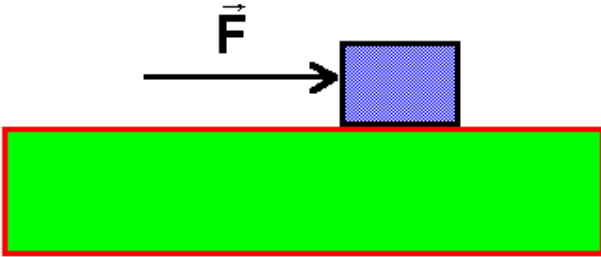
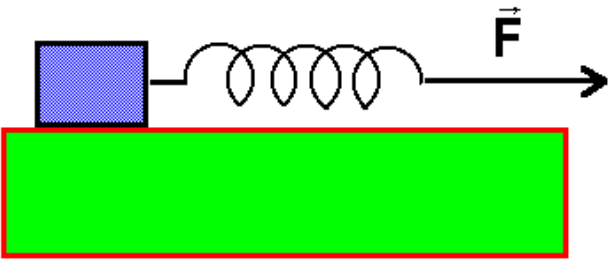


# Cenni di meccanica

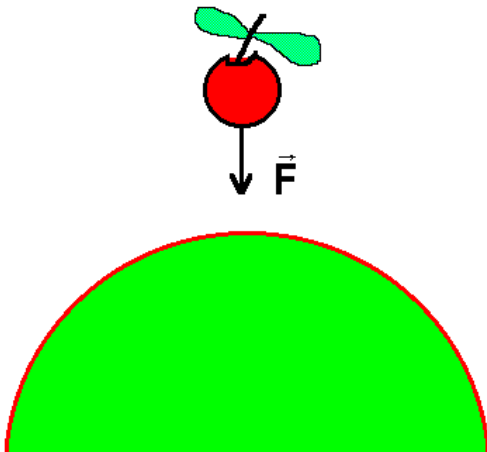
# Forze



✓ spingere un oggetto si esercita una forza sull'oggetto (es: muscolare)



✓ tirare una molla attaccata ad un oggetto: la molla applica una forza all'oggetto



✓ corpo che cade sulla terra: la terra esercita sul corpo una forza di attrazione costante

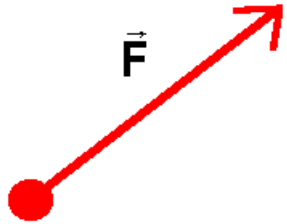
# Cos'è una forza?

**Forza** = qualunque causa esterna che produce una variazione dello stato di moto o di quiete di un corpo

## Esempi:

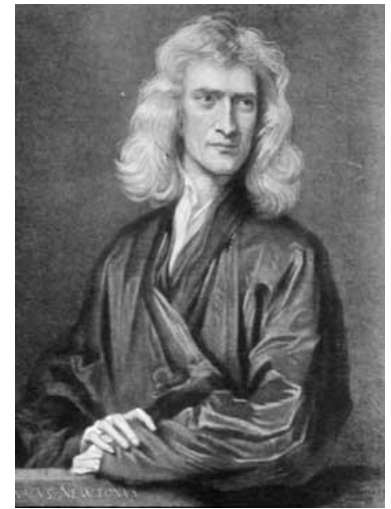
- 1) La partenza da fermo di un atleta nei 100m piani (*attrito / forza esercitata dai blocchi di partenza*)
- 2) Un'auto che percorre una curva a 70Km/h fissi (*attrito*)
- 3) Un'auto che entra in curva a 70Km/h e ne esce a 90Km/h (*attrito, motore*)
- 4) Un'auto che aumenta la propria velocità in rettilineo da 70 a 90 Km/h (*attrito, motore*)
- 5) Un corpo metallico che cade dentro l'acqua (*forza di gravità, attrito viscoso*)
- 6) Il moto di un proiettile lanciato in aria (*forza di gravità, attrito*)
- 7) Il moto di un corpo legato ad una molla (*forza elastica*)

# Forza: grandezza vettoriale

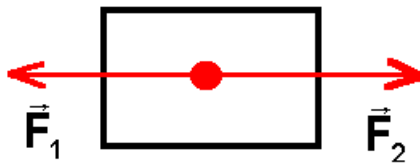


L'unità di misura per la forza nel sistema internazionale è il Newton (N).

$$\text{Newton } 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

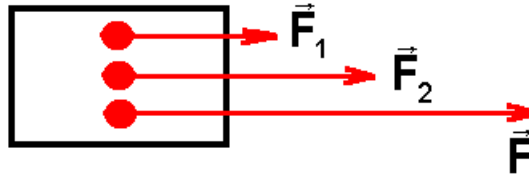


forza risultante applicata ad un corpo = somma vettoriale delle forze applicate al corpo



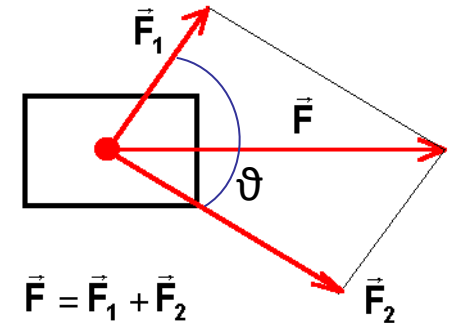
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F_1 = F_2 \Rightarrow F = 0$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F = F_1 + F_2$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

# Principi della dinamica

**I° legge della dinamica - Ogni corpo rimane nel suo stato di quiete ( $a = 0$ ;  $V = 0$ ) o di moto rettilineo uniforme ( $a = 0$   $v = K$ ) finché non intervengono forze esterne ad esso. In assenza di forze, la velocità vettoriale rimane costante.**

**II° legge della dinamica - Il cambiamento del moto è proporzionale alla forza che lo provoca e avviene nella direzione della retta d'azione della forza stessa.**

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{V}}{dt} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

**III° Legge della dinamica - Azione e reazione**

**Se A esercita su B una Forza  $F_{ab}$  di qualunque tipo allora il corpo B eserciterà su A una forza  $F_{ba} = -F_{ab}$**

# Seconda legge della dinamica

Forza e accelerazione sono grandezze vettoriali direttamente proporzionali. Il loro rapporto è la massa, una costante che dipende dal corpo in esame.

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

$F/a = \text{costante}$   $\longrightarrow$  **MASSA**

dipendente dal tipo (natura, forma, dimensioni) di corpo

**PROPRIETA' INTRINSECA DEL CORPO**

**GRANDEZZA SCALARE FONDAMENTALE**  $\longrightarrow$  **Kg (SI), g (cgs)**

# Forza e massa

MASSA  $\Rightarrow$   $m$   $\Rightarrow$  grandezza fisica  
FONDAMENTALE [M]  
unità di misura (S.I.) kg

FORZA  $\Rightarrow$   $\vec{F}$   $\Rightarrow$  grandezza fisica  
DERIVATA  
unità di misura (S.I.) N

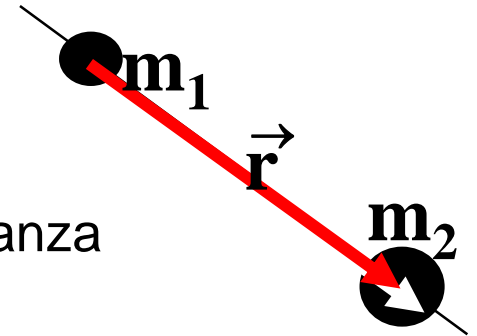
**1 N:** forza capace di imprimere ad un corpo di massa **1 kg** l'accelerazione di **1 ms<sup>-2</sup>**

$$1 \text{ N} = (1 \text{ kg}) * (1 \text{ m s}^{-2}) = 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

# Forza gravitazionale

Tra due corpi di massa  $m_1$  e  $m_2$ , posti a distanza  $r$ , si esercita sempre una forza di attrazione

- diretta lungo la congiungente tra i due corpi
- proporzionale alle due masse
- inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza



$$F_g = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r}$$

attrazione

**$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$**   
costante di gravitazione universale

... troppo piccola per essere osservata tra corpi "normali" ...



# Accelerazione di gravità

Quanto vale la forza gravitazionale tra la Terra ed un corpo di massa  $m = 1 \text{ kg}$  posto sulla superficie della Terra?

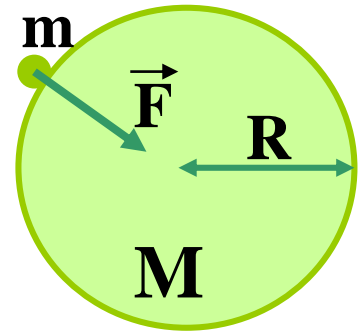
Dati Terra:  $M = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R = 6.38 \cdot 10^6 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\|F\| &= G \frac{mM}{r^2} = \\ &= \frac{(6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) \cdot (1 \text{ kg}) \cdot (5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg})}{(6.38 \cdot 10^6 \text{ m})^2} \\ &= 9.799 \text{ N}\end{aligned}$$

$$F = G \frac{M}{r^2} m$$

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

nelle vicinanze della superficie della Terra



# Forza peso

È la forza con la quale la terra ci attrae verso il suo centro.  
È una forza, non una massa, quindi si misura in Newton!

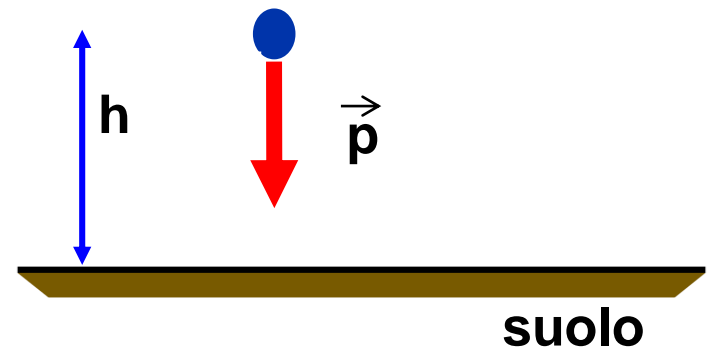
$$\vec{F} = m\vec{g} = \vec{p}$$

modulo  
direzione  
verso

$|\vec{p}| = m g$   
verticale  
basso

forza peso

Esempio: CADUTA LIBERA  
Moto uniformemente accelerato  
con accelerazione  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$



# Massa, peso, densità

**MASSA**

**m**

**kg**

grandezza fondamentale  
proprietà intrinseca dei corpi

**PESO**

$\vec{p} = m\vec{g}$

**N**

forza con cui  
ogni corpo dotato di massa  
viene attratto dalla Terra

**DENSITÀ**

relazione tra massa e dimensioni dei corpi  
utile soprattutto per liquidi e gas

densità =  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

$d = m/V$

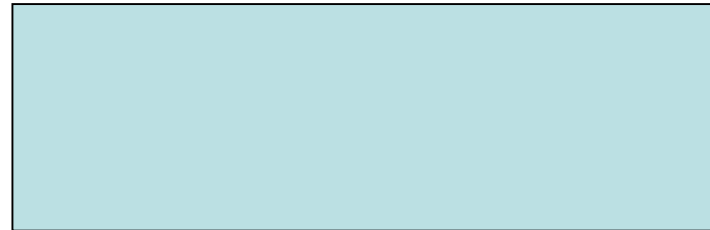
$\text{kg/m}^3$

# Massa, peso, densità

Quindi la densità NON è il volume, NON è il peso, NON è la massa.  
È il RAPPORTO fra la massa ed il volume.



Corpo A

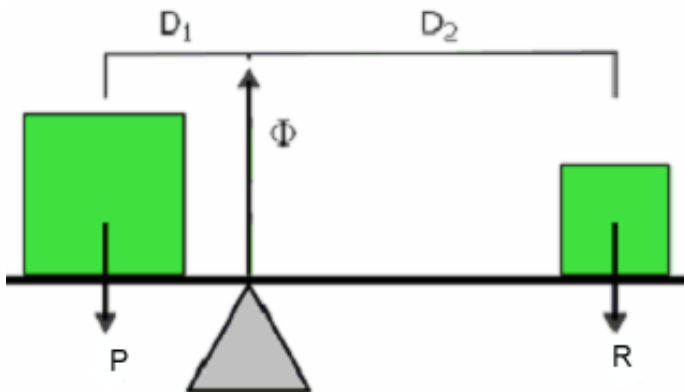


Corpo B

**Pur avendo volumi diversi possono avere la stessa densità, per esempio. Dipende dalle loro masse.**

# Condizioni di equilibrio: le leve

La leva è una macchina semplice che serve ad equilibrare una forza (detta resistente R) con un'altra forza (detta forza agente P). Si dice vantaggiosa se  $P < R$ , svantaggiosa se  $P > R$



$$\vec{\Phi} + \vec{P} + \vec{R} = 0$$

$$PD_1 = RD_2$$

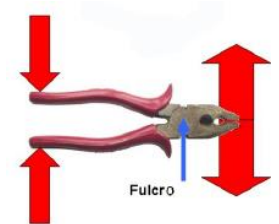
$$G = \frac{R}{P} = \frac{D_1}{D_2}$$

Si definisce G guadagno meccanico

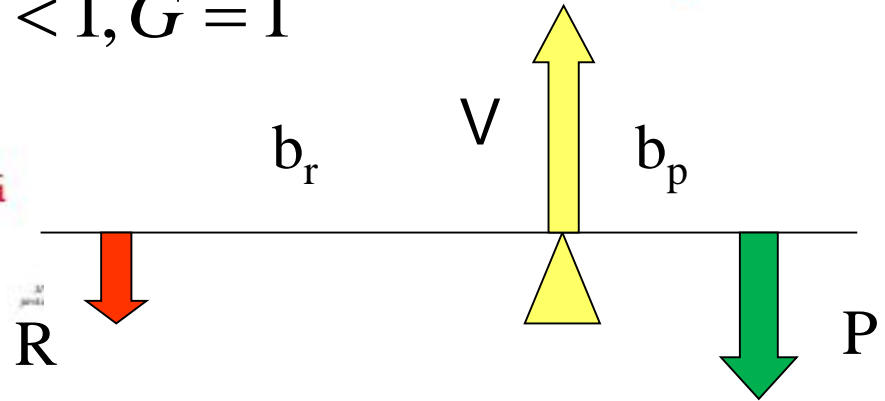
Possono essere di 3 tipi, o “specie”, a seconda della posizione relativa del Fulcro rispetto ai punti d'applicazione di forza agente P e forza resistente R

# Condizioni di equilibrio: le leve

1° SPECIE fulcro interposto tra forza agente e resistenza



$$G > 1, G < 1, G = 1$$



$M = 8 \text{ Kg}$  massa della testa

$b_p = 2 \text{ cm}$ ,  $b_r = 8 \text{ cm}$

$R = \text{forza peso testa} = 8 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2 = 78,4 \text{ N}$

$P = \text{forza muscoli splenici ?}$

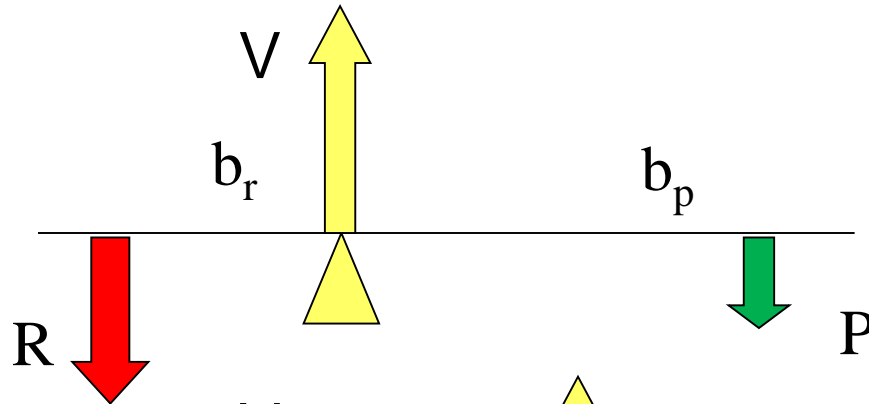
equilibrio :  $Rb_r = Pb_p$

$$P = 313,6 \text{ N}$$

$$G = \frac{78.4}{313.6} < 1$$

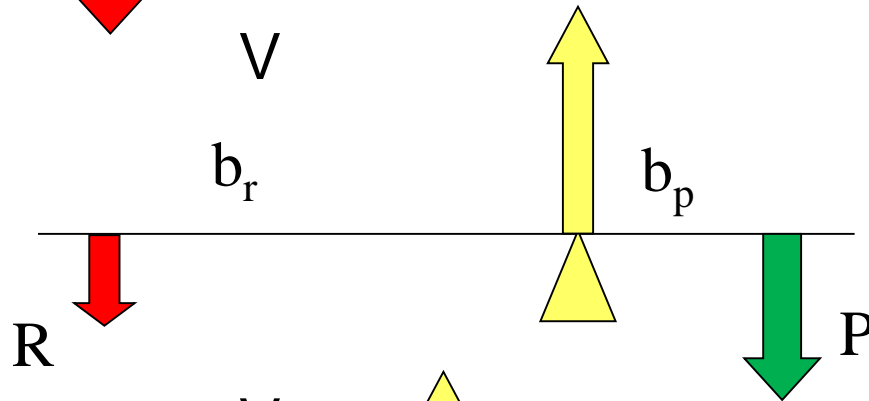
$$V = P + R = 392 \text{ N}$$

# Condizioni di equilibrio: le leve



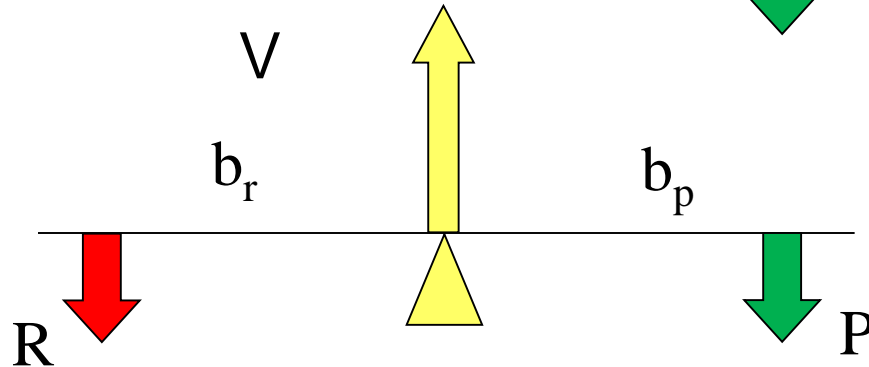
Le leve sono **vantaggiose** quando la **P** è minore di **R**

il braccio della potenza è maggiore del braccio della resistenza



Le leve sono **svantaggiose** quando la **P** è maggiore di **R**

il braccio della potenza è minore del braccio della resistenza

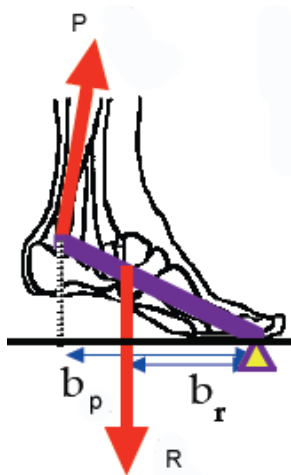
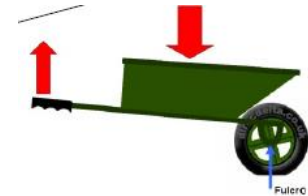


Le leve sono **indifferenti** quando la **P** è uguale a **R**

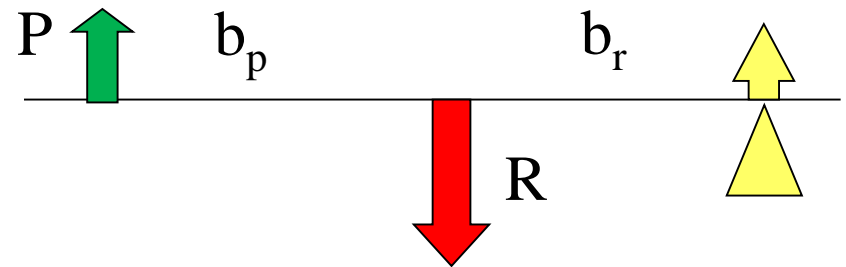
il braccio della potenza è uguale al braccio della resistenza

# Condizioni di equilibrio: le leve

II° SPECIE La Resistenza è tra il Fulcro e la Potenza



$$G > 1$$



R = forza peso che grava sulla caviglia

kgp  $\approx$  800 N

$b_p = 22$  cm

$b_r = 14$  cm

P = forza muscoli polpaccio ?

equilibrio :  $Rb_r = P b_p$

V = ?

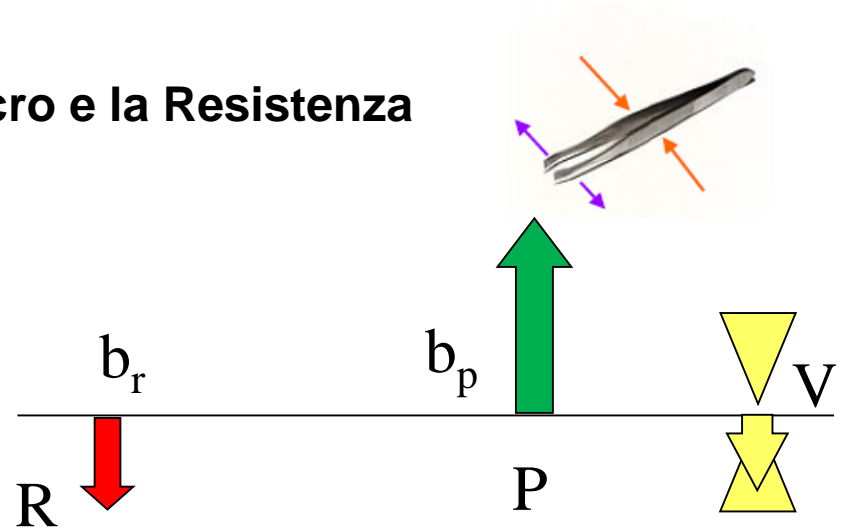
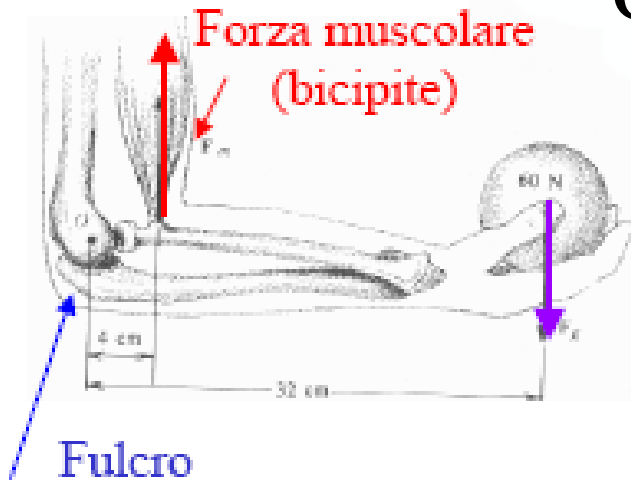
G = ?



# Condizioni di equilibrio: le leve

III° SPECIE La Potenza è tra il Fulcro e la Resistenza

$$G < 1$$

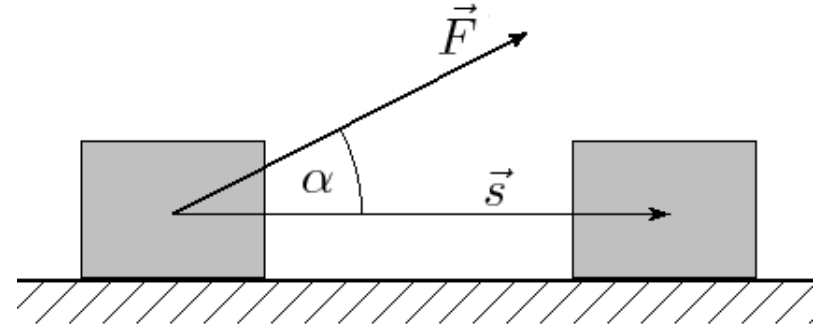


$R = \text{forza peso (oggetto+avambraccio)} =$   
 $= 2 \text{ kg}_p + 3 \text{ kg}_p = 5 \text{ kg}_p \approx 50 \text{ N}$   
 $b_r = 35 \text{ cm}$   
 $b_p = 3 \text{ cm}$   
 $P = \text{forza muscolo braccio ?}$

equilibrio :  $R b_r = P b_p$   
 $F_m = 58 \text{ kg}_p \approx 580 \text{ N}$   
 $V = P - R = 53 \text{ kg}_p \approx 530 \text{ N}$   
 $G = 0.086$  leva molto svantaggiosa

# Lavoro di una forza costante

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \alpha$$



Il termine utilizzato in fisica differisce dalla definizione usuale di lavoro, che si può ricondurre, ad esempio, alla fatica muscolare.

Infatti si compie un lavoro se si ha uno spostamento nella direzione della forza: se per esempio si spinge contro un muro naturalmente esso rimarrà fermo e non si avrà lavoro.

$$\theta = 0$$

$$L = Fs$$



$$\theta = 180$$

$$L = -Fs$$



$$\theta = 90$$

$$L = 0$$



# Lavoro di una forza

Il lavoro è una grandezza **scalare**.

Assume valori **positivi** se la forza favorisce il moto (angolo  $\alpha$  acuto).

Assume valori **negativi** se la forza ostacola il moto (angolo  $\alpha$  ottuso).

**Unità di misura S.I. joule (J)**

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

# Energia cinetica

L'energia cinetica è posseduta da un corpo in virtù del fatto che esso si muove con una certa velocità  $v$ :

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

**K si misura in Joule,  
come il lavoro.**

## **Esempio:**

Una certa massa di fluido che scorre in un condotto

Una persona che cammina.

# Energia potenziale gravitazionale

Un corpo possiede in virtù della sua posizione sulla terra un'energia potenziale (gravitazionale) che dipende solo dalla sua distanza dal suolo.

energia potenziale gravitazionale:  $U = m g h$

a) dipende solo dalla posizione

b) costituisce una forma di energia immagazzinata dal sistema che può *virtualmente* essere recuperata e trasformata in energia cinetica.

# Energia

Ma l'energia può solo trasformarsi da una forma all'altra, non crearsi dal nulla.

