

## ***Densità e volume specifico***

Si definisce densità di un corpo,  $\rho$ , il rapporto tra la sua massa,  $m$ , e il suo volume,  $V$ ; essa quantifica la massa dell'unità di volume.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{[kg]}{[m^3]}$$

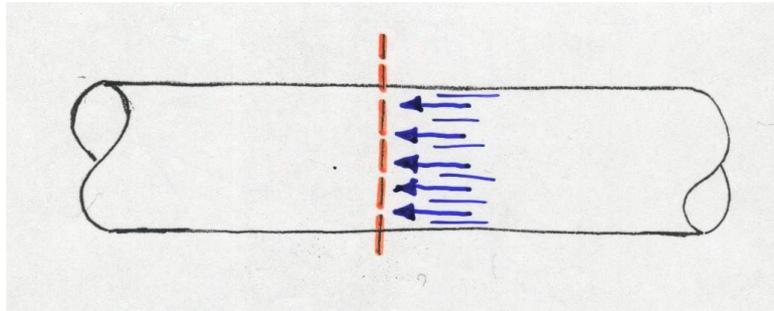
E' utile considerare anche il suo inverso, ossia il volume dell'unità di massa o volume specifico,  $v$ , rapporto tra il volume,  $V$ , di un corpo e la sua massa  $m$ :

$$v = \frac{V}{m} = \frac{[m^3]}{[kg]}$$

Sono entrambi proprietà fisiche delle diverse sostanze ed è facile reperirle in testi e manuali sotto forma di tabelle del tipo:

<b>Sostanza</b>	<b>densità [kg/m<sup>3</sup>] (293K)</b>
aria	1,21
etanolo	783
petrolio	820
olio	910
acqua	1000
boro	2500
alluminio	2700
ferro	7870
piombo	11340
mercurio	13560
oro	19300
platino	21450

## Portata di massa

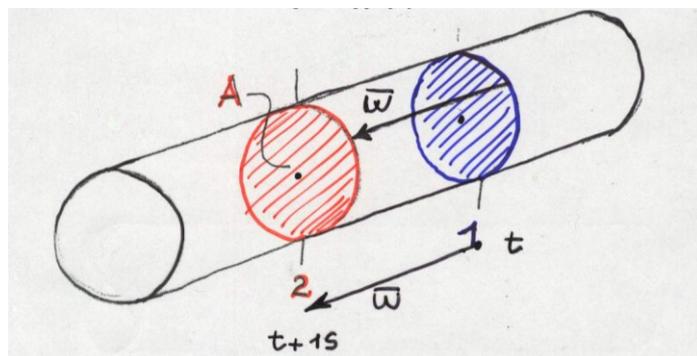


$$\dot{m} = \frac{m}{\Delta t} = \frac{[\text{kg}]}{[\text{s}]}$$

## Portata di volume

$$\dot{V} = \frac{V}{\Delta t} = \frac{[\text{m}^3]}{[\text{s}]}$$

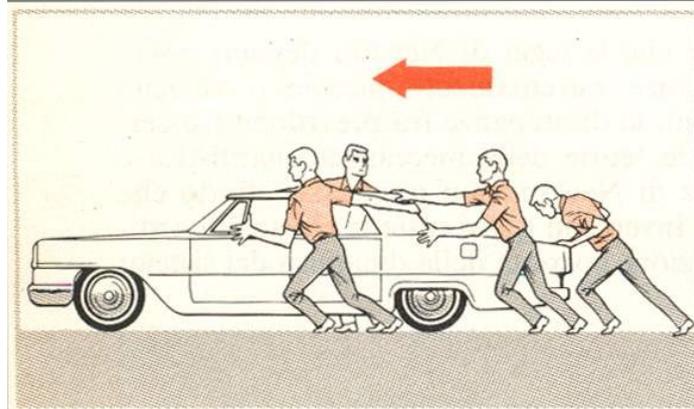
$$\dot{V} = w A$$



$$\dot{m} = \rho \dot{V} = \frac{[\text{kg}]}{[\text{m}^3]} \frac{[\text{m}^3]}{[\text{s}]} = \frac{[\text{kg}]}{[\text{s}]}$$

# La Forza

Il concetto di forza è certamente innato ed intuitivo legato com'è all'azione muscolare: per spingere un'automobile è necessaria una grande forza, per spingere un autotreno ne occorre una ancora più grande.



In realtà è impossibile dare una definizione *fisica* di forza senza legarla al concetto di massa e al movimento dei corpi. Si può dare la seguente definizione:

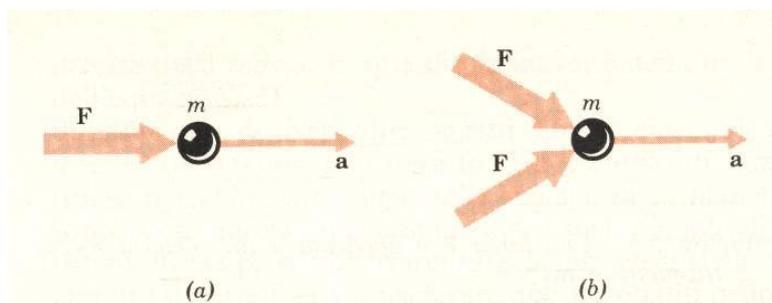
***la forza è quella grandezza fisica che permette di variare le condizioni di moto dei corpi.***

Valgono le leggi di Newton della dinamica in particolare la seconda, per la quale dato un corpo di massa,  $m$ , sottoposto ad una forza,  $F$ , esso varierà il suo moto con un accelerazione,  $a$ , secondo la relazione:

$$F = ma \quad [N] = [kg][m]$$

Da notare che la forza è una grandezza vettoriale, è dotata cioè di un verso e di una direzione di applicazione, si può quindi scrivere in maniera più precisa:

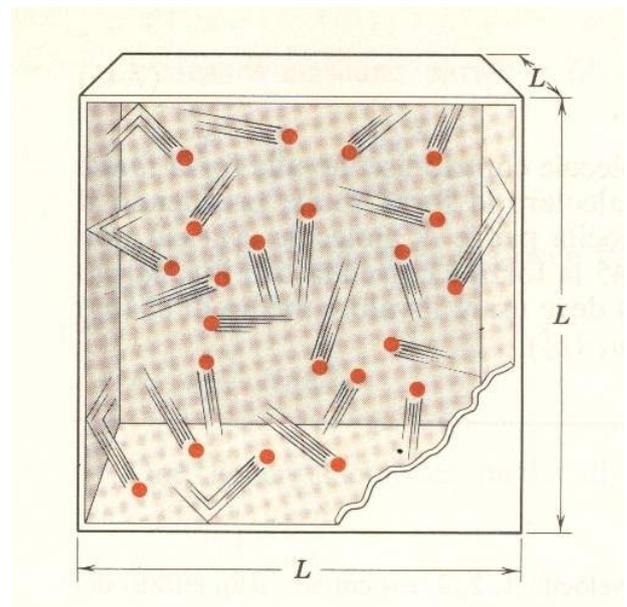
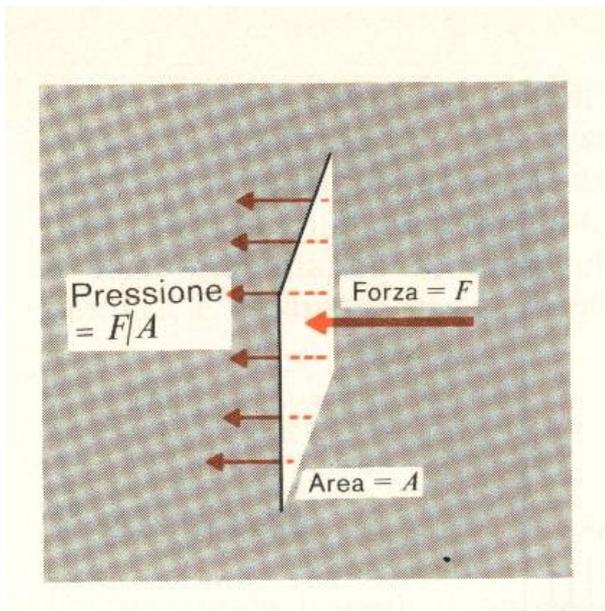
$$\vec{F} = m\vec{a}$$



## La Pressione

La grandezza fisica **pressione** definisce l'azione di una forza su di una superficie. Un semplice esempio può essere quello della forza peso esercitata da un oggetto appoggiato su di un pavimento. Si può dare la seguente definizione:

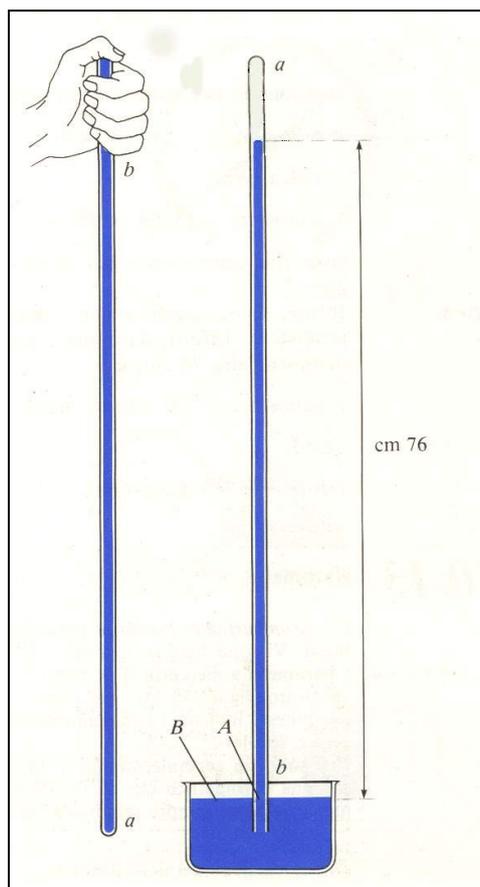
**la pressione corrisponde alla forza che agisce in direzione perpendicolare sull'unità di superficie.**



Se la forza,  $F$ , è applicata sull'area,  $A$ , si la pressione,  $p$ , secondo la relazione:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$\frac{[N]}{[m^2]} = [Pa] = (\text{Pascal})$$



Fattori di conversione tra unità di misura della pressione

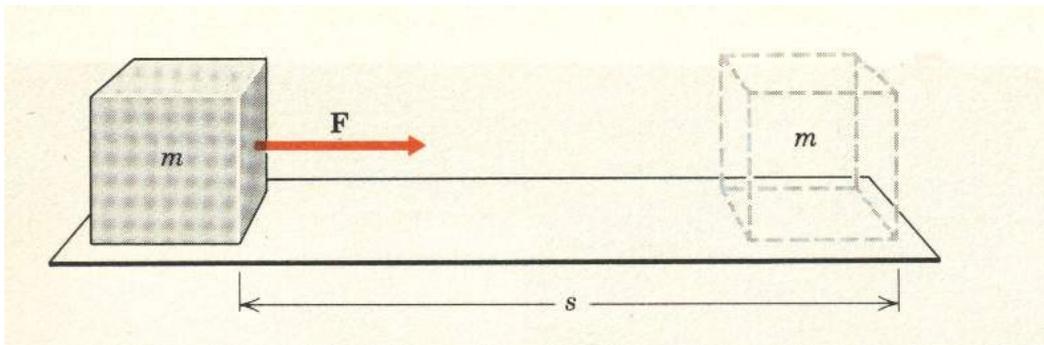
	<b>Pa</b>	<b>atm</b>	<b>bar</b>	<b>mm Hg</b>
<b>1 Pa</b>	1	$9,87 \cdot 10^{-6}$	$10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
<b>1 atm</b>	101325	1	0,01325	760
<b>1 bar</b>	100000	0,987	1	750
<b>1 mm Hg (torr)</b>	133,32	$1,31 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	1
<b>1 mbar</b>	100	$0,987 \cdot 10^{-3}$	$0,132 \cdot 10^{-3}$	$750 \cdot 10^{-3}$
<b>1 psi</b>	6894,8	$6,8 \cdot 10^{-2}$	$6,89 \cdot 10^{-2}$	51,7

# **Energia e Lavoro**

In modo del tutto generale si può dare alla grandezza **energia** il significato di **capacità di produrre lavoro**, salvo poi definire che cosa si intenda per lavoro. In Fisica appunto si precisa, restringendone il senso, il concetto di lavoro che correntemente si applica nell'esperienza quotidiana. Possiamo, come primo tentativo, definire il lavoro come:

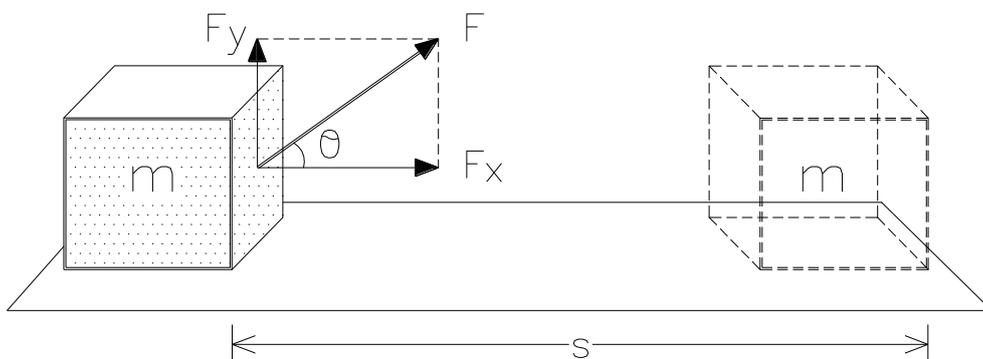
$$\mathbf{Lavoro = forza \times spostamento}$$

**Lavoro e spostamento hanno la stessa direzione:**



$$\mathbf{L = F \times s}$$

**Lavoro e spostamento hanno direzioni diverse:**



$$\mathbf{F_x = F \cos \theta \quad F_y = F \sin \theta}$$

$$\mathbf{L = F_x \times s = F \cos \theta \times s}$$

Ricordando il significato di prodotto scalare • di due vettori possiamo scrivere in termini più generali:

$$L = \vec{F} \bullet \vec{s} = F s \cos \theta$$

**Il lavoro compiuto da una forza che provoca uno spostamento si ottiene cioè considerando la sua proiezione nella direzione del moto.**

Da un punto di vista dimensionale si ha:

$$\text{Lavoro} = \text{Forza} \times \text{spostamento} = N \times m = (\text{kg m})/\text{s}^2 \times m = J \text{ (joule)}$$

Se durante un intervallo di tempo  $\Delta t$  è eseguito il lavoro  $L$ , la **potenza media** impiegata  $\bar{P}$  è:

$$\bar{P} = \frac{L}{\Delta t}$$

passando a considerare intervalli di tempo infinitesimi è possibile definire la potenza istantanea come:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

Da un punto di vista dimensionale si ha:

$$\bar{P} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{J}{s} = W(\text{watt})$$

## Energia cinetica

Si consideri ora una forza  $F$  che agisca su una massa  $m$  in moto facendone variare la velocità  $v$ . Se tale forza ha la stessa direzione del moto si può scrivere:

$$F = ma = m \frac{dv}{dt}$$

e il lavoro svolto da tale forza lungo lo spostamento elementare  $ds$  vale:

$$L = Fds = m \frac{dv}{dt} ds = m dv \frac{ds}{dt}$$

Poiché per definizione  $ds/dt$  corrisponde alla velocità istantanea  $v$  del corpo si ha anche:

$$L = mv dv$$

e pertanto il lavoro svolto dalla forza lungo lo spostamento da A a B è:

$$L = \int_A^B mv dv = m \int_A^B v dv = \frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2)$$

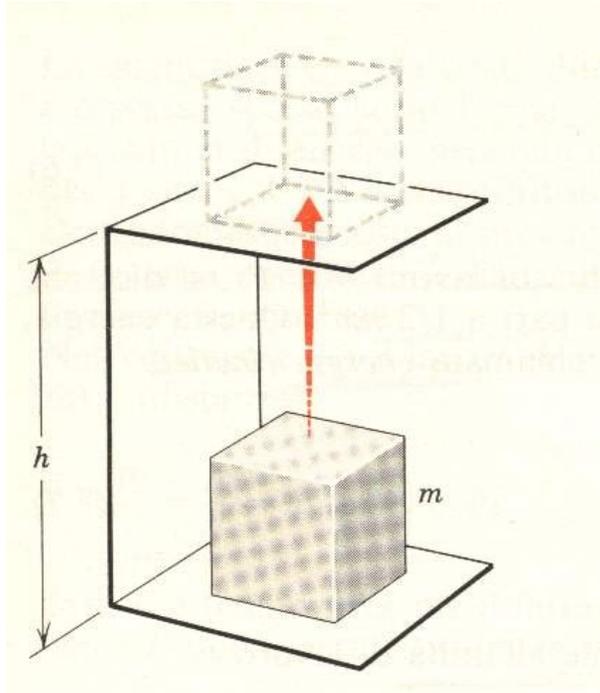
E' stato eseguito sul corpo un lavoro ed esso ha acquistato una quantità di energia pari a tale lavoro. Questa energia che un corpo possiede in virtù del suo moto è detta *energia cinetica*  $E_k$  e può essere espressa dalla relazione:

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

Il lavoro compiuto dipende unicamente dal valore che nel punto di inizio e fine della traiettoria assume l'energia cinetica in particolare è uguale alla differenza tra le energie cinetiche iniziale e finale (Teorema delle forze vive).

## Energia di posizione

Esaminiamo ora l'energia associata all'attrazione gravitazionale agente fra la terra e altri oggetti in prossimità della sua superficie.



E' stato eseguito del lavoro contro la forza di gravità  $mg$ , l'oggetto possiede un'energia in virtù della sua posizione. Applicando la definizione di lavoro si ha

$$L = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s} = mgh$$

Lasciando cadere il corpo, un istante prima dell'impatto con la superficie terrestre avremo:

$$v = \sqrt{2gh} \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(2gh) = mgh$$

L'oggetto prima di cadere ha quindi una quantità di energia  $mgh$  che ha la possibilità di trasformarsi, cadendo, in energia cinetica.

Questa energia che il corpo possiede in virtù della sua posizione è chiamata **energia potenziale** del corpo  $E_p$  e può essere espressa dalla relazione:

$$E_p = mgh$$

## Fattori di conversione tra unità di misura dell'energia

	<b>J</b>	<b>cal</b>	<b>BTU</b>	<b>KWh</b>
<b>1 J</b>	1	0,2388	$9,478 \cdot 10^{-4}$	$2,777 \cdot 10^{-7}$
<b>1 cal</b>	4,1867	1	3,968	$1,163 \cdot 10^{-6}$
<b>1 BTU</b>	1055,06	2519,9	1	$2,93 \cdot 10^{-4}$
<b>1 KWh</b>	$3,6 \cdot 10^6$	859845	3412,14	1

## Fattori di conversione tra unità di misura della potenza

	<b>W</b>	<b>kcal/h</b>	<b>BTU/h</b>	<b>CV</b>	<b>HP</b>
<b>1 W</b>	1	0,859	3,412	$1,359 \cdot 10^{-3}$	$1,341 \cdot 10^{-3}$
<b>1 kcal/h</b>	1,163	1	3,968	$1,581 \cdot 10^{-3}$	$1,559 \cdot 10^{-3}$
<b>1 BTU/h</b>	0,293	0,252	1	$3,984 \cdot 10^{-4}$	$3,930 \cdot 10^{-3}$
<b>1 CV</b>	735,5	632,41	2509,6	1	0,986
<b>1 HP</b>	745,7	641,1	2544,43	1,013	1