

L'EQUILIBRIO DEL PUNTO MATERIALE

La statica studia l'equilibrio dei corpi.

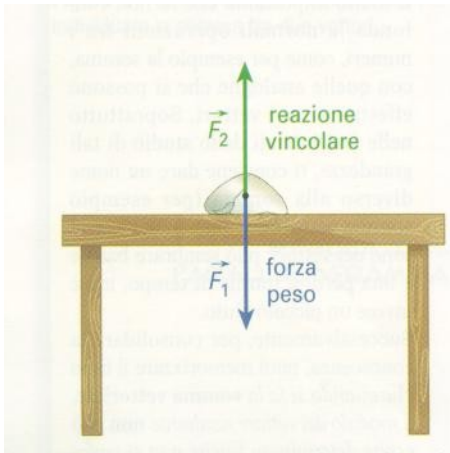
Un corpo è in equilibrio se è fermo e persevera nel suo stato di quiete al trascorrere del tempo.

Un modello è la semplificazione di una situazione reale, utile per concentrare lo studio su alcuni aspetti di un fenomeno, ignorandone altri.

Il punto materiale è il modello di un corpo reale, ed è un punto in cui si immagina concentrata tutta la materia presente nel corpo. Esso è utile quando il corpo reale si può considerare di dimensioni trascurabili rispetto al contesto in cui si trova, e tutte le forze possono essere considerate applicate nello stesso punto.

Il punto materiale non ha dimensioni, e può solo effettuare moti traslatori; inoltre ha una massa e quindi una forza peso.

Il vincolo è un impedimento che limita parzialmente o totalmente il moto di un corpo; la reazione vincolare è la forza che il vincolo esercita su tale corpo, ed è una forza di tipo elastico e di natura elettromagnetica.



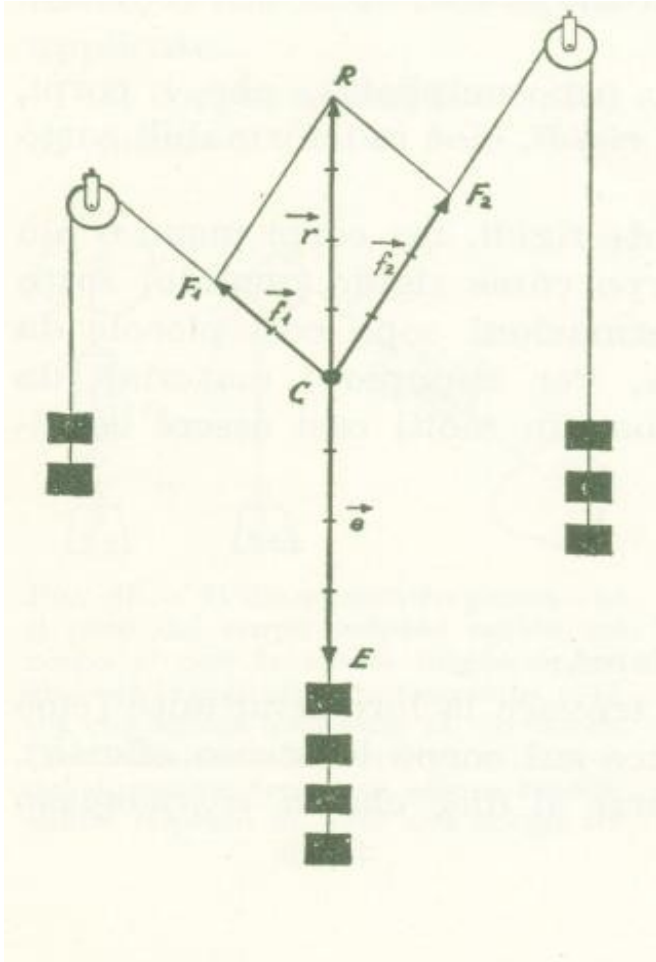
la condizione di equilibrio di un punto materiale (detta anche I equazione cardinale della statica) è la seguente:

Un punto materiale è in equilibrio se è nulla la somma vettoriale di tutte le forze applicate ad esso, comprese le reazioni vincolari.

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$$

Dato un punto materiale, e le forze F_1, F_2, F_3, \dots su di esso agenti, per equilibrare tale punto occorre procedere come segue:

- A. Si sommano tutte le forze agenti sul punto, ottenendo così il vettore risultante $R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$
- B. Si applica una forza opposta al risultante chiamata equilibrante E , tale che $R + E = 0$



L'EQUILIBRIO DEL CORPO RIGIDO

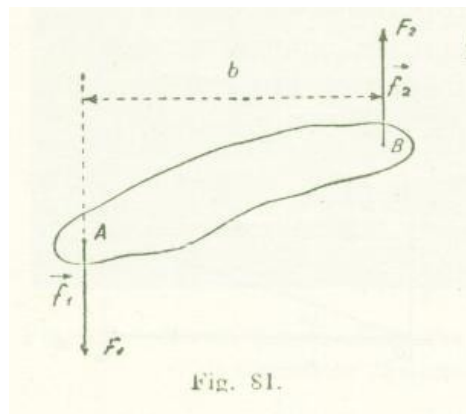
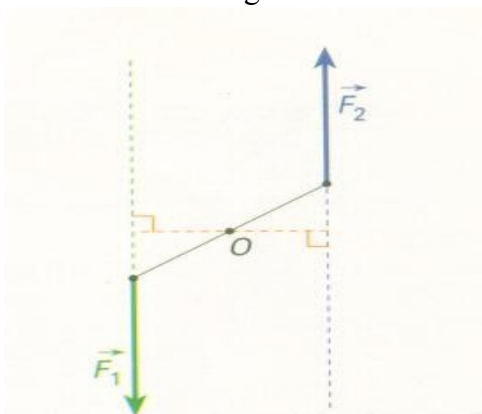
Il corpo rigido esteso è il modello di un corpo reale dotato di estensione e che non è possibile ridurre ad un punto materiale. Sottoposto all'azione delle forze, il corpo rigido esteso non subisce deformazioni apprezzabili.

Un corpo è rigido quando, considerati due suoi punti qualunque, essi non cambiano mai la loro distanza.

Il corpo rigido può effettuare **due tipi di moto: traslatorio e rotatorio intorno ad un asse fisso.**

In questo caso è chiaro che non basta una sola condizione di equilibrio.

Si chiama **coppia di forze** un sistema formato da due forze parallele ed opposte, non agenti sulla stessa retta e con uguale modulo.



L'intensità di ogni forza è **l'intensità della coppia**: $F_1 = F_2 = F$; la **distanza fra le rette d'azione delle forze** (ATTENZIONE NON FRA I PUNTI DI APPLICAZIONE DELLE FORZE) si chiama **braccio della coppia**: b .

Una coppia di forze produce su un corpo rigido una **rotazione** (intorno ad un asse fisso).

La grandezza fisica che descrive la rotazione si chiama **momento vettoriale**.

Essendo un vettore occorre specificare direzione, verso, intensità e punto di applicazione.

Il modulo del momento di una coppia di forze è definito come il prodotto del modulo della coppia per il suo braccio, cioè la distanza tra le rette d'azione delle due forze:

momento = forza x braccio. Usando i simboli, il modulo del momento diventa:

$$M = F \times b$$

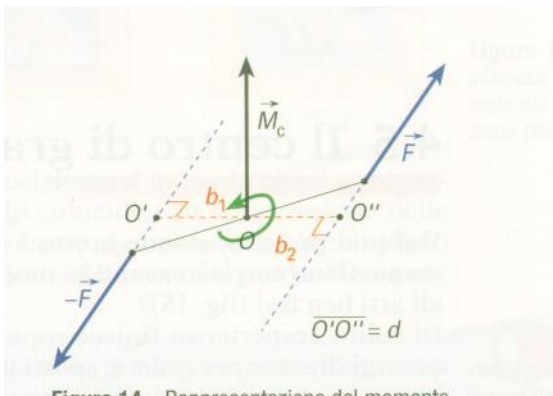
L'unità di misura del momento di una coppia di forze è: N x m.

Essendo il momento una grandezza vettoriale, oltre al modulo, possiede una direzione e un verso, per cui deve essere indicato con il simbolo M :

La direzione del vettore momento è quella della retta perpendicolare al piano individuato dalla coppia di forze;

il verso è quello di avanzamento di una vite (destrorsa) che ruota come ruota il corpo.

Il vettore momento si può pensare applicato in qualunque punto del corpo, poiché è un **vettore libero**.



Viceversa si ha che:

- la direzione di M indica l'asse attorno al quale ruota il corpo rigido;
- il verso di M dà informazioni sul senso in cui avviene la rotazione.

Il senso di rotazione del corpo rigido viene determinato, conoscendo il verso del momento, utilizzando la regola del cavatappi.

Se M è diretto verso l'alto, la rotazione avviene in senso antiorario (un cavatappi ruotato in senso antiorario si svita e va verso l'alto); viceversa, se M è diretto verso il basso, allora la rotazione avviene in senso orario (un cavatappi ruotato in senso orario si avvita e va verso il basso).

La rotazione in senso *orario* è quella individuata dal movimento delle lancette dell'orologio; in caso contrario, si parla di senso *antiorario*.

Il momento di una coppia di forze individua la presenza di un moto di rotazione del corpo rigido.

Un corpo rigido in equilibrio non deve né traslare, né ruotare e le sue condizioni di equilibrio sono le seguenti:

- 1) affinché il corpo **non trasli** deve essere **nulla la somma vettoriale di tutte le forze applicate al corpo rigido**, comprese le reazioni vincolari (I equazione cardinale della statica) $F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$;
- 2) affinché il corpo **non ruoti** (intorno ad un asse fisso) deve essere **nulla la somma vettoriale di tutti i momenti** (II equazione cardinale della statica). $M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$

LE MACCHINE SEMPLICI E LA LEVA

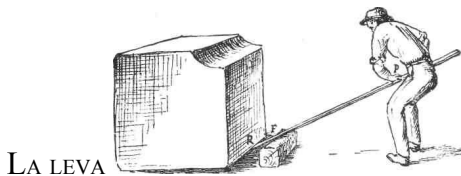
Si chiama macchina un dispositivo mediante il quale è **possibile equilibrare una forza (forza resistente) con un'altra (forza agente o potente) non uguale e contraria**.

Si chiamano *semplici* le macchine le cui singole parti non costituiscono a propria volta altre macchine. Per contro, i dispositivi più complessi risultano da un'opportuna combinazione di macchine semplici.

Le *macchine semplici fondamentali* possono ridursi a due: **la leva e il piano inclinato**.

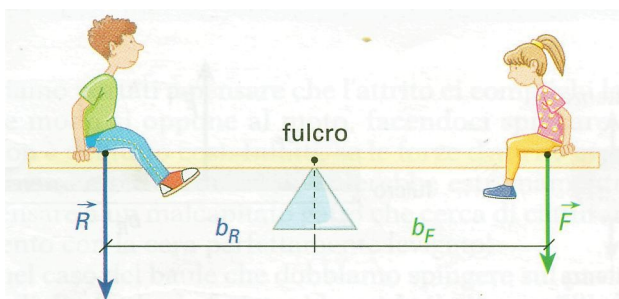
Altre macchine semplici sono la *carrucola* (o *puleggia*), la *vite* e il *cuneo*.

Va notato che le macchine sono, per lo più, usate in pratica non staticamente, ma per ottenere spostamenti. Tuttavia, quando si conosca la condizione di equilibrio, basterà aumentare anche di poco la forza agente per ottenere lo spostamento del corpo cui è applicata la forza resistente.

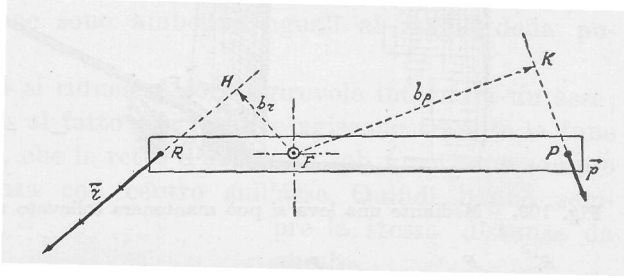


LA LEVA

Una leva è costituita da un'asta rigida girevole intorno a un asse (fulcro).



Essa è, in sostanza, un corpo rigido girevole intorno a un asse. Se alla leva applichiamo due forze che tendano a farla ruotare in versi opposti, ciascuna di queste forze avrà un vettore momento rispetto al fulcro.



Indicando con R l'intensità della forza resistente e con b_R il suo braccio rispetto al fulcro, il modulo del momento della forza resistente sarà dato da:

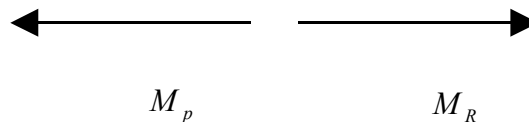
$$M_R = R \times b_R$$

E indicando con P l'intensità della forza agente e con b_P il suo braccio rispetto al fulcro, il modulo del momento della forza agente sarà dato da:

$$M_P = P \times b_P$$

La leva resterà in equilibrio se la somma vettoriale dei vettori momento delle due forze è nulla:

$$M_P + M_R = 0 \quad (\text{II equazione cardinale della statica})$$



Poiché i due vettori momento hanno la stessa direzione e verso opposto (fanno ruotare la leva uno in senso orario, e l'altro in senso antiorario), la loro somma vettoriale è pari a zero quando essi hanno moduli uguali:

CONDIZIONE DI EQUILIBRIO DELLA LEVA

$$M_R = M_P$$

$$R \times b_R = P \times b_P$$

Ricordando che, se il prodotto di due numeri è uguale al prodotto di altri due, si ha una proporzione prendendo come estremi i due fattori di un prodotto, e come medi i fattori dell'altro, si ha dalla la condizione di equilibrio della leva:

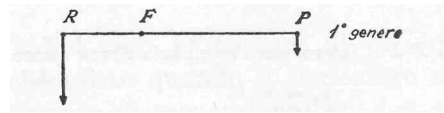
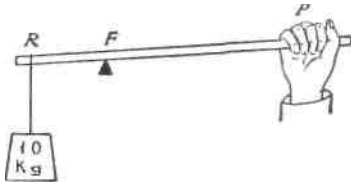
$$P : R = b_R : b_P$$

Cioè:

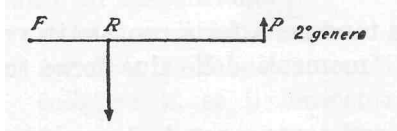
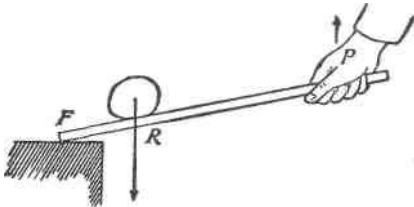
La forza agente sta alla forza resistente, come il braccio della forza resistente sta a quello della forza agente.

Una leva si suol dire:

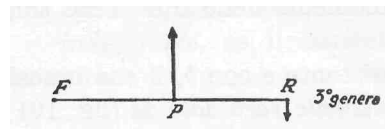
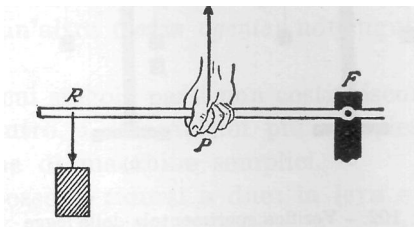
—interfissa, o di primo genere, se il fulcro è tra la forza agente e la forza resistente;



—interresistente, o *di secondo genere*, se la forza resistente è tra il fulcro e la forza agente



—interpotente, o *di terzo genere*, se la forza agente è tra il fulcro e la forza resistente



Le leve sono poi **indifferenti** quando i due bracci sono uguali, e quindi la Potenza e la Resistenza, sono uguali:

$$b_p = b_R \quad P = R;$$

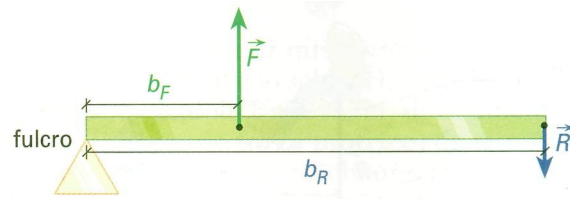
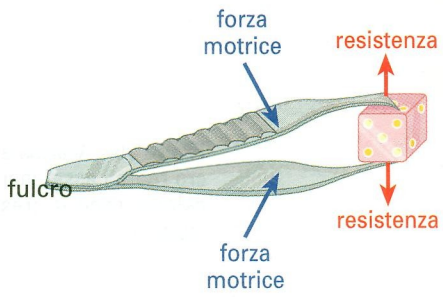
vantaggiose quando il braccio della Potenza è maggiore di quello della resistenza, e quindi la Potenza è minore della resistenza:

$$b_p > b_R \quad P < R;$$



svantaggiose quando il braccio della Potenza è minore di quello della resistenza, e quindi la Potenza è maggiore della resistenza:

$$b_p < b_R \quad P > R.$$



Bibliografia del testo e delle figure:

Mario Michetti, Fisica, Ist. Tecn. Industriali (vol. 1), Libreria Editrice Canova, Treviso 1963

Sergio Fabbri, Mara Masini, Fisica, percorsi attivi (vol.1), SEI, Torino 2005

A cura di: Prof. Taccone Anna, ITIS 'G. Vallauri' di Reggio Calabria, a.s. 2005/06