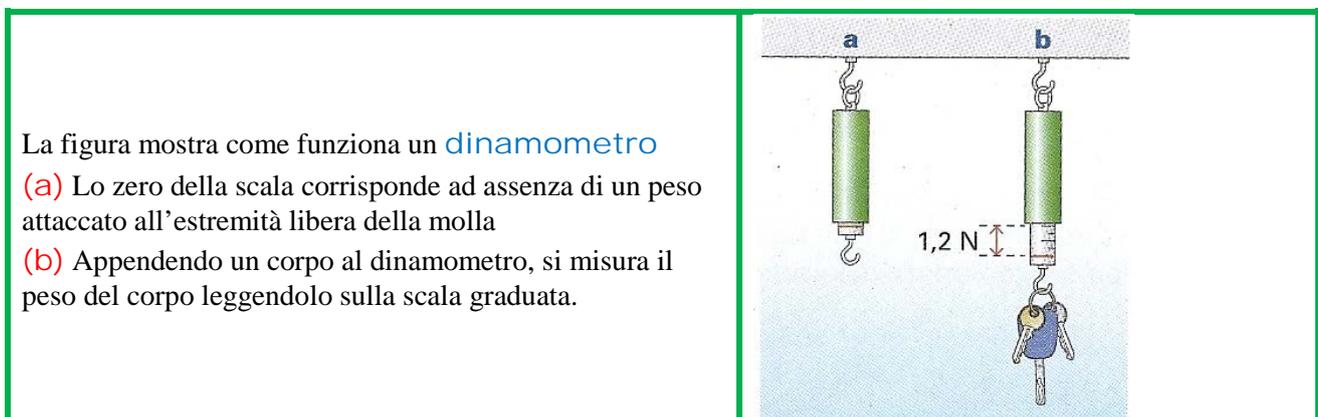


Le forze e la loro misura

Per **forza** intendiamo una qualsiasi causa esterna che **modifica lo stato di quiete o di moto** se applicata ad un corpo libero di muoversi, o che produce una **deformazione** se applicata ad un corpo vincolato. Quindi una forza applicata ad un corpo libero di muoversi produce una **accelerazione**, applicata ad un corpo vincolato produce una **deformazione**.

Affinamento del concetto di forza: In realtà, le forze nascono come interazioni tra due corpi. Se l'interazione è dovuta alle masse dei due corpi abbiamo la **forza gravitazionale**, se è dovuta alle cariche elettriche presenti nei due corpi abbiamo la **forza elettromagnetica**, se è dovuta ai nucleoni abbiamo la **forza nucleare forte**. I nucleoni sono i protoni ed i neutroni presenti nei nuclei degli atomi. Dicesi **vincolo** qualsiasi oggetto che limita il movimento di un corpo. Il piano di una scrivania è un vincolo. Il piano inclinato è un altro vincolo.

Per misurare staticamente una forza utilizziamo un particolare dispositivo opportunamente tarato detto **dinamometro**:



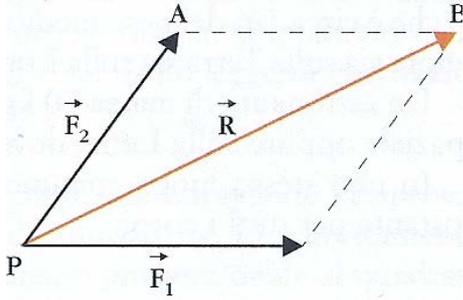
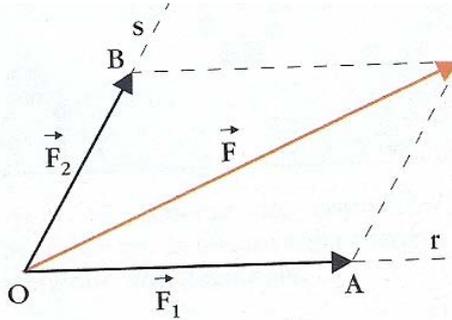
Il **peso** è la forza con cui un corpo è attratto dalla Terra. Il **peso** che agisce su un corpo è applicato nel **baricentro** del corpo.

Una unità di misura non coerente della forza è il chilogrammo-peso ($1kg_p$) che rappresenta la forza con la quale la Terra attira la massa di un chilogrammo ($1kg_m$). $1kg_p = 9,8N$ $P = mg$ $m = \frac{P}{g}$

Un corpo che pesa $P=35\text{ N}$ ha una massa $m = \frac{P}{g} = \frac{35}{9,8} = 3,57\text{ kg}_m$ Un corpo massa che ha massa $m = 10\text{ kg}_m$ pesa $P=10 \cdot 9,8=98\text{ N}$.

Le forze come vettori

Le forze sono grandezze vettoriali in quanto sono individuate da una direzione, da un verso e da un modulo che esprime l'intensità della forza. Alle forze dobbiamo applicare l'algebra dei vettori.

	
<p>$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ \vec{R} è la somma vettoriale delle forze \vec{F}_1 ed \vec{F}_2 e si ottiene applicando la regola del parallelogramma. \vec{R} è detta anche la forza risultante delle forze \vec{F}_1 ed \vec{F}_2.</p>	<p>Le forze \vec{F}_1 ed \vec{F}_2 sono le componenti della forza \vec{F} lungo le due direzioni non orientate r ed s.</p>

La forza gravitazionale

Ogni corpo è caratterizzato da una sua massa m . Sulla Terra ogni corpo subisce l'azione di una forza che prende il nome di peso del corpo. Il peso di un corpo può essere indicato con uno dei due seguenti simboli: \vec{P} oppure \vec{F}_p

Il peso di un corpo è la forza di gravità con la quale il corpo è attratto dalla Terra. La forza peso che agisce su un corpo varia da luogo a luogo. Invece la massa di un corpo è sempre la stessa.

In un determinato luogo la forza peso $\vec{F}_p = \vec{P}$ è direttamente proporzionale alla massa m :

$$F_p = P = mg$$

In prossimità della Terra abbiamo: $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

La **massa** di un corpo, misurata con una bilancia a bracci uguali, è un indice della quantità di materia contenuta nel corpo.

Forza gravitazionale: E' la forza con la quale si attirano due masse puntiformi qualsiasi. Il modulo di tale forza è espresso dalla **legge di gravitazione universale** che afferma quanto segue: due qualsiasi masse m_1 e m_2 si attirano reciprocamente con una forza, agente lungo la loro congiungente, direttamente proporzionale al prodotto delle due masse ed inversamente al quadrato della loro distanza. In formule abbiamo: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$ è chiamata **costante universale di gravitazione**.

Variazione del peso di un corpo

La massa di un corpo è costante e non dipende dalla posizione in cui si trova. Il peso di un corpo dipende dalla sua distanza dal centro della Terra. La massa di un corpo è una grandezza scalare, il peso di un corpo è una grandezza vettoriale.

La forza elastica

La forza elastica è la forza prodotta da un corpo elastico (molla elicoidale) deformato.

Una forza \vec{F} applicata all'estremità di una molla produce una **deformazione** che si manifesta come un **allungamento** a della molla. Tra la forza deformante \vec{F} e l'allungamento a esiste la seguente relazione: $F = k a$ dove k è la **costante elastica** della molla.

Abbiamo la **misura statica** di una forza se dal valore della deformazione possiamo risalire all'intensità della forza. Abbiamo la **misura dinamica** di una forza quando dall'accelerazione prodotta possiamo dedurre il suo modulo.

	<p>La molla è un corpo elastico che si deforma, cioè si allunga quando è sottoposta ad una forza</p>		<p>Allungamento della forza in funzione del peso applicato $F = k a$ k è la pendenza della retta che esprime la proporzionalità diretta tra la forza applicata e la deformazione prodotta.</p>
--	--	--	--

La forza deformante \vec{F} applicata all'estremità di una molla provoca una deformazione s che verifica la seguente relazione: $F = k s$ (legge di Hooke)

Il corpo deformato reagisce sul corpo che ha provocato la deformazione con una forza elastica il cui modulo f_e verifica la relazione: $f_e = -F = -k s$ Nel caso di deformazioni lineari la legge di Hooke può essere scritta anche in forma vettoriale: $\vec{F} = k \cdot \vec{s}$, $\vec{f}_e = -k \cdot \vec{s}$

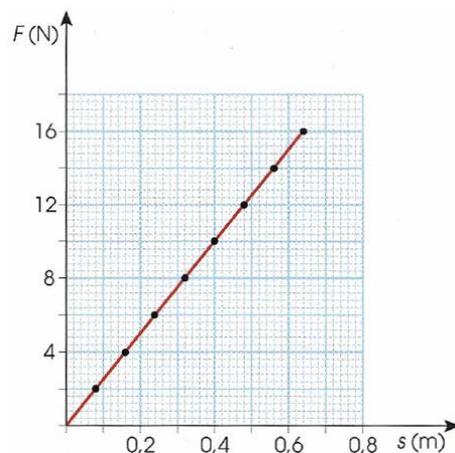
Come esempio di forza elastica possiamo citare quella fornita da una molla elicoidale longitudinale

<p>La forza elastica di una molla è direttamente proporzionale allo spostamento del suo estremo libero dalla posizione di riposo ed è diretta in verso opposto a tale spostamento.</p>	
---	--

Intensità della forza elastica in funzione dell'allungamento della molla: il valore della costante di proporzionalità k (uguale al coefficiente angolare della retta della retta) vale, nel caso particolare della figura

$$25 \frac{N}{m}$$

L'unità di misura della costante k è il $\frac{N}{m}$



Attrito e resistenza in un fluido

Le forze che si generano sulle superfici di contatto fra due corpi quando questi tendono a muoversi o già si muovono l'uno rispetto all'altro vengono dette **forze d'attrito** o **resistenze passive** in quanto agiscono sempre in senso contrario al movimento dei corpi. Le **forze d'attrito** sono pertanto forze che si oppongono al movimento e si manifestano tutte le volte che un corpo striscia o rotola su un altro corpo o quando si muove in un fluido.

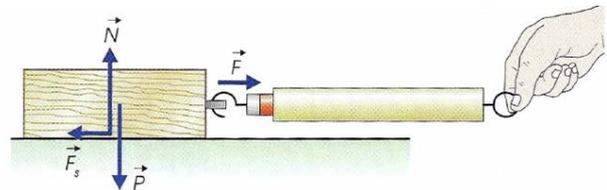
Distinguiamo tre forze di attrito:

- 1) **attrito del mezzo**: Rappresenta la resistenza che oppone un fluido (liquido o aeriforme) al moto dei corpi che vi sono immersi.
- 2) **attrito radente**: Esprime la forza che si oppone al moto di un solido che striscia su un altro solido. E' la forza tangenziale che si manifesta sulla superficie di contatto tra due corpi solidi che strisciano l'uno sull'altro e che si oppone al loro moto relativo.
- 3) **attrito volvente**: E' la forza che si oppone al moto di un solido che rotola su un altro solido.

Forza di attrito statico: Se un corpo è fermo a contatto con una superficie, su di esso agisce una **forza di attrito statico** \vec{F}_a , parallela alla superficie, la cui intensità F_a soddisfa la relazione:

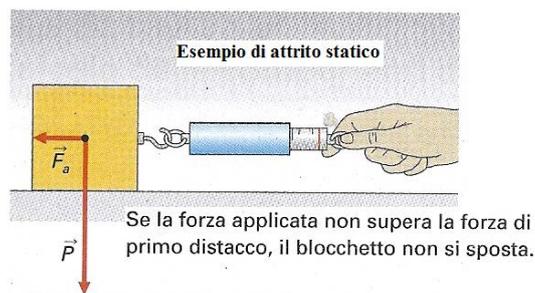
$$F_a = k_s \cdot P \quad \text{Il coefficiente di proporzionalità } k_s \text{ è detto } \textbf{coefficiente di attrito statico}.$$

Sul blocco fermo agiscono 4 forze: il suo peso \vec{P} ($\vec{N} = -\vec{P}$), la forza di trazione \vec{F} ($\vec{F}_s = -\vec{F}$). Il dinamometro misura l'intensità di \vec{F} , che è



anche quella di \vec{F}_s . Nell'istante in cui il blocco comincia a muoversi, \vec{F}_s raggiunge la sua massima intensità $F_{s,max}$, e l'attrito da statico diventa dinamico.

\vec{F}_a viene chiamata forza di attrito statico per indicare la forza di attrito che si sviluppa fra due superfici ferme ed in contatto.



Forza di attrito dinamico: Quando il corpo comincia a strisciare, la forza sviluppata dalla superficie scabra sul corpo è detta **forza di attrito dinamico**. Risulta: $F_d = k_d \cdot N = k_d \cdot F_{\perp}$

Il coefficiente di proporzionalità k_d è detto **coefficiente di attrito dinamico**. $k_d < k_s$

Le forze di attrito dinamico sono le forze che si manifestano tra le superfici di due corpi in movimento l'uno rispetto all'altro.

Un corpo solido è sottoposto all'attrito del mezzo quando si muove all'interno di un fluido (liquido o gas). Se il corpo si muove con una velocità \mathbf{v} piccola, allora è valida la seguente relazione $\mathbf{F}_a = \mathbf{k} \mathbf{v}$, se la velocità è consistente allora è valida la seguente relazione $\mathbf{F}_a = \mathbf{k} \mathbf{v}^2$.

Forze elettriche: legge di Coulomb

Un corpo è elettrizzato negativamente se ha un eccesso di elettroni, è elettrizzato positivamente se ha una carenza di elettroni e quindi un eccesso di protoni. Cariche dello stesso segno si respingono, cariche di segno opposto si attirano.

Legge di Coulomb: la forza di attrazione o di repulsione tra due cariche elettriche è direttamente proporzionale al prodotto delle due cariche ed inversamente proporzionali al quadrato della loro distanza. In simboli abbiamo:

$$\mathbf{F} = \mathbf{k} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Nel vuoto la costante \mathbf{k} assume il seguente valore: $\mathbf{k} = 9 \cdot 10^9 \frac{\mathbf{N} \cdot \mathbf{m}^2}{\mathbf{C}^2}$

\mathbf{N} = newton \mathbf{m}^2 = metro quadrato \mathbf{C}^2 = coulomb quadrato

Nel l'unità di misura della carica elettrico è il coulomb, definita come la carica che posta alla distanza di 1m da una carica uguale la respinge con la forza di $9 \cdot 10^9 \text{N}$.