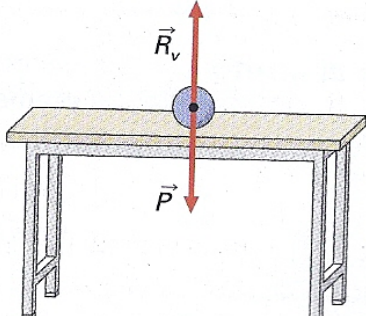
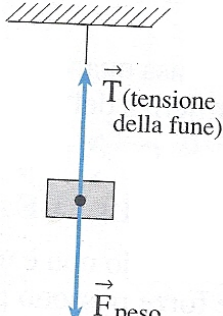
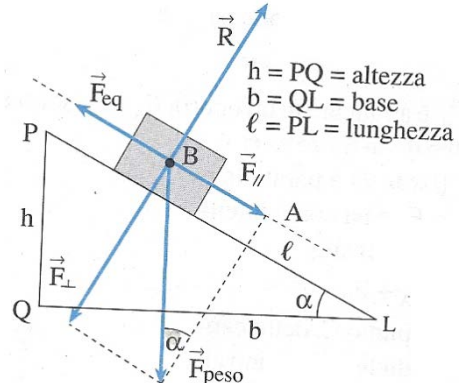


Equilibrio di un punto materiale

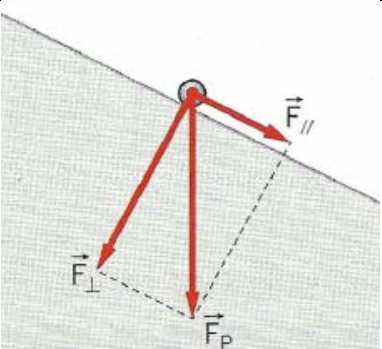
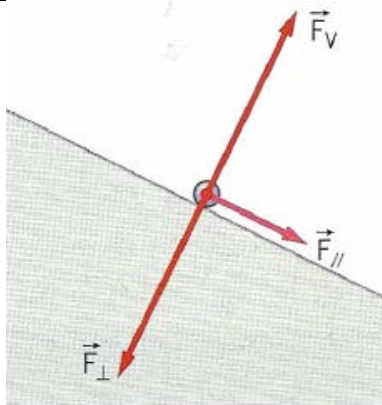
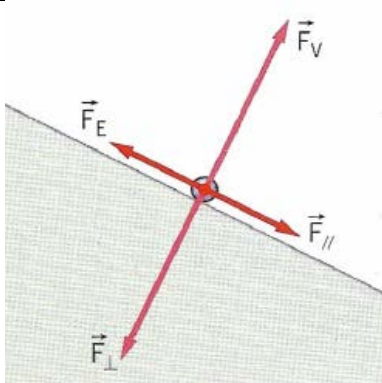
Per **punto materiale** intendiamo un qualsiasi corpo dotato di massa le cui dimensioni sono trascurabili rispetto a quelle dello spazio circostante. Il **corpo rigido** è un oggetto esteso che non subisce alcuna deformazione qualunque siano le forze applicate. Un punto materiale fermo, rimane in **equilibrio** quando è nullo il risultante delle forze che agiscono su di esso. Un **vincolo** è un oggetto che impedisce ad un corpo di compiere alcuni movimenti. Ogni superficie esercita su un corpo a contatto con essa una forza vincolare, in direzione perpendicolare alla superficie stessa e orientata verso l'esterno. Questa forza è detta **reazione vincolare normale**, uguale in modulo alla forza premente. La resistenza di un filo sottoposto a trazione, chiamata **tensione del filo**, è sempre diretta lungo il filo. Le seguenti figure ci mostrano alcuni vincoli. Si tratta di un tavolo, di una fune, di un piano inclinato.

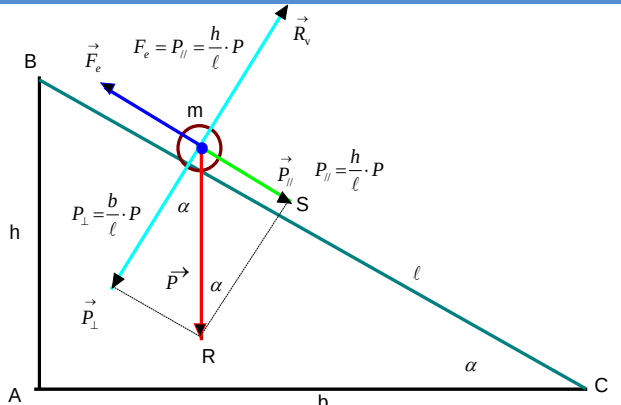
		 h = PQ = altezza b = QL = base l = PL = lunghezza
Il corpo (punto materiale) posto sul tavolo è in equilibrio in quanto su di esso agiscono due forze uguali ed opposte: il peso del corpo $\vec{P}$ e la reazione vincolare $\vec{R}_v$	Un corpo è sospeso ad una fune che sviluppa una reazione vincolare detta tensione, diretta lungo la fune e con verso opposto al peso del corpo.	Blocco in equilibrio poggiato su un piano inclinato. Il peso $\vec{F}_{peso}$ può essere sostituito da $\vec{F}_{ }$ e $\vec{F}_{\perp}$. $\vec{F}_{\perp}$ è equilibrata dalla reazione vincolare $\vec{R}$ del piano. Il corpo è in equilibrio se applichiamo al corpo una forza $\vec{F}_{eq}$ opposta alla forza $\vec{F}_{ }$. $F_{ } = \frac{F_{peso} \cdot h}{l}$

L'equilibrio di un corpo poggiato su un piano inclinato

Definiamo **piano inclinato** un qualsiasi piano di appoggio indeformabile formante un angolo α col piano orizzontale. **Un piano inclinato viene rappresentato mediante un triangolo rettangolo.**

Quale forza dobbiamo applicare ad un corpo poggiato su un piano inclinato perché resti in equilibrio?

 Scomponiamo la forza peso $\vec{F}_P$ lungo la parallela al piano inclinato ($\vec{F}_{\parallel}$) e lungo la perpendicolare ($\vec{F}_{\perp}$) al piano inclinato	 La componente $\vec{F}_{\perp}$ è equilibrata dalla reazione vincolare $\vec{F}_V$ del piano inclinato.	 L'unica forza non equilibrata è $\vec{F}_{\parallel}$. Il corpo rimane fermo in equilibrio se ad esso applichiamo equilibrante $\vec{F}_E = -\vec{F}_{\parallel}$ uguale ed opposta alla forza $\vec{F}_{\parallel}$.
--	--	---

Consideriamo un piano inclinato di altezza h, lunghezza ℓ ed inclinazione α. Per avere equilibrio, bisogna applicare al corpo una forza $\vec{F}_e$, detta forza equilibrante, uguale ed opposta alla forza $\vec{P}_{\parallel}$ detta forza motrice	 Diagram illustrating the forces on a mass m on an inclined plane. The weight force $\vec{P}$ is decomposed into components $P_{\parallel} = \frac{h}{\ell} \cdot P$ (parallel to the plane) and $P_{\perp} = \frac{b}{\ell} \cdot P$ (perpendicular to the plane). The equilibrant force $\vec{F}_e$ is applied opposite to $P_{\parallel}$. The reaction force $\vec{R}_v$ is perpendicular to the plane. The angle of inclination is α.
---	--

I moti dei corpi rigidi

Un corpo rigido può compiere due tipi di moto: • **moto traslatorio** quando tutti i punti del corpo si muovono lungo traiettorie parallele • **moto rotatorio**, quando tutti i punti del corpo descrivono traiettorie circolari coi centri appartenente alla stessa retta, chiamata asse di rotazione.

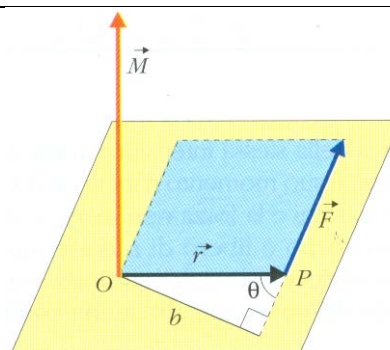
La grandezza fisica che causa le rotazioni è detta **momento della forza**.

Equilibrio di un corpo rigido

Il corpo rigido, a differenza del punto materiale, può anche ruotare. Se ad un corpo rigido, vincolato ad un asse fisso, applichiamo una forza $\vec{F}$ in un punto diverso dall'asse, otteniamo come effetto una rotazione del corpo rigido. Tale rotazione è dovuta al **momento** della forza $\vec{F}$.

Momento $\vec{M}$ di una forza $\vec{F}$ rispetto ad un punto O

Si definisce **momento della forza $\vec{F}$** rispetto al punto **O** il vettore $\vec{M}_O$ che ha come modulo l'area del parallelogramma avente come lati consecutivi i vettori $\vec{r}$ ed $\vec{M}_O$, direzione ortogonale al piano individuato dai vettori $\vec{r}$ ed $\vec{M}_O$, e verso dato dalla regola della mano destra.

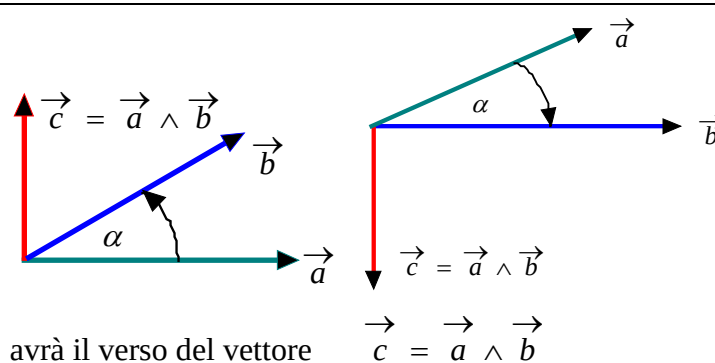


Definiamo **momento risultante** di un sistema di forze rispetto ad un punto **O** la somma vettoriale (momento risultante) dei momenti delle singole forze rispetto al punto **O**

Definizione: il momento **M** di una forza applicata ad un corpo rigido è uguale al prodotto dell'intensità della forza per il suo braccio, definito come la distanza fra il punto O e la retta di azione della forza $\vec{F}$. In simboli abbiamo: $M = F \cdot b$. Infatti questo numero rappresenta l'area del sopradetto parallelogramma.

momento (N·m) $M = F \cdot b$ forza (N) braccio (m)

Regola della mano destra: Si ruoti il vettore $\vec{a}$ dell'angolo convesso θ fino a farlo sovrapporre al vettore $\vec{b}$; si pieghino le dita della mano destra nello stesso verso in cui ha ruotato il vettore $\vec{a}$; il pollice della mano destra

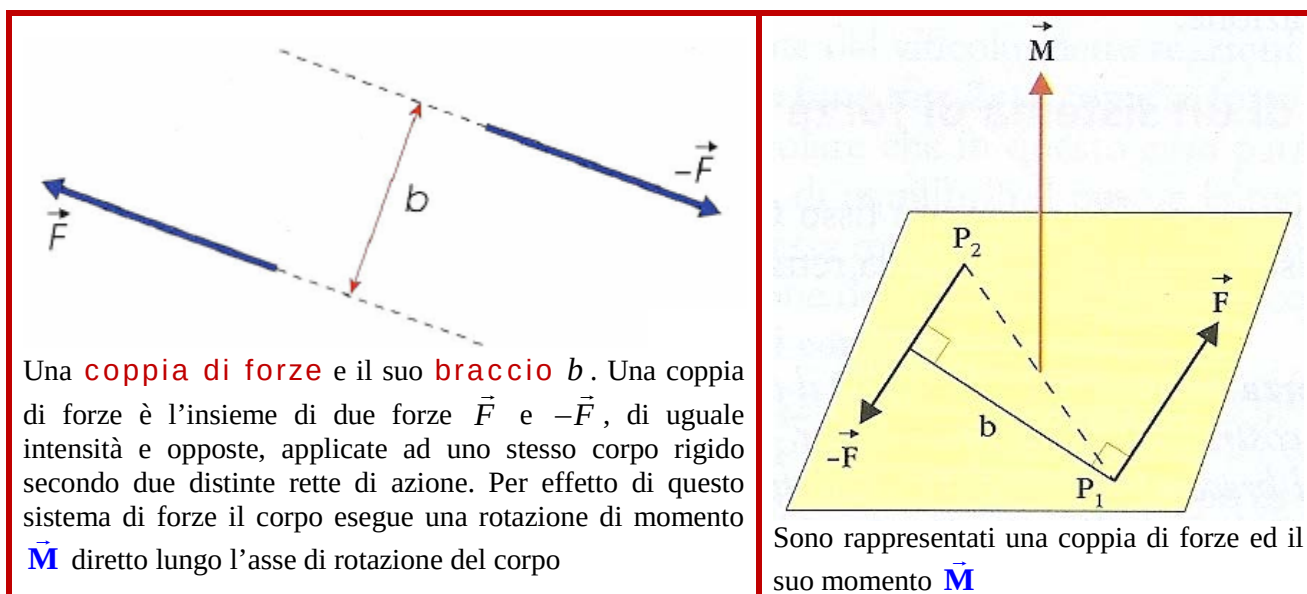


Una forza può fare ruotare un corpo rigido in senso orario o in senso antiorario. Per convenzione assumiamo che il momento di una forza abbia valore **positivo** (**negativo**) quando la forza genera una **rotazione antioraria** (**oraria**).

Nel S.I. il momento si misura in **newton × metro** ($N \cdot m$).

Il momento di una coppia di forze

Una **coppia di forze** è un sistema formato da due forze parallele aventi la stessa intensità ma versi opposti. Applicata ad un corpo rigido una coppia di forze provoca la rotazione del corpo. Tale rotazione è regolata dal suo momento $M = F \cdot b$ dove F è l'intensità di ciascuna forza e b il braccio della coppia, cioè la distanza tra le rette d'azione delle due forze che costituiscono la coppia. Il momento $\vec{M}$ è il vettore perpendicolare al piano della coppia il cui verso si ottiene applicando la regola della mano destra.



Condizioni di equilibrio di un corpo rigido

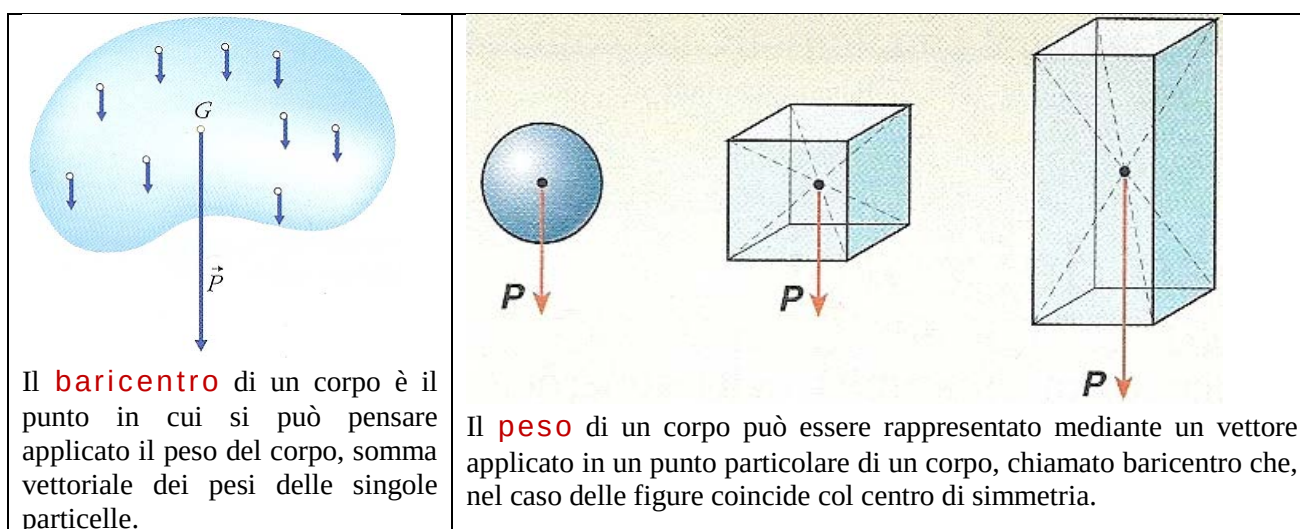
Un corpo rigido fermo rimane in **equilibrio** quando:

- la somma vettoriale delle **forze** applicate su di esso è uguale a zero
- la somma vettoriale dei **momenti delle forze** applicate ad esso, calcolate rispetto ad un punto qualsiasi, è uguale a zero.

Queste condizioni si traducono nella formula:
$$\begin{cases} \vec{F}_{tot} = \vec{0} \\ \vec{M}_{tot} = \vec{0} \end{cases}$$

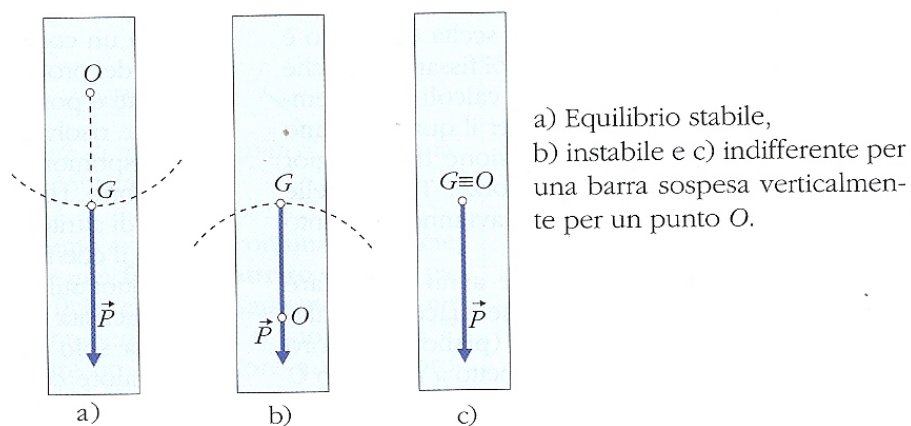
Baricentro di un corpo

Il **baricentro** (o **centro di gravità**) di un corpo rigido è il punto di applicazione del peso del corpo. In tutti i corpi omogenei aventi un centro di simmetria il baricentro coincide col centro di simmetria.



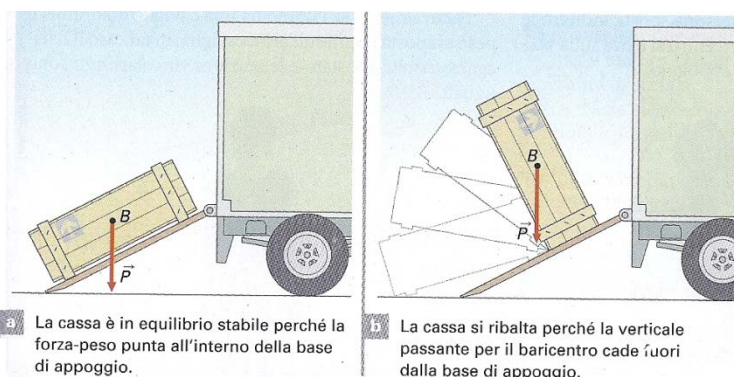
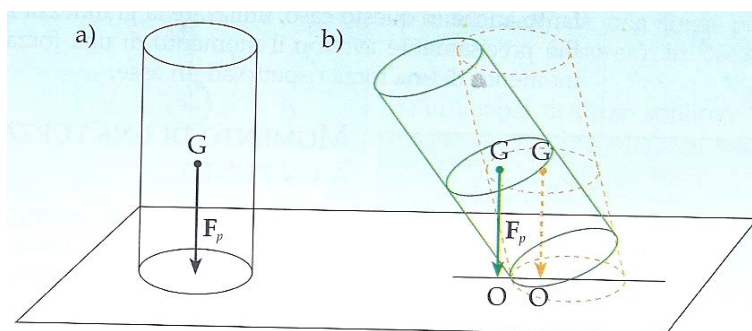
L'equilibrio dei corpi sospesi

Un **corpo sospeso è in equilibrio** quando la verticale passante per il punto di sospensione contiene il baricentro. L'**equilibrio** di un corpo può essere **stabile**, **instabile**, **indifferente**. Si ha l'**equilibrio stabile** quando, spostato il corpo dalla posizione in un'altra posizione vicina, il momento risultante delle forze esterne tende a riportarlo nella posizione di equilibrio iniziale. In questo caso il punto di sospensione **O** sta sopra il baricentro del corpo. Si ha l'**equilibrio instabile** quando spostato di poco dalla posizione di equilibrio il corpo si porta ad occupare una posizione di equilibrio stabile. In questo caso il punto di sospensione **O** sta sotto il baricentro del corpo. Si ha l'**equilibrio stabile** se il corpo, comunque spostato dalla sua posizione, rimane in equilibrio. In questo caso il punto di sospensione **O** coincide col baricentro del corpo. Come regola generale possiamo affermare che per un corpo pesante sospeso l'equilibrio è stabile, instabile, indifferente se un piccolo spostamento dalla posizione di equilibrio tende rispettivamente ad innalzare, abbassare o lasciare il baricentro alla stessa altezza.

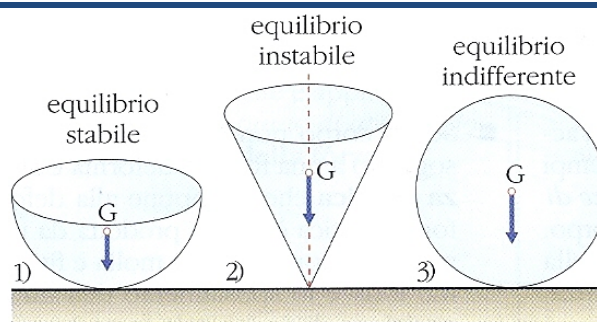


L'equilibrio dei corpi appoggiati

Un corpo esteso poggiato su un piano orizzontale è in equilibrio solo se la verticale che passa per il baricentro del corpo cade all'interno della base di appoggio.



Corpi pesanti appoggiati su un piano orizzontale in posizioni di **equilibrio stabile** (semisfera), **instabile** (cono), **indifferente** (sfera).



Le macchine semplici

Dicesi **macchina semplice** un qualsiasi dispositivo capace di equilibrare una forza $\vec{F}_r = \vec{R}$ detta **forza resistente** con un'altra $\vec{F}_m = \vec{P}$ detta **forza motrice**. Sono macchine semplici la leva, la carrucola, il piano inclinato, il verricello, il cuneo.

Definiamo **vantaggio V** di una macchina semplice il rapporto tra la forza resistente $\vec{F}_r = \vec{R}$ e la forza motrice $\vec{F}_m = \vec{P}$:

$$V = \frac{\text{forza resistente}}{\text{forza motrice}} = \frac{F_r}{F_m} = \frac{R}{P}$$

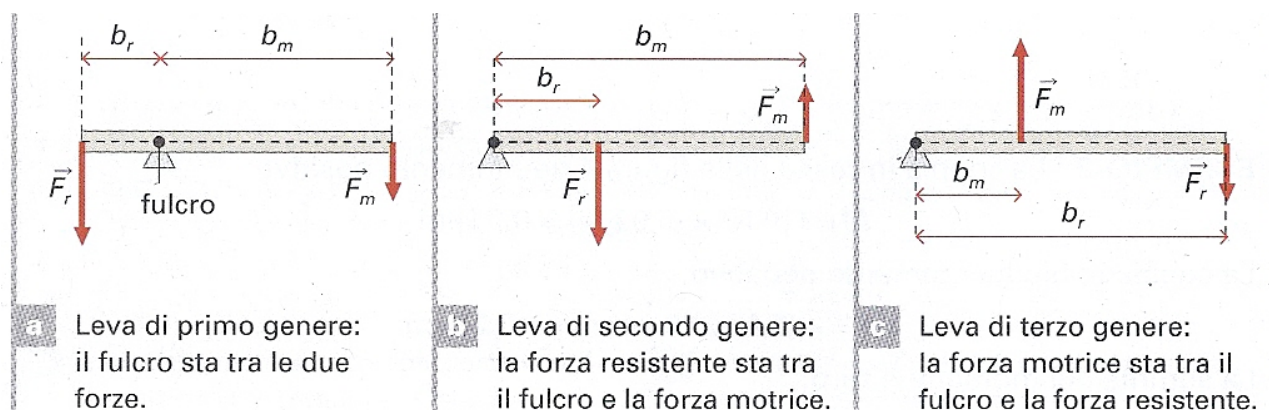
La macchina semplice è **vantaggiosa** se $V > 1$ ($F_r > F_m$), **indifferente** se $V = 1$ ($F_r = F_m$), **svantaggiosa** se $V < 1$ ($F_r < F_m$).

Le leve

Una **leva** è un'asta rigida vincolata a ruotare attorno ad un punto detto **fulcro**. Per mezzo di una leva possiamo equilibrare una forza $\vec{F}_r = \vec{R}$ detta **forza resistente** con un'altra $\vec{F}_m = \vec{P}$ detta **forza motrice**. Affinché la leva sia in equilibrio debbono essere uguali e contrari i momenti rispetto al fulcro delle forze agenti, cioè deve valere la seguente relazione:

$$F_m \cdot b_m = F_r \cdot b_r \quad (\mathbf{P \cdot a = R \cdot b}) \quad F_m : F_r = b_r : b_m \quad (\mathbf{P : R = b : a})$$

Si distinguono tre tipi di leve a seconda della posizione del fulcro, della forza resistente $\vec{F}_r$ e della forza motrice $\vec{F}_m$.

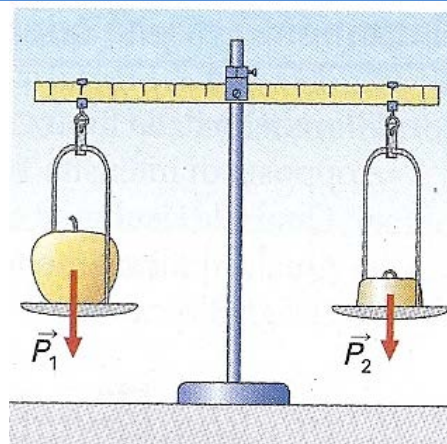


La **bilancia** è una leva di primo genere a bracci uguali. All'equilibrio i due pesi debbono essere uguali

$$P_1 = P_2 \text{ e quindi } m_1 = m_2$$

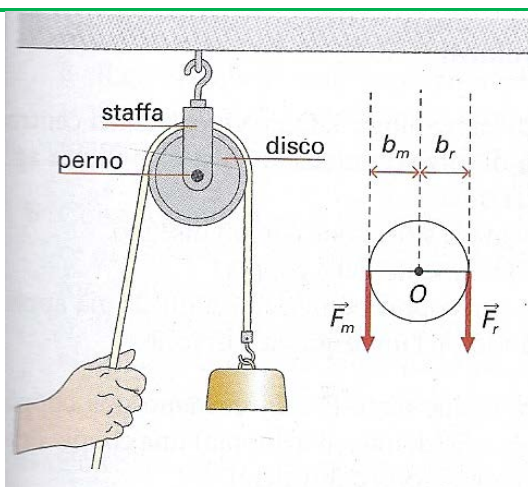
La bilancia serve a stabilire l'uguaglianza di due masse attraverso l'uguaglianza dei loro pesi.

La bilancia è un apparecchio che misura le masse, il dinamometro è un apparecchio che misura i pesi.

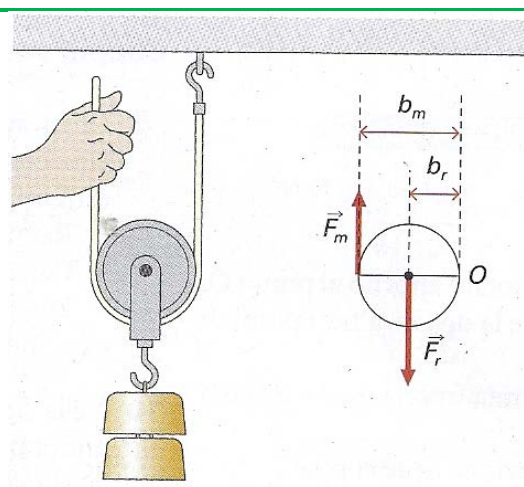


Le carrucole

Una **carrucola** è un disco girevole attorno all'asse passante per il suo centro, con una scanalatura sul bordo lungo la quale si fa passare una fune. Questa può scorrere e mettere in moto la carrucola. Rigidamente collegata all'asse di rotazione c'è una staffa che permette di fissare la carrucola ad un sostegno o di fissare ad essa un carico.



La **carrucola fissa** equivale ad una leva di primo genere. Si ha equilibrio quando $F_m = F_r$

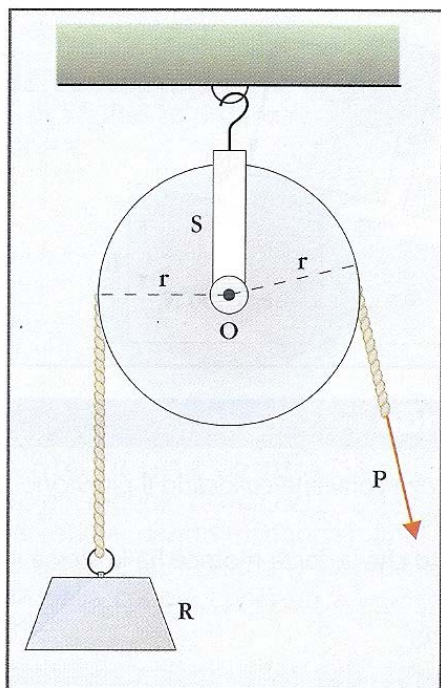


La **carrucola mobile** equivale ad una leva di secondo genere. Si ha equilibrio quando: $F_m = \frac{F_r}{2}$

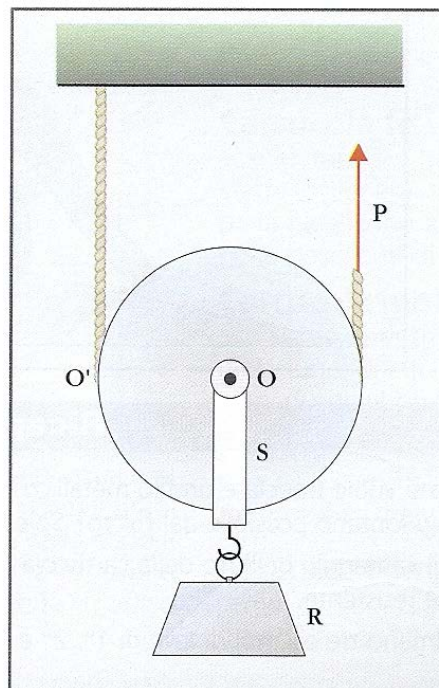
La **carrucola fissa**, che può essere considerata una leva di primo genere, permette di equilibrare una forza applicandone un'altra di uguale intensità. Nella carrucola fissa è la staffa ad essere fissata al sostegno. $F_m = F_r$

Nella **carrucola mobile** un'estremità della fune viene fissata ad un sostegno, mentre la forza resistente $\vec{F}_r$ viene fissata alla staffa. All'altra estremità della fune si applica la forza motrice $\vec{F}_m$.

La **carrucola mobile** può essere considerata come una leva di secondo genere. Nella carrucola mobile si ha equilibrio quando la forza motrice è la metà della forza resistente: $F_m = \frac{F_r}{2}$



Carrucola fissa: La forza motrice è uguale alla forza resistente.



Carrucola mobile: In condizioni di equilibrio