

FISICA

STATICA

Le forze

*Autore: prof. Pappalardo Vincenzo
docente di Matematica e Fisica*



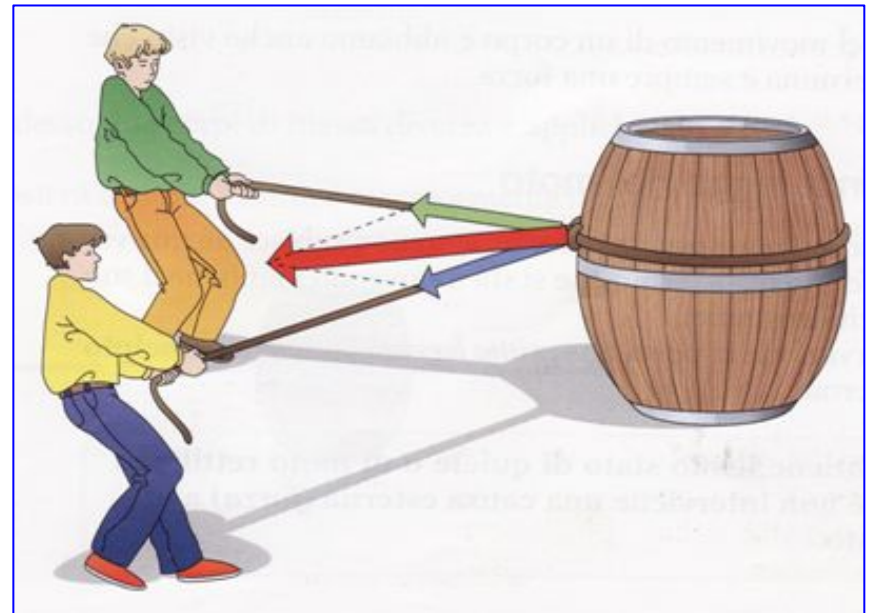
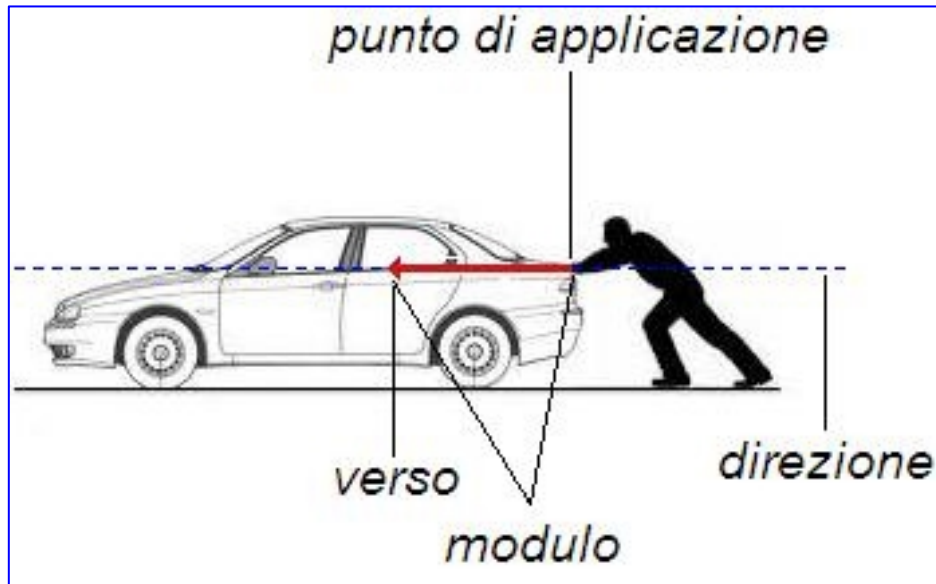
L'EFFETTO DELLE FORZE

Una forza applicata a un oggetto fermo può fare aumentare la sua velocità; mentre applicata a un oggetto in moto la può far diminuire. Quindi:

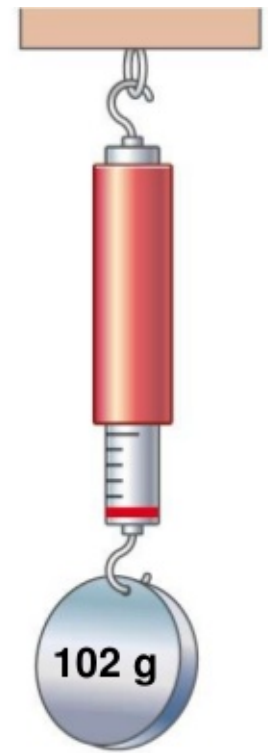
L'effetto di una forza è quello di far cambiare velocità ad un corpo.



Le forze sono grandezze vettoriali, per cui vengono rappresentate attraverso vettori e l'algebra da utilizzare è quella vettoriale.



Lo strumento utilizzato per misurare una forza si chiama **dinamometro**. E' uno strumento costituito da un cilindro che racchiude una molla, il cui allungamento aumenta al crescere della forza applicata.



Unità di misura della forza: **newton** [N]

Un newton è l'intensità della forza-peso con cui la Terra attrae un corpo di massa $m=102\text{ g}$:

$$P=mg=0,102\times 9,81=1\text{ N}$$

TIPI DI FORZE

❑ **La forza-peso**

La forza-peso è la forza di gravità con cui qualunque corpo è attratto dalla Terra:

$$P = mg$$

Sulla superficie terrestre l'accelerazione di gravità è $g=9,81 \text{ m/s}^2$. Cosa significa? Che un oggetto in caduta libera aumenta la sua velocità di circa 10 m/s ogni secondo.



In realtà il valore di g cambia da punto a punto, perché dipende fra l'altro dall'altezza del punto sul livello del mare e dalla sua latitudine.

Sulla superficie terrestre g è compreso fra $9,78 \text{ m/s}^2$ e $9,83 \text{ m/s}^2$; nei calcoli useremo sempre il valore $9,81 \text{ m/s}^2$. Sulla Luna $g=1,6 \text{ m/s}^2$ (circa $1/6$ di quelle terrestre). Su Giove $g=26 \text{ m/s}^2$, mentre sul Sole $g=274 \text{ m/s}^2$.

Ad ogni corpo celeste corrisponde un particolare valore di g .

Il peso e la massa sono grandezze fisiche diverse. Non confonderle

- Il peso (la forza-peso) cambia a seconda del valore di g (da luogo a luogo) ed essendo una forza si misura con il dinamometro.
- La massa esprime la quantità di materia di un corpo. Non cambia e si misura con la bilancia.

In definitiva: la massa è una proprietà caratteristica di un corpo; il peso dipende da dove si trova il corpo.

La proporzionalità diretta tra peso P e massa m :

$$P = mg$$

spiega perché alla domanda “quanto pesi” rispondiamo “75 kg”.

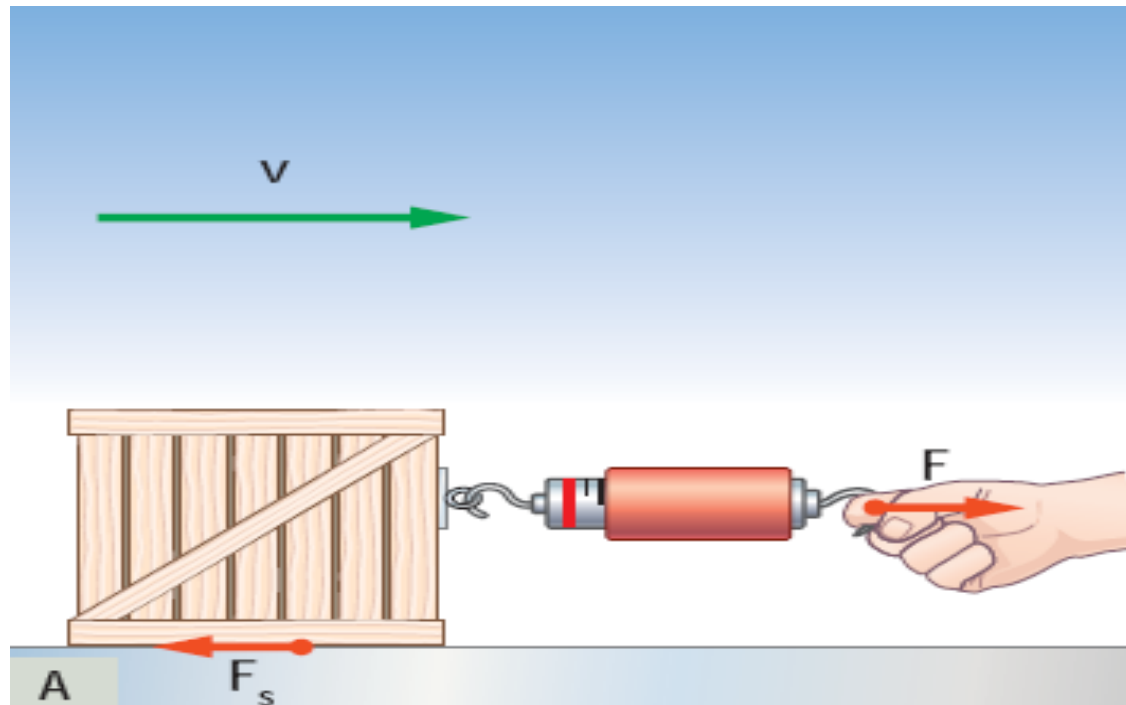


La scala della bilancia è tarata in modo da dare, come valore numerico, il risultato della divisione tra la forza-peso (misurata dal dinamometro interno) e 9,81:

$$m = \frac{P}{9,81}$$

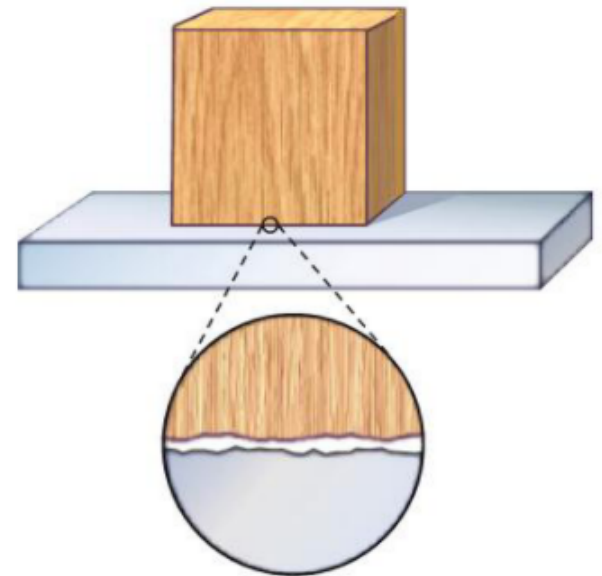
❑ La forza di attrito

La forza di attrito è una forza che è diretta (si oppone) sempre in senso contrario al movimento.

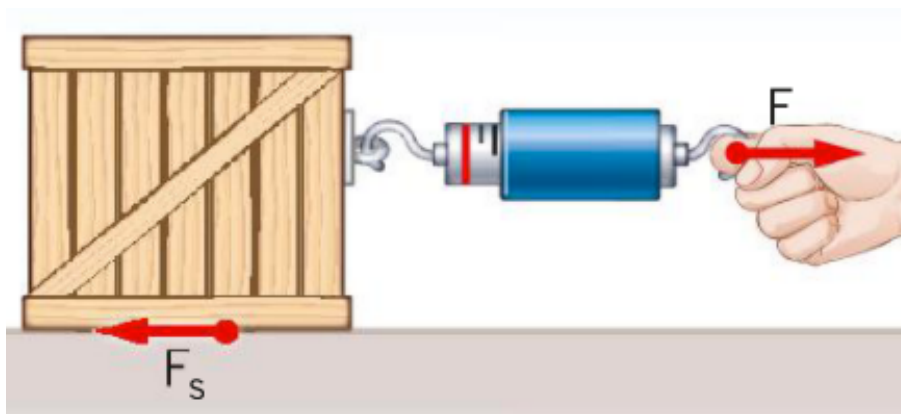


La forza di attrito è una forza di contatto, ossia nasce quando due corpi sono a contatto tra di loro. Abbiamo vari tipi di forza di attrito.

- ❑ La **forza di attrito radente** si esercita tra due superfici che strisciano l'una sull'altra, e nasce dalla scabrosità delle superfici a contatto.

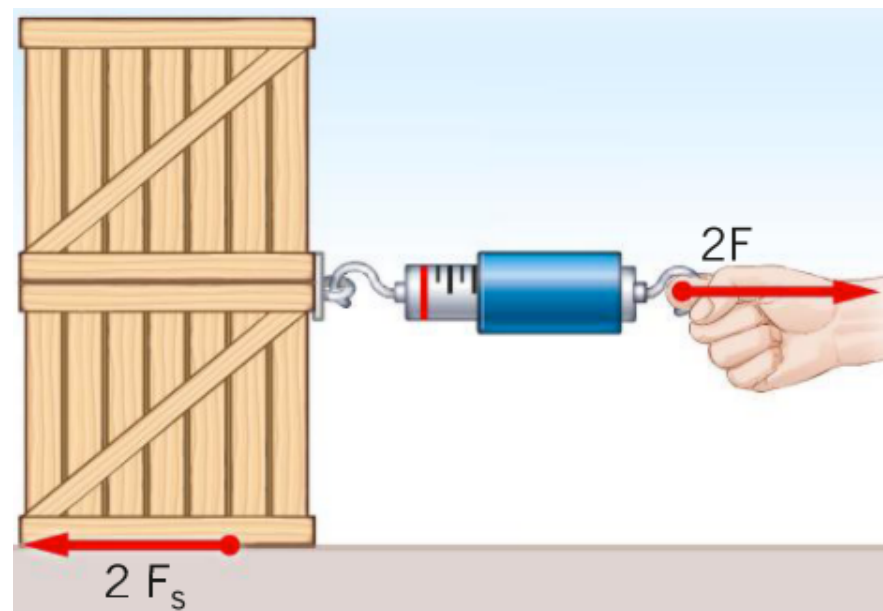


Come possiamo calcolare la forza di attrito radente?



Con un dinamometro, misuriamo la forza che occorre per mettere in moto una cassa appoggiata al pavimento.

Se mettiamo una seconda cassa uguale posata sulla prima, la forza necessaria raddoppia.



L'esperimento dimostra che il valore della forza al distacco, cioè la minima forza che bisogna applicare per mettere in movimento l'oggetto appoggiato sul piano, è direttamente proporzionale al modulo della forza premente (nel nostro caso coincidente con il peso del corpo). Possiamo quindi definire:

FORZA DI ATTRITO RADENTE STATICO

E' pari alla minima forza che serve per mettere in movimento un oggetto. E' direttamente proporzionale alla forza perpendicolare alla superficie con cui il corpo preme:

$$F_s = \mu_s F_{\perp}$$

coefficiente di attrito
statico (numero puro)

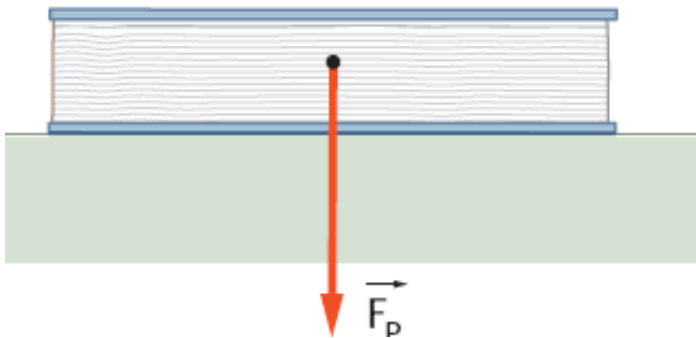
forza al distacco (N)

forza premente (N)

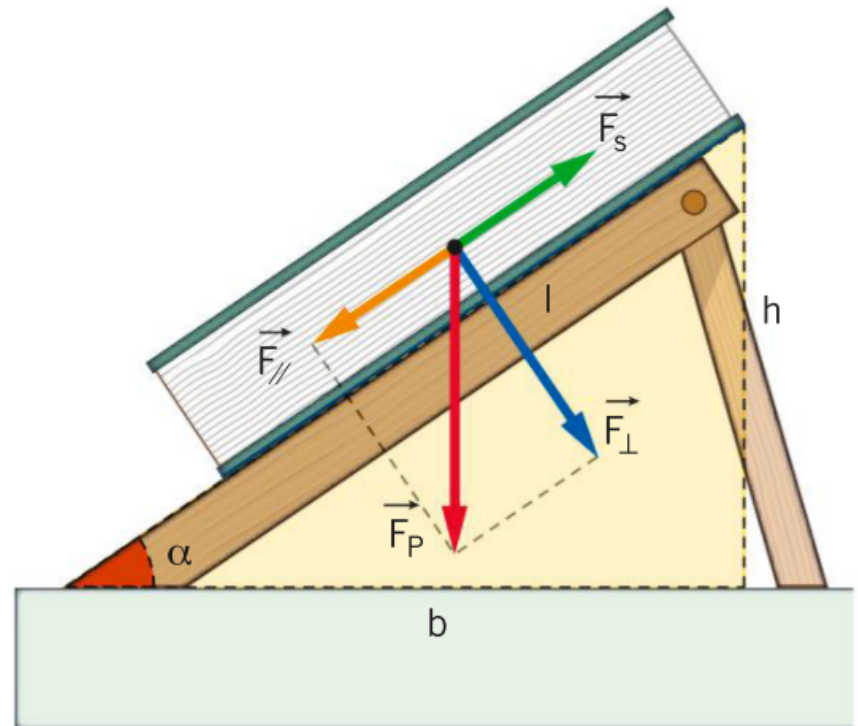
Attenzione: la forza premente è sempre perpendicolare alla superficie di appoggio del corpo.

► Per un libro appoggiato orizzontalmente su un tavolo, $F_{\perp}$ è il modulo F_P della forza-peso.

$$\vec{F}_{\perp} = \vec{F}_P$$



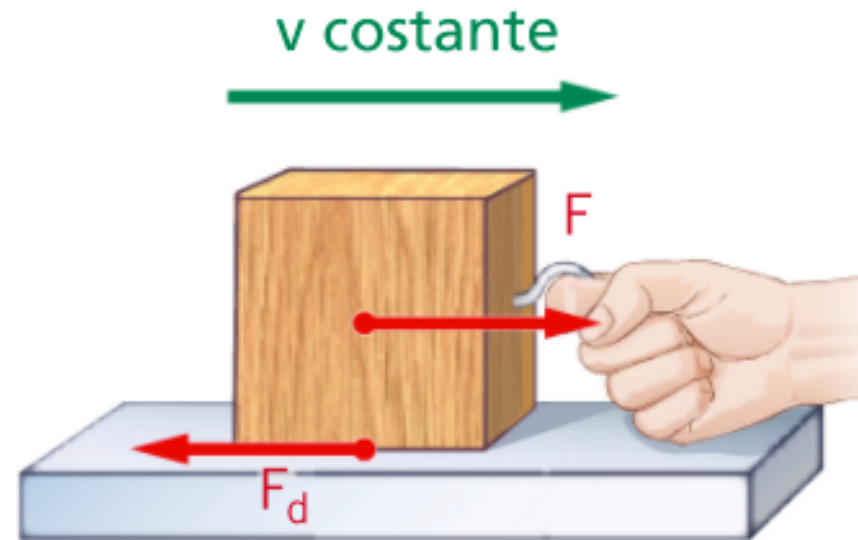
► Per un libro sul leggio, $F_{\perp}$ è la componente della forza-peso perpendicolare al piano di appoggio.



La forza di attrito statico:

- non dipende dall'area di contatto fra le superfici;
- è parallela alla superficie di contatto;
- il suo verso si oppone al movimento.

□ La **forza di attrito dinamico** entra in gioco quando il corpo comincia a scivolare perché l'attrito statico non controbilancia più la forza applicata al corpo.



FORZA DI ATTRITO RADENTE DINAMICO

E' quella forza che si manifesta quando le superfici sono in moto l'una rispetto all'altra (in moto relativo):

Diagram illustrating the formula for dynamic friction force:

$$F_R = \mu_d F_{\perp}$$

Labels:

- forza di attrito radente dinamico (N) (points to F_R)
- coefficiente di attrito dinamico (numero puro) (points to μ_d)
- forza premente (N) (points to $F_{\perp}$)

Le costanti di proporzionalità μ_s e μ_d (coefficienti di attrito statico e dinamico) sono numeri puri (adimensionali) il cui valore dipende dalla natura delle superfici a contatto (i valori sono in tabella).

COEFFICIENTI DI ATTRITO

Materiali

μ_s

μ_d

Acciaio su ghiaccio

0,1

0,05

Scarpe da arrampicata su roccia

1,0

0,8

Sci con sciolina su neve

0,1

0,05

Legno su legno

0,50

0,30

Legno su cartone

0,32

0,23

Vetro su vetro

1,0

0,4

Pneumatici su cemento (asciutto)

0,90

0,80

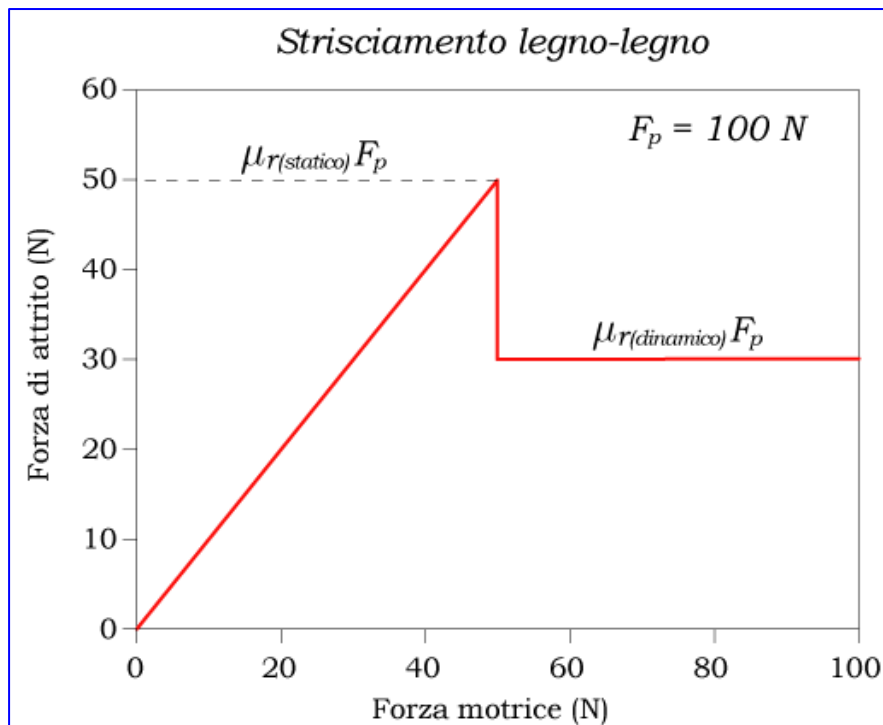
Pneumatici su cemento (bagnato)

0,30

0,25

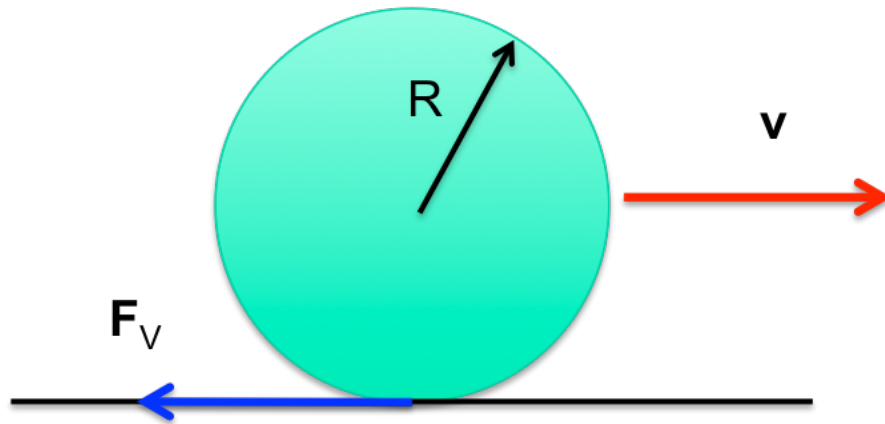
Dalla tabella di ricava che:

$$\mu_s > \mu_d \Rightarrow F_s > F_d$$



La forza di attrito statico è maggiore della forza di attrito dinamico.

❑ La **forza di attrito volvente** nasce quando un corpo rotola su una superficie.



$$F_s = \mu_v \frac{F_{\perp}}{R}$$

R =raggio di curvatura del corpo che rotola
 μ_v =coefficiente di attrito volvente

Applicazione:
cuscinetti a sfera



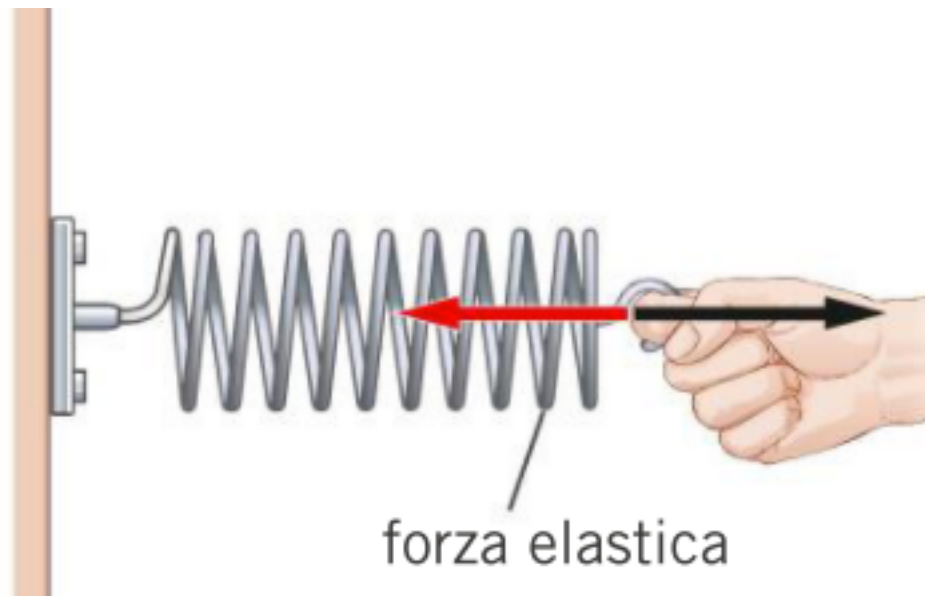
- ❑ La **forza di attrito viscoso** si ha quando un corpo si muove in un fluido (per esempio aria).

Galleria del vento



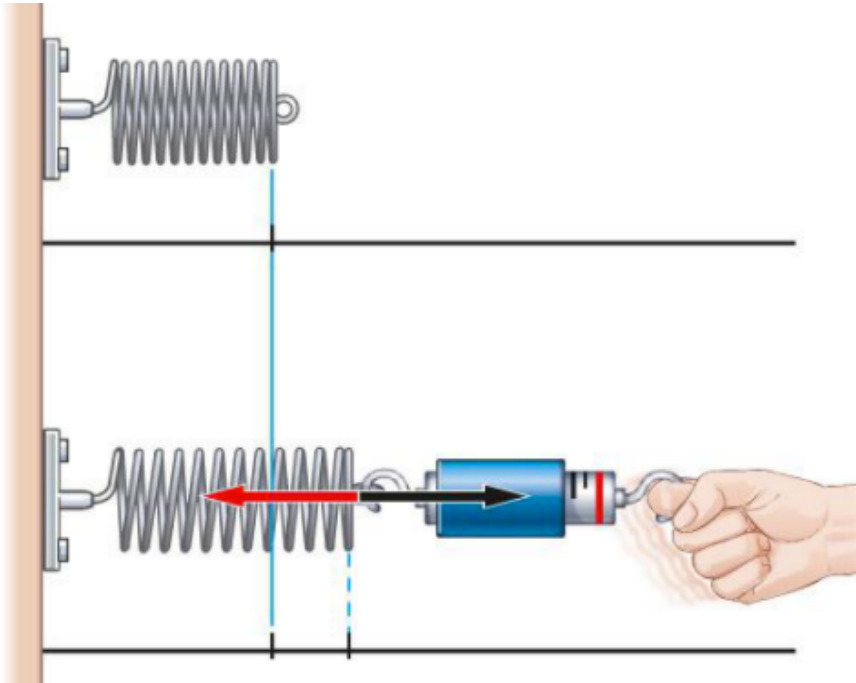
❑ La forza elastica

Quando tiriamo una molla, percepiamo una forza che tende a far ritornare la molla nella posizione iniziale. Lo stesso accade quando cerchiamo di comprimerla. Questa forza, chiamata **forza elastica**, ha la stessa direzione ma verso opposto rispetto alla forza applicata.

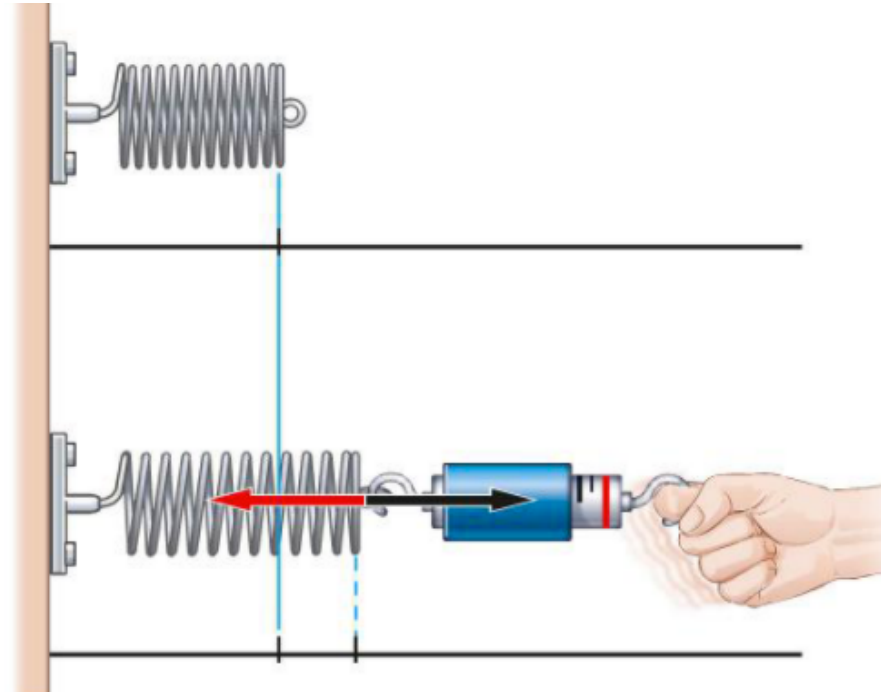


Che relazione matematica esiste tra la forza elastica e la deformazione (allungamento o compressione)?

Eseguiamo il seguente esperimento:

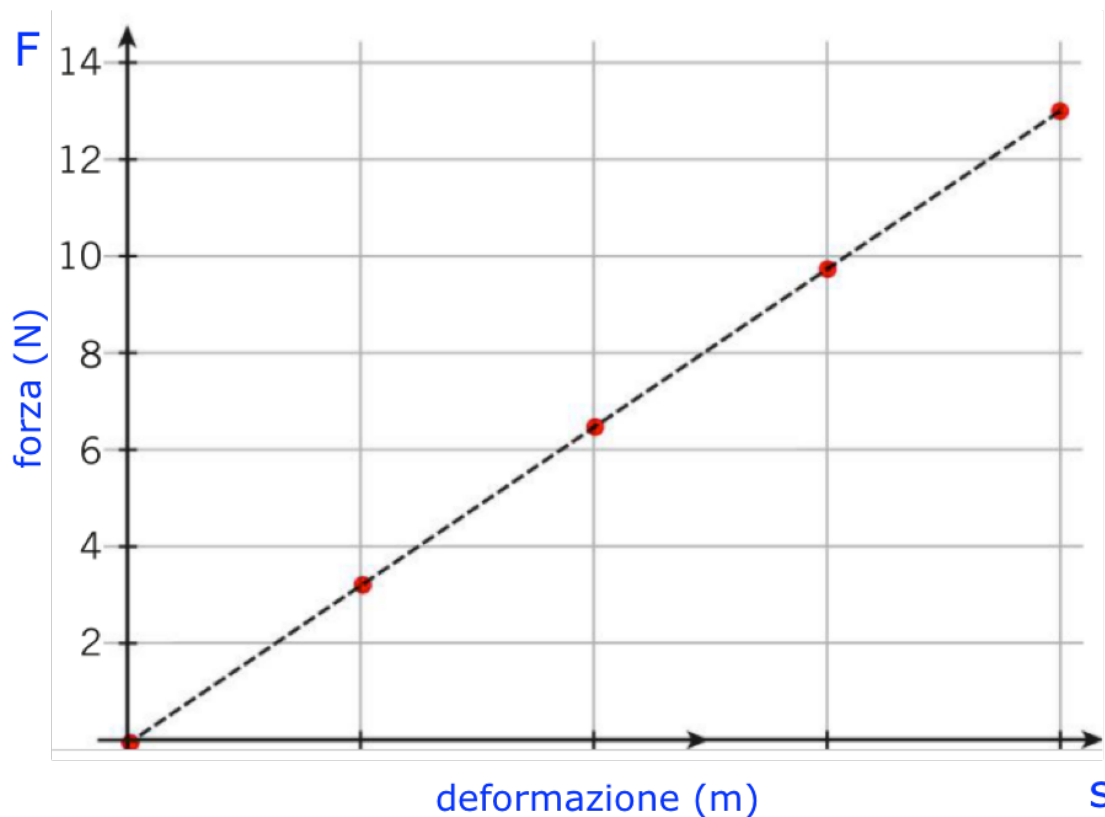


Per misurare la nostra forza, allunghiamo la molla con un dinamometro.



Quando la molla è ferma, la nostra forza ha la stessa intensità della forza elastica.

- Il valore che leggiamo sul dinamometro è uguale all'intensità della forza elastica.
- Misuriamo il valore della forza per diversi valori della deformazione della molla.
- Riportiamo i dati in tabella e su un grafico



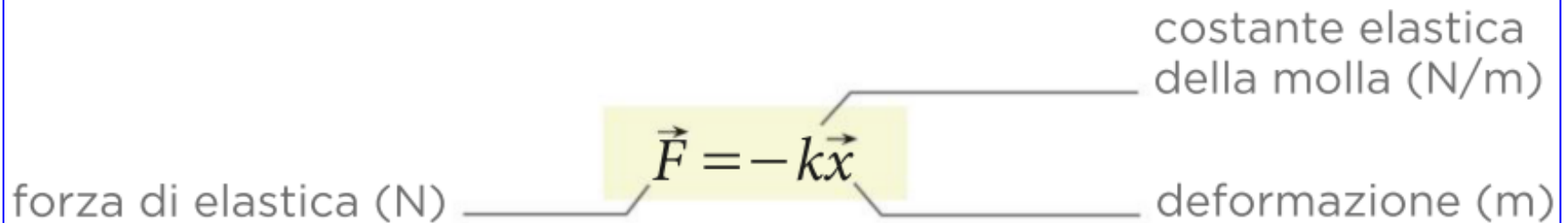
DEFORMAZIONE x (m)	FORZA ELASTICA F (N)
0,16	13
0,12	9,7
0,080	6,3
0,040	3,1
0	0

L'esperimento dimostra che:

- ✓ Forza elastica e spostamento sono direttamente proporzionali;
- ✓ Il segno meno indica il verso della forza elastica che è sempre opposto a quello dello spostamento.

LEGGE SPERIMENTALE DI HOOKE

La forza elastica della molla è direttamente proporzionale allo spostamento ed ha verso opposto:



The diagram shows the equation $\vec{F} = -k\vec{x}$ centered within a yellow rectangular box. Two lines extend from the box: one to the left pointing to the label 'forza di elastica (N)', and one to the right pointing to the label 'deformazione (m)'. A third line extends from the top of the box pointing to the label 'costante elastica della molla (N/m)'.

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$

forza di elastica (N)

costante elastica della molla (N/m)

deformazione (m)

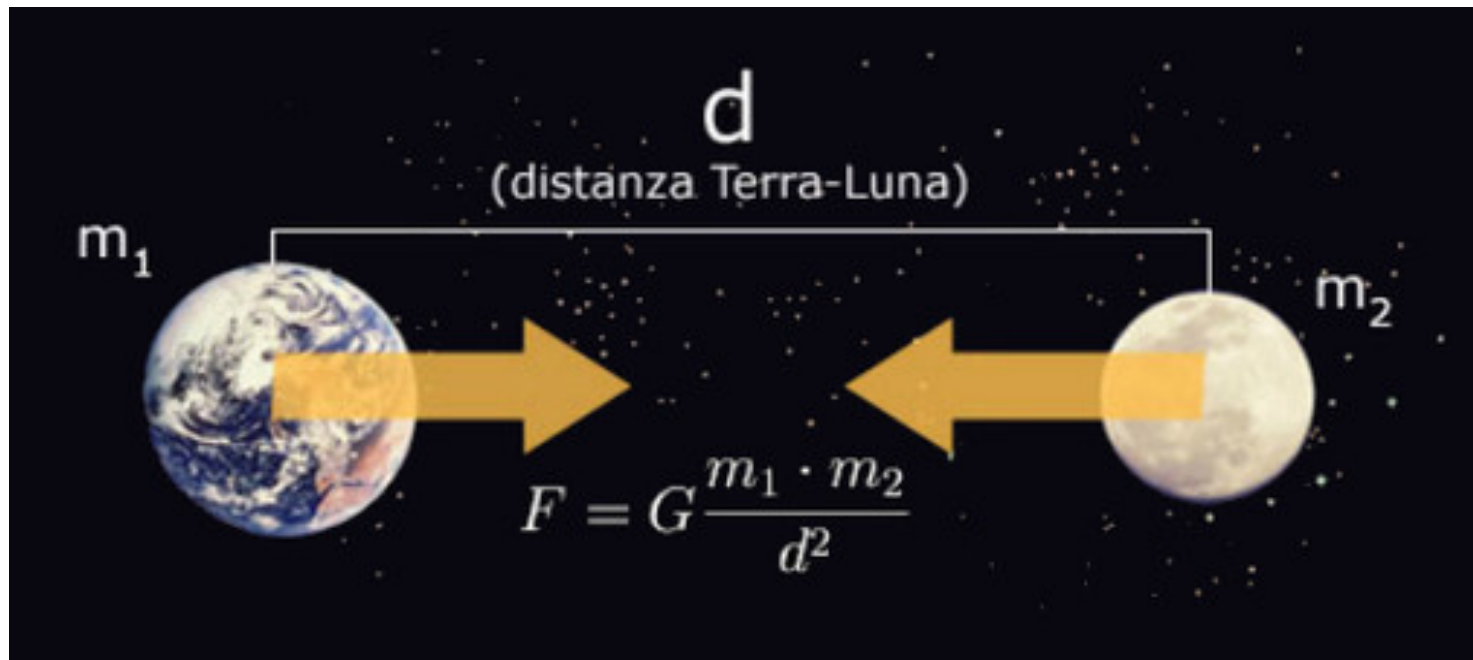
LE FORZE FONDAMENTALI IN NATURA

In natura sono state individuate quattro forze fondamentali (o interazioni fondamentali):

- ❑ *forza gravitazionale*
- ❑ *forza elettromagnetica*
- ❑ *forza nucleare forte*
- ❑ *forza nucleare debole.*

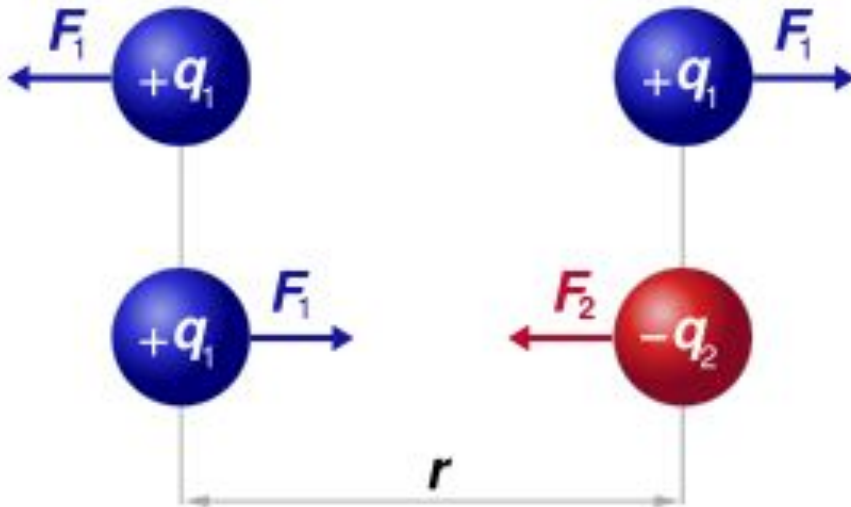
La forza gravitazionale

La sorgente della forza di gravità è la massa. E' responsabile dei moti delle stelle e dei pianeti, nonché della struttura su larga scala dell'universo. E' regolata dalla legge della gravitazione di Newton:



La forza elettromagnetica

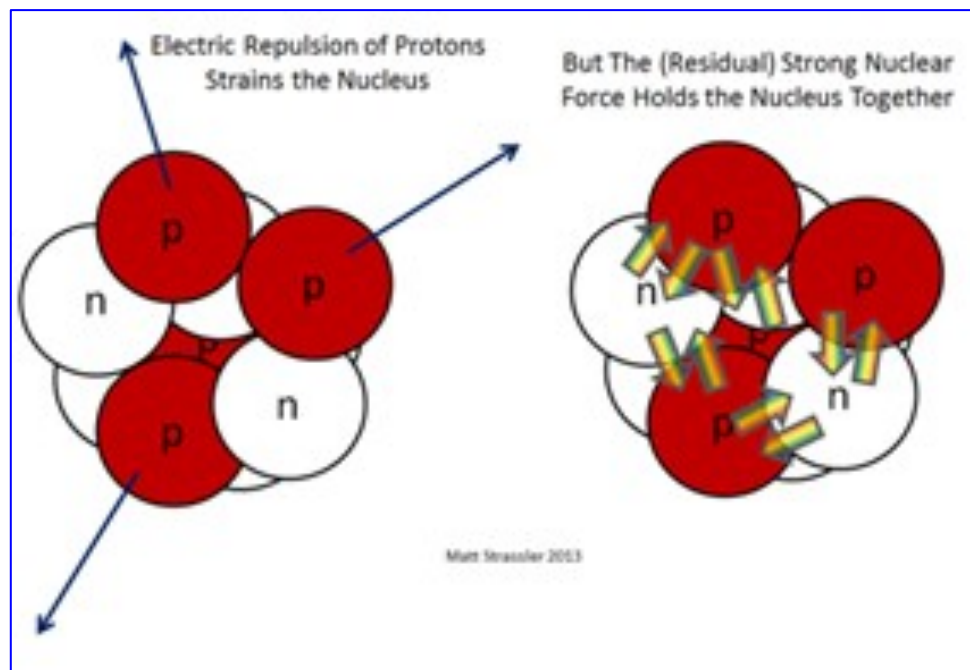
La forza elettromagnetica agisce tra cariche elettriche, e può essere attrattiva (tra cariche di segno opposto) e repulsiva (tra cariche dello stesso segno). E' responsabile dei fulmini e dei legami tra atomi e molecole. E' regolata dalla legge di Coulomb:



$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

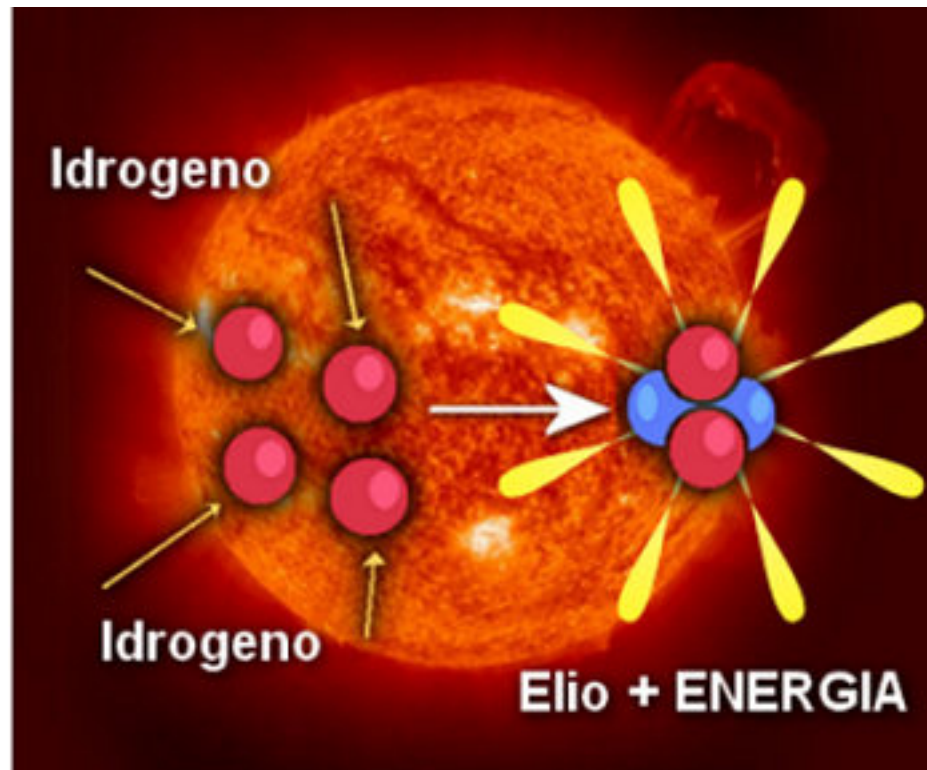
La forza nucleare forte

E' una forza attrattiva e agisce fra i componenti (protoni e neutroni) che costituiscono il nucleo atomico, garantendone la stabilità. E' la più intensa delle quattro forze fondamentali e diminuisce all'aumentare della distanza tra le particelle.



La forza nucleare debole

E' una forza che agisce all'interno dei nuclei atomici ed è responsabile dei decadimenti radioattivi. Regola le reazioni nucleari che avvengono nel centro del Sole.



Teoria della grande unificazione

E' una teoria che dovrebbe unificare le quattro forze fondamentali, considerandole come aspetti diversi di un'unica forza. Un primo passo è stato fatto unificando la forza nucleare debole con quella elettromagnetica, ossia come manifestazioni di un'unica forza chiamata elettrodebole.

