

## Definizione operativa della forza



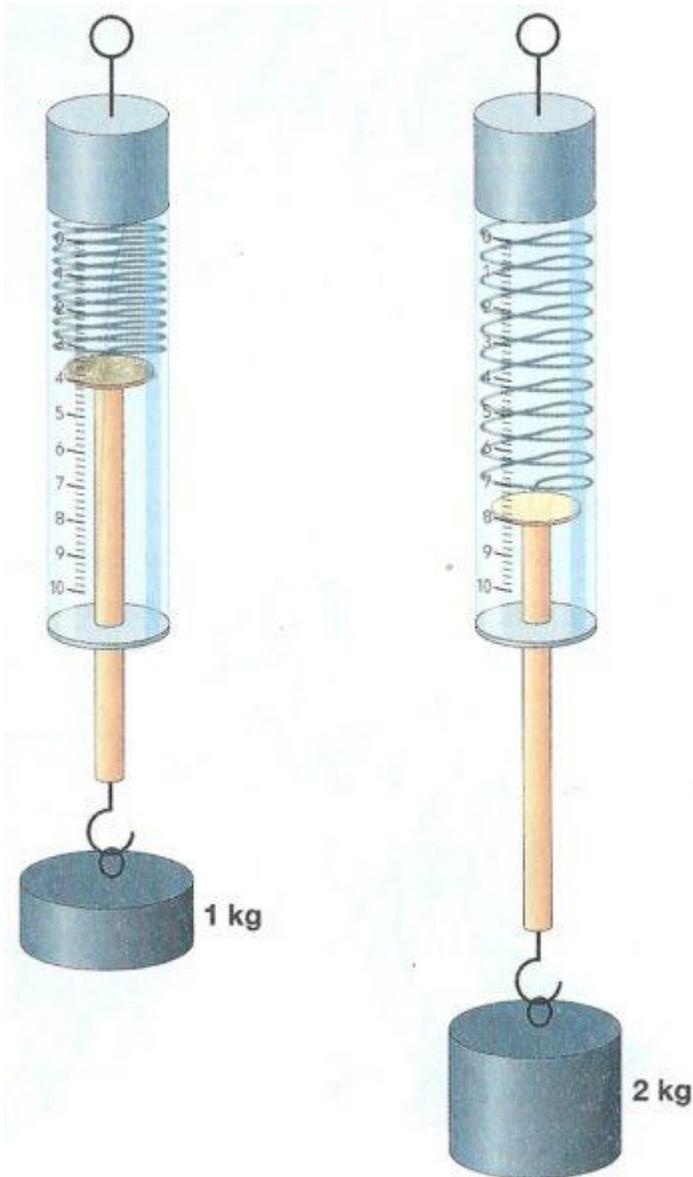
La stadera permette di confrontare le forze (in particolare le forze peso), ma con lo stesso principio si possono confrontare anche forze di altra natura.

Il modo più diretto di paragonare due forze si basa sulla legge della leva, scoperta da Archimede. La legge stabilisce che due forze uguali si bilanciano quando applicate alla stessa distanza ai lati opposti di un fulcro e che due forze diverse  $F_1$  e  $F_2$  si bilanciano quando applicate a distanze dal fulcro ( $d_1$  e  $d_2$  rispettivamente) inversamente proporzionali alle forze, cioè tali che:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

La forza peso permise di capire come andavano confrontate due forze.

## Definizione operativa della forza



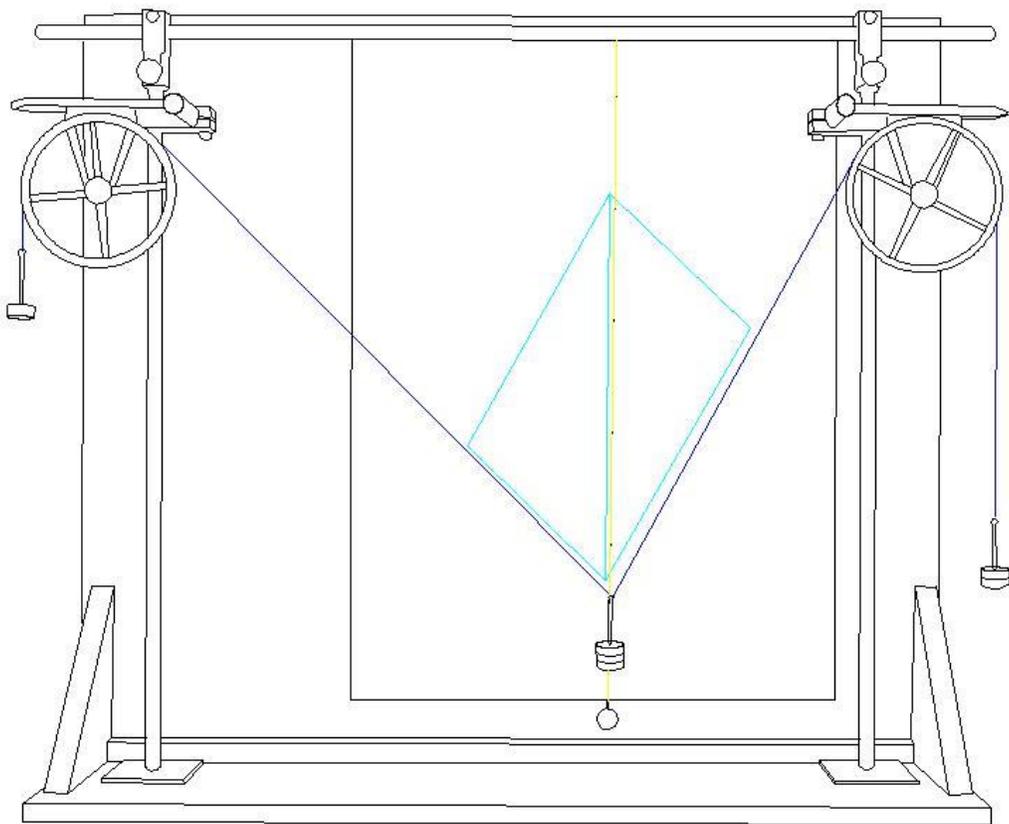
Con il progresso tecnologico poi si capì che le molle si allungano di una quantità che è proporzionale alla forza applicata (può esserci un'isteresi iniziale). Oggi piuttosto che la stadera si usa il dinamometro per misurare le forze.

Il peso di una massa di 1 kg è 9.8 N

Una forza di 1N è equivalente al peso di circa un decimo ( $1/9.8$ ) di litro di acqua

# La forza è un vettore

## Schema dell'esperimento di Varignon



## **Macchina di Varignon**

Studio della composizione delle forze. Regola del parallelogramma.

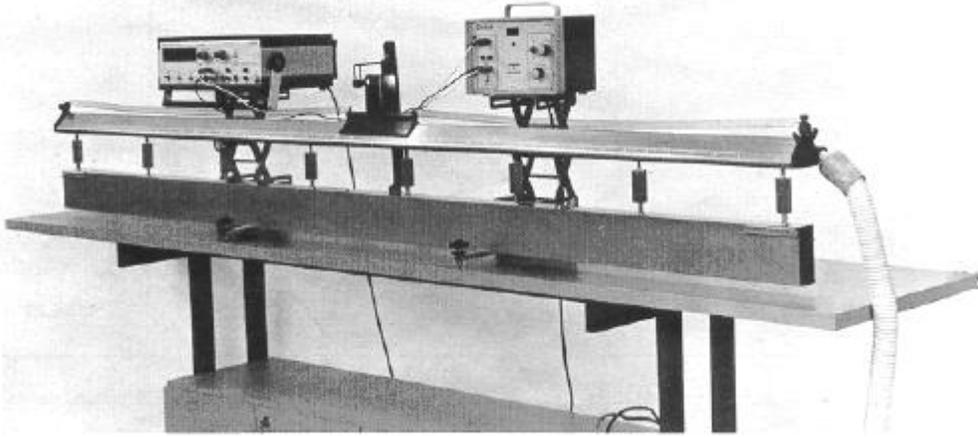
### **Procedimento**

Si appendono alle due estremità di un cordoncino sospeso fra due pulegge due pesi campione uguali in modo che un occhiello inserito nel cordoncino si trovi esattamente al centro. All'occhiello si applica un peso uguale ai pesi posti alle estremità e si misura l'angolo che si viene a formare nel filo. In seguito, si applicano alle due estremità, rispettivamente, 3 e 4 pesi campione, mentre al centro vengono appesi 5 pesi. Anche in questo caso si misura l'angolo che si forma nel filo in condizioni di equilibrio statico. Si possono effettuare altre prove con diverse combinazioni di pesi e misurarne gli angoli.

### **Osservazioni**

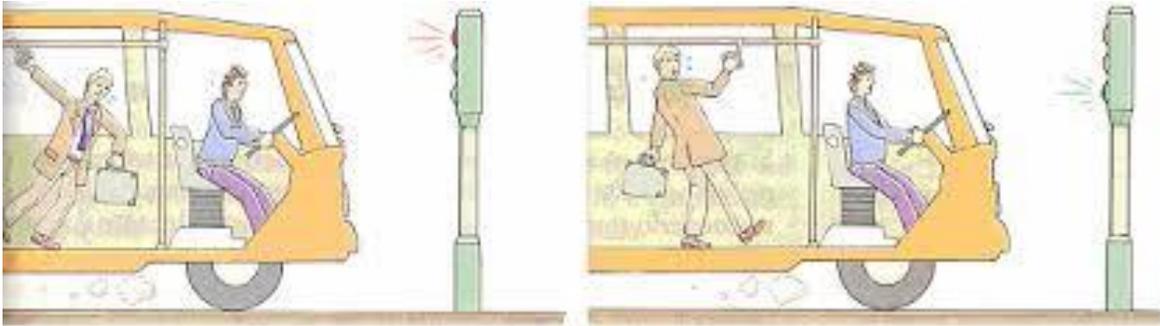
Nel primo caso, l'angolo descritto dal filo in corrispondenza del peso centrale è pari a  $120^\circ$ . Nel secondo caso, l'angolo è pari a  $90^\circ$ . Poiché le misure vengono fatte quando il sistema è in equilibrio, in entrambi i casi la forza esercitata dal peso al centro deve essere uguale e opposta alla somma delle forze esercitate dai pesi alle estremità del filo e trasmesse lungo esso. Conoscendo i rapporti tra i pesi applicati e misurando l'angolo formato dal filo, si può verificare che la composizione delle forze soddisfa la regola del parallelogramma.

## La legge d'inerzia (o prima legge di Newton)



Un corpo non soggetto a forze permane indefinitamente nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

La rotaia a cuscino d'aria. Viene usata per osservare i moti riducendo moltissimo gli attriti.



Autobus che si ferma al rosso e che poi riparte con il verde. Si osservi come il passeggero sia soggetto a forze "apparenti"

Esistono sistemi di riferimento rispetto ai quali un corpo non soggetto a forze permane indefinitamente nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

Esistono sistemi di riferimento inerziali nell'universo? La Terra, in moltissime circostanze, è un buon sistema di riferimento inerziale. Misure precise mettono in evidenza piccole inerzialità.

## La seconda legge di Newton

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

L'accelerazione di un corpo è proporzionale alla forza che si esercita su di esso e inversamente proporzionale alla sua massa. Vale nei sistemi di riferimento in cui vale la legge d'inerzia (che è anche detta prima legge di Newton).

La legge è valida per punti materiali macroscopici a velocità non relativistiche.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Ad un corpo si può associare una grandezza detta quantità di moto. E' una grandezza vettoriale definita come:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

La forza applicata ad un punto materiale è pari alla derivata rispetto al tempo della sua quantità di moto.

Se la stessa forza è applicata a punti materiali con masse diverse, essa produrrà accelerazioni diverse ma la stessa variazione della quantità di moto.