

## Le macchine semplici: la leva

un'esperienza di laboratorio con una II media

a cura di Marica Perini  
Povo, 4-2-2002



### Premessa

Innanzitutto chiariamo cosa si intende per "macchina semplice".

Chiamiamo così un dispositivo che consente di equilibrare una determinata forza (detta "forza resistente") con una forza (detta "forza motrice") di minore intensità o la cui direzione è più conveniente.

Qualsiasi macchina, per quanto complessa, è riconducibile ad un insieme di macchine semplici.

Come affrontare il loro studio? Cerchiamo di capire come sono legate forza motrice e forza resistente quando vi è equilibrio, poi si vedrà...

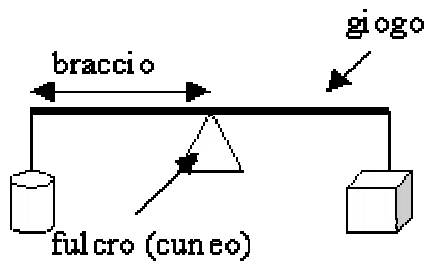
### La leva

Per prima cosa abbiamo quindi bisogno di costruirci uno strumento che ci permetta di capire quando due forze sono in equilibrio: ad esempio una bilancia a bracci uguali (ovviamente le forze che confronteremo saranno forze-peso).

Quali accorgimenti dobbiamo prendere per costruirla?

- deve essere libera di oscillare, pertanto va appoggiata su un cuneo
- il cuneo non si deve deformare

- la bilancia va sistemata su una superficie piana, non deformabile  
Quali sono le caratteristiche della bilancia a bracci uguali?



- Sensibilità: dipende da vari fattori, ad esempio dalla superficie d'appoggio del cuneo (minore è la superficie, maggiore è la sensibilità) e varia a seconda della massa che misuro, poiché il cuneo si potrebbe deformare
- Portata: è limitata affinché il cuneo non venga forzato
- Cavalieri: cursori, viti, masse aggiuntive utilizzate per equilibrare la bilancia qualora i bracci non siano uguali

Proviamo allora a costruire una bilancia a bracci uguali.

Materiale occorrente:

- Un vasetto per la marmellata
- Una molletta per il bucato
- Nastro adesivo e nastro biadesivo
- Un ferro da calza o da uncinetto
- Un bullone o una vite
- Una decina di graffette
- Un righello

Procedimento:

assembliamo il tutto come mostrato in figura

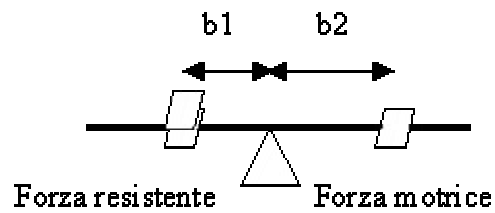


Cosa notare:

- per favorire l'equilibrio quando il righello è parallelo al piano d'appoggio abbassiamo il baricentro del sistema, fissando un bullone abbastanza pesante alla parte inferiore della molletta
- questa operazione modifica anche la sensibilità della bilancia
- se i bracci della bilancia non sono proprio uguali è necessario fissare sul righello delle masse aggiuntive (pezzetti di nastro biadesivo) per equilibrare la bilancia. Una volta equilibrata la bilancia, iniziamo ad usarla. Le graffette saranno i nostri pesi, cioè le nostre forze. Per semplicità chiamiamo "resistenti" le forze applicate a sinistra e "motrici", quelle applicate a destra per ristabilire l'equilibrio.



Come unità di misura per i bracci (cioè la distanza delle graffette dal fulcro) scegliamo, ad esempio, di utilizzare il mezzo centimetro.  
Schematicamente:



Costruiamo quindi una tabella come quella mostrata di seguito:

<b>F resistente</b> (n° graffette)	<b>Braccio</b> b1	<b>F motrice</b> (n° graffette)	<b>Braccio</b> b2
1	2	1	2
1	3	1	3
2	4	1	8
2	5	1	10
3	4	2	6
3	6	2	9

Cosa notiamo?

$$F_{\text{resistente}} \cdot b_1 = F_{\text{motrice}} \cdot b_2$$

In effetti, ricordiamo cosa accade quando due bambini vanno in altalena: se uno dei due è molto mingherlino, come potrà sollevare l'amico più pesante?

Conclusioni: per "risparmiare in forza", "allungo il braccio".

Allora, se i due bracci sono disuguali, la bilancia a bracci è una macchina semplice, una leva il cui fulcro si trova tra la forza resistente e la forza motrice (una leva di I specie). Sono leve (o coppie di leve) di I specie anche la tenaglia, la carrucola fissa, l'articolazione cervicale (che è il fulcro, mentre la forza motrice è la forza esercitata dai muscoli estensori del collo e la forza resistente è il peso della testa).

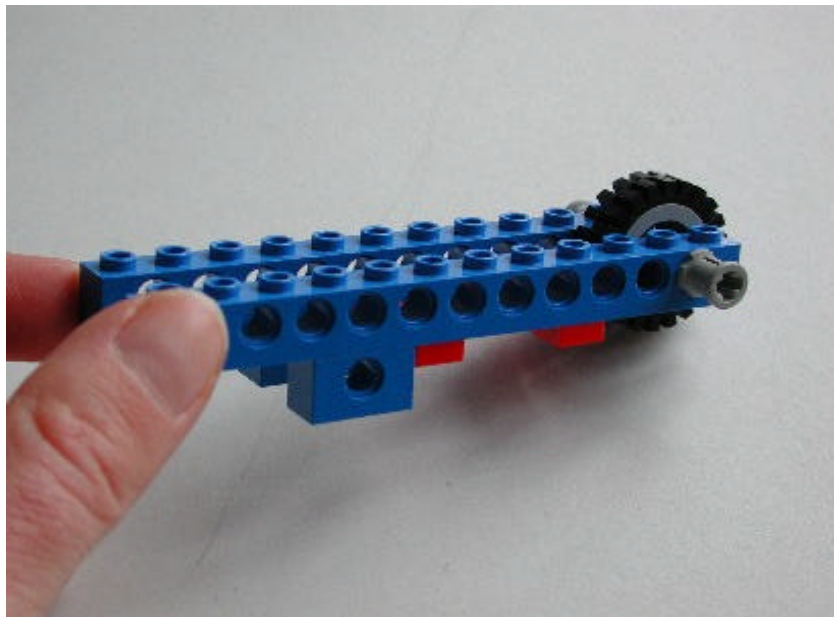
Lo studio della leva risale ad Archimede (287 - 212 a.C.) che, molto eloquentemente disse:

"datemi un punto di appoggio e solleverò il mondo". Bilancia a bracci, stadera, carrucola fissa e mobile, paranco (costituito da un insieme di più carrucole), argano e verricello (basati essenzialmente su avvolgimenti di corde attorno a cilindri) sono tutte leve.

Procediamo con qualche altra esperienza.

NOTA BENE: in parentesi riportiamo, a titolo d'esempio, i dati ottenuti durante una esercitazione.

Con l'ausilio del Lego, costruiamo una carriola, come mostrato nella foto:



*Nota per il docente: prima di iniziare è opportuno spiegare cos'è un dinamometro, come funziona, come si usa e come si legge.*

*Gli errori di misura non sono stati riportati: si è infatti scelto di discutere a posteriori, con i ragazzi stessi, l'opportunità di introdurli.*

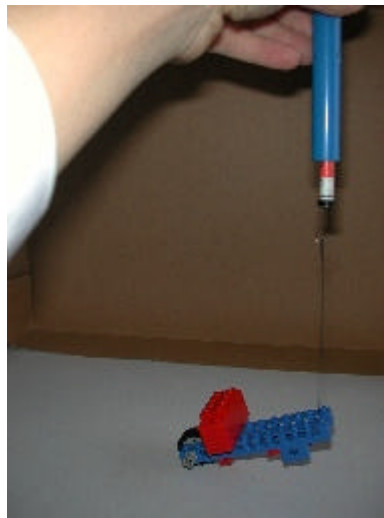
Materiale:

- carriola in Lego

- oggetto da sollevare (in Lego)
- filo
- un dinamometro (risoluzione 0.01 N)

Procedimento:

- tramite un cappio pesiamo con il dinamometro l'oggetto ( $F$  resistente=0.54 N)
- misuriamo la forza per sollevare la sola carriola tramite un cappio fissato ad una estremità ( $F$  motrice carriola=0.05 N)
- posizioniamo ora l'oggetto sulla carriola e misuriamo, nella stessa posizione di prima, la forza necessaria a sollevare il tutto ( $F$  motrice totale=0.20 N)



Cosa notiamo? La forza motrice che permette di sollevare l'oggetto tramite la carriola ( $F$  motrice totale -  $F$  motrice carriola=0.15 N) è minore della forza resistente ( $F$  peso dell'oggetto=0.54 N):

$$0.15 \text{ N} < 0.54 \text{ N} \text{ un bel guadagno!}$$

Possiamo anche spostare il punto di applicazione della forza motrice lungo i "manici" della carriola: vedremo che, mano a mano che ci si avvicina all'oggetto da sollevare, la forza motrice aumenta, ma rimane sempre minore della forza resistente!

Dove si trova il fulcro della carriola? Esso coincide con l'asse della ruota.

La carriola è una macchina semplice, una leva sempre vantaggiosa perché il braccio della forza motrice è sempre maggiore del braccio della forza resistente.

Una leva il cui fulcro si trovi all'estremità del giogo, dalla parte della forza resistente, si dice leva di II specie.

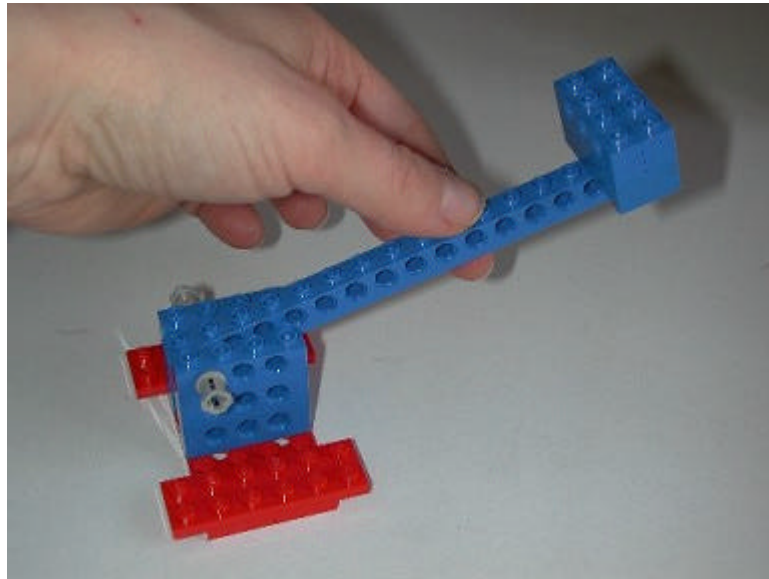
Un altro esempio è costituito dallo schiaccianoci: esso è costituito da due leve di II specie; anche il piede è una leva di II specie: la  $F$  resistente è data dal peso del corpo sulla caviglia, la  $F$  motrice è invece dovuta alla forza muscolare del polpaccio, il fulcro si trova sulla punta delle dita.

Vedremo nel seguito un altro esempio di leva di II specie: la carrucola mobile.

E se il fulcro della leva si trova ad una estremità, dalla parte della forza motrice?

Se ci pensiamo bene, è quello che avviene nell'articolazione spalla - braccio. Simuliamo allora con i Lego un braccio e cerchiamo di scoprire se una leva siffatta (detta di III

specie) comporta dei vantaggi oppure no (vedi foto).



Materiale:

- braccio in Lego
- un oggetto in Lego da sollevare con il braccio
- filo
- un dinamometro (risoluzione 0.01 N)

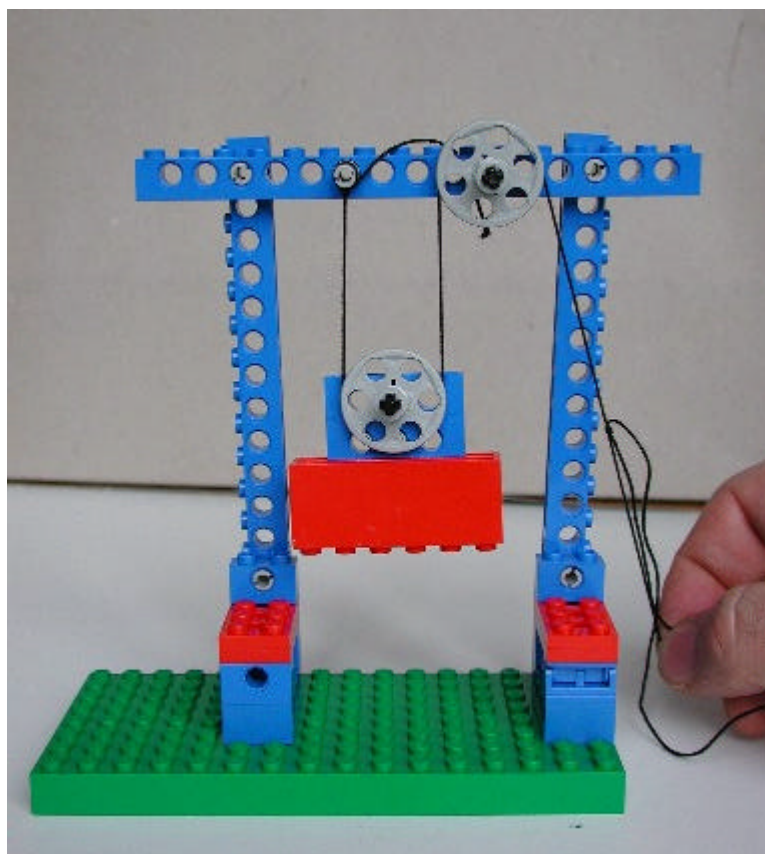
Procedimento:

- con l'ausilio del dinamometro pesiamo l'oggetto ( $F_{\text{resistente}}=0.05 \text{ N}$ )
- fissiamo un cappio dalla parte opposta al fulcro, internamente al braccio, e, tramite il dinamometro, solleviamo il braccio in posizione orizzontale ( $F_{\text{motrice braccio}}=0.03 \text{ N}$ )
- posizioniamo ora l'oggetto sul braccio e ripetiamo la misura, nella stessa posizione di prima ( $F_{\text{motrice totale}}=0.10 \text{ N}$ )

Cosa notiamo? La forza motrice necessaria a contrastare la forza peso dell'oggetto è  $F_{\text{motrice}} = F_{\text{motrice totale}} - F_{\text{motrice braccio}} = 0.10 - 0.03 = 0.07 \text{ N}$ , cioè è maggiore del peso stesso dell'oggetto.

Proviamo a ripetere l'esperienza in punti diversi...arriveremo sempre alla stessa conclusione, pertanto la leva di III specie è sempre svantaggiosa.

Vediamo ora cosa accade nel caso delle carrucole. A tal scopo costruiamo con il Lego il dispositivo mostrato nella foto, costituito da una carrucola mobile e da una carrucola fissa:



Prima di procedere proviamo ad utilizzare il dispositivo per vedere come funziona e come si comportano le carrucole.



Quindi procediamo.

Materiale:

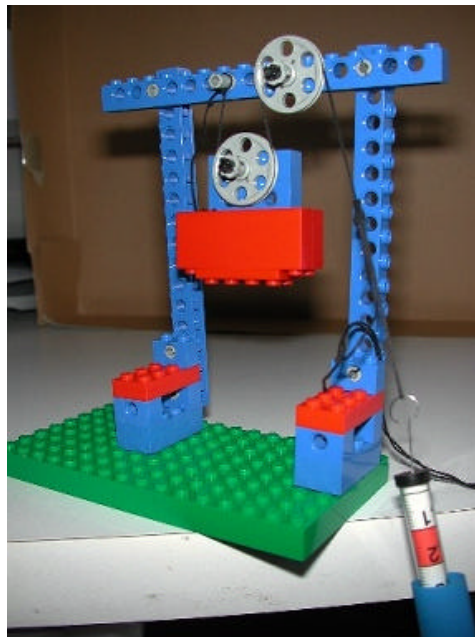
- costruzione in Lego



- un oggetto in Lego da sollevare con il braccio
- filo
- un dinamometro (risoluzione 0.01 N)

Procedimento:

- con il dinamometro, misuriamo la forza resistente (peso della carrucola mobile+oggetto=0.58 N)
- fare un cappio sul filo tra le due carrucole, attaccarci il dinamometro e sollevare la carrucola mobile: in questo modo misuriamo la forza motrice per sollevare la carrucola mobile e l'oggetto ( $F_{\text{motrice}}=0.29 \text{ N}$ )  
Cosa notiamo? Osserviamo che il valore della forza motrice è la metà del valore della forza resistente, quindi la carrucola mobile è vantaggiosa! Come mai? Potremmo dire che la carrucola mobile è una leva? Se è così, dove si trova il fulcro? Quali sono i bracci? Che tipo di leva è?
- capovolgiamo il dinamometro e azzeriamolo
- con il dinamometro solleviamo la carrucola mobile e l'oggetto tramite la carrucola fissa: in questo modo misuriamo la forza motrice per sollevare la carrucola mobile e l'oggetto ( $F_{\text{motrice}}=0.29 \text{ N}$ )



Cosa notiamo? Il valore ottenuto è uguale a quello ottenuto precedentemente, quindi la carrucola fissa non ci dà alcun vantaggio... Ne siamo proprio sicuri? Forse il vantaggio è un altro, quale?

---

Laboratorio di didattica della fisica - Dipartimento di Fisica - via Sommarive 14, 38050 Povo (TN)

- tel. 0461 881537 - fax.0461 881696

[Webmaster](#)