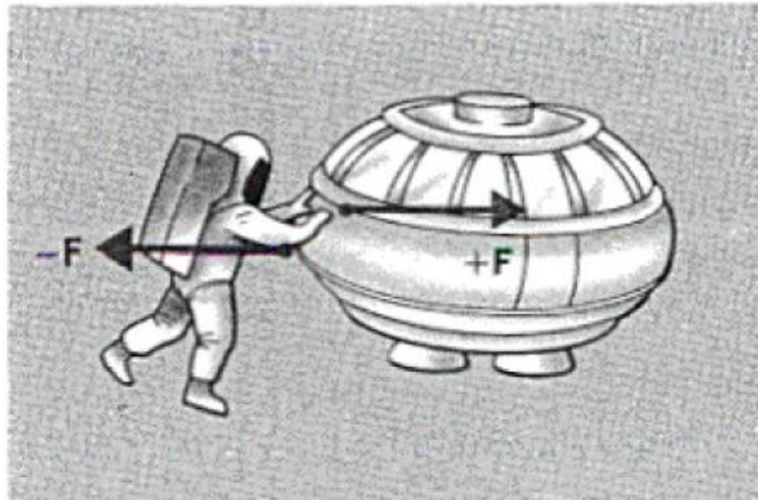
NB!!!: Le due forze agiscono su due corpi diversi

<https://www.youtube.com/watch?v=ruBfXIVSYZ8>

Azione e reazione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Le due forze sono identiche ma vengono esercitate su corpi diversi, con masse differenti. Quindi l'effetto indotto da queste due forze identiche può essere sensibilmente differente.

Esempio

$$F = 36 \text{ N}$$

$$m_{\text{astronave}} = 11000 \text{ kg}$$

$$m_{\text{uomo}} = 92 \text{ kg}$$

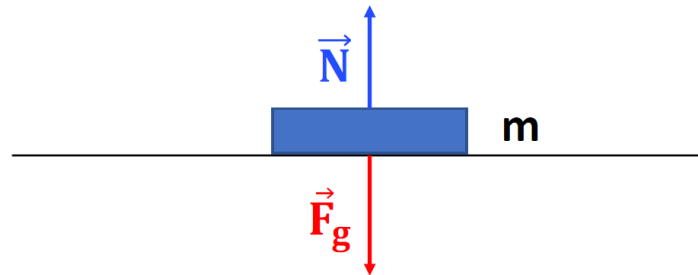
$$a_{\text{astronave}} = \frac{36}{11000} = 0.0033 \text{ m/s}^2$$

$$a_{\text{uomo}} = \frac{-36}{92} = -0.39 \text{ m/s}^2$$

Reazione vincolare

Forza normale

È la forza con cui una superficie si oppone alla deformazione causata da un corpo appoggiato su di essa. La forza normale \vec{N} è sempre \perp alla superficie, è anche detta reazione vincolare della superficie. \vec{N} è applicata al corpo m .



Se l'accelerazione a_y del corpo m è nulla si ottiene

$$F_{ris_y} = ma_y \Rightarrow N - F_g = ma_y$$

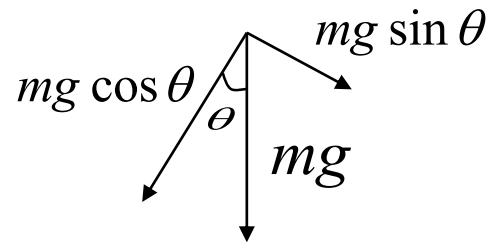
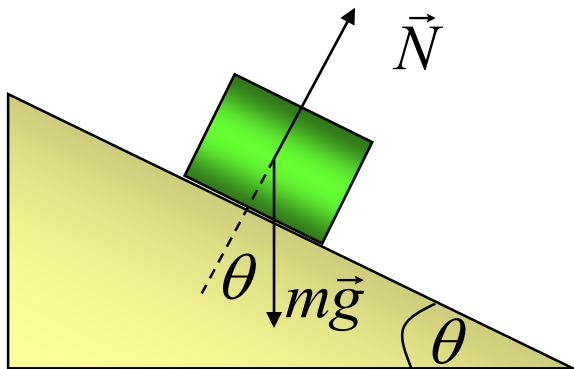
$$a_y = 0 \Rightarrow N - mg = 0$$

$$N = mg$$

Forze in più dimensioni



Vediamo come comportarci quando le forze e i sistemi a cui sono applicate non sono descrivibili in una sola dimensione.

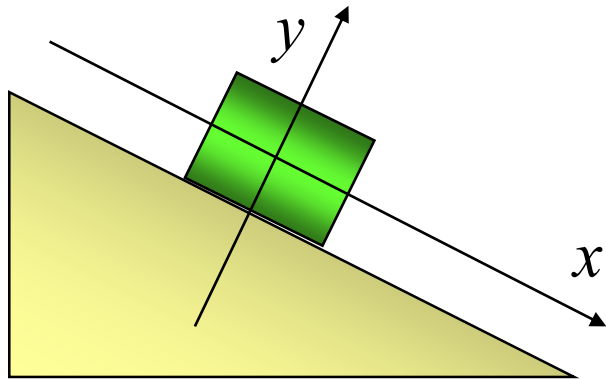


$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

Piano inclinato



E' conveniente utilizzare un sistema di riferimento solidale al piano



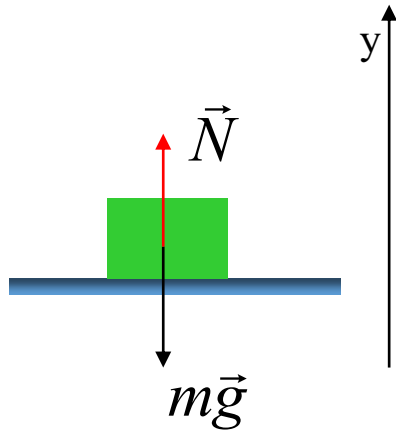
$$\left. \begin{array}{l} x) \quad mg \sin \theta = ma_x \\ y) \quad N - mg \cos \theta = 0 \end{array} \right\} a_x = g \sin \theta$$

La componente del peso ortogonale al piano si annulla con la reazione vincolare

Se inizialmente il corpo scende $v_x > 0$, $\vec{v} \parallel \vec{a}$ e concorde (moto unif. acc.)

Se inizialmente il corpo sale $v_x < 0$, $\vec{v} \parallel \vec{a}$ e discorde (moto unif. decel.)

La sensazione di peso



La piattaforma si muove verticalmente lungo y con accelerazione a .

L'accelerazione del corpo è quella della piattaforma

Seconda legge di Newton: $\sum_i \vec{F}_i = \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$\vec{N} = m(\vec{a} - \vec{g}) = m(\vec{a} - g(-\vec{u}_y)) = m(\vec{a} + g\vec{u}_y)$$

N ci dà la sensazione di peso

i) $\vec{a} \uparrow$ $N = m(a + g) > mg$

ii) $\vec{a} \downarrow$ $|a| < g, N = m(g - a) < mg$

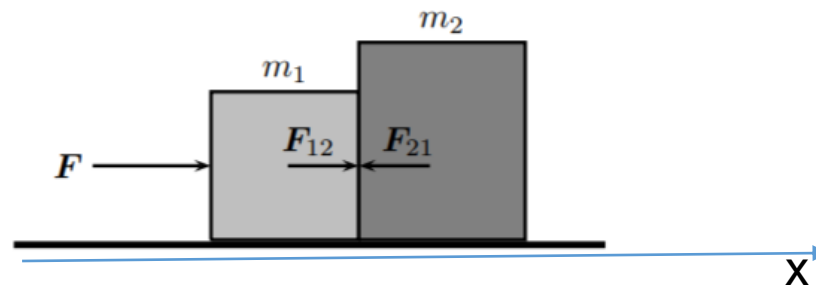
iii) $\vec{a} \downarrow$ $|a| = g, N = 0 \Rightarrow$ **Sensazione di assenza di peso**

iv) $\vec{a} \downarrow$ $|a| > g, N = 0 \Rightarrow$ <https://www.youtube.com/watch?v=arebqikwGUw>

Terzo principio della dinamica



Due casse sono poste a contatto su di un piano orizzontale; le loro masse sono $m_1 = 2.4 \text{ kg}$ e $m_2 = 3.6 \text{ kg}$; le casse sono messe in movimento da una forza di modulo $F = 12 \text{ N}$ che agisce sulla prima cassa; determinare l'intensità F_c della forza di contatto agente fra le casse e la loro accelerazione.



Le due casse interagiscono vicendevolmente con due forze F_{12} ed F_{21} opposte che hanno lo stesso modulo, indichiamo quindi $\|F_{12}\| = \|F_{21}\| = F_c$, applicata alle due casse.



$$\begin{cases} F_c = m_2 a \\ F - F_c = m_1 a \end{cases}$$

sono le equazioni per i due corpi che si muoveranno insieme con la stessa accelerazione

ricavando l'accelerazione dalla prima equazione e sostituendola nella seconda si ottiene che:

$$F - F_c = \frac{m_1}{m_2} F_c \quad \longrightarrow \quad F_c = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F = 7.2 \text{ N}$$

$$a = \frac{F_c}{m_2} = 2.0 \text{ m/s}^2.$$