

Approfondiamo

L'equilibrio di una cannuccia



L'equilibrio

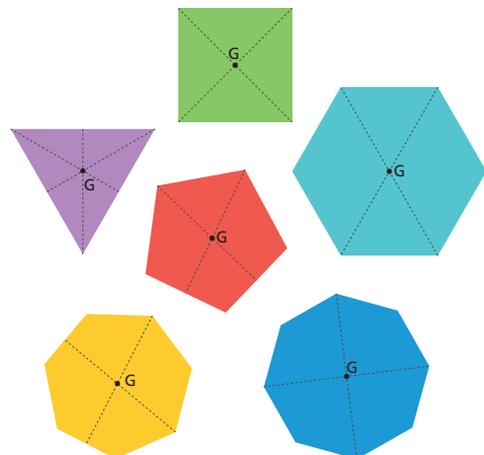
Per comprendere il funzionamento della microbilancia (o bilancia a cannuccia), che abbiamo descritto a pagina 167 del libro, è necessario aggiungere qualche elemento teorico.

Durante l'esperienza è stata utilizzata la parola «equilibrio» senza ulteriori chiarimenti, sfruttando quindi la **nozione intuitiva** che hai di tale concetto: un oggetto «in equilibrio» rimane fermo, questo è noto a tutti.

In realtà, in fisica la parola «equilibrio» è strettamente legata al concetto di **baricentro**. Il baricentro (o **centro di massa**) di un corpo è quel punto in cui si può pensare sia concentrata l'intera massa del corpo: per questo motivo, sospendendo il corpo in quel punto, esso rimane in equilibrio.

Nei corpi omogenei che hanno una simmetria il baricentro appartiene all'asse di simmetria o coincide con il centro di simmetria: in una circonferenza, ad esempio, il baricentro coincide con il centro (**figura 1**).

Figura 1 - Figure regolari e loro baricentro, indicato con «G».



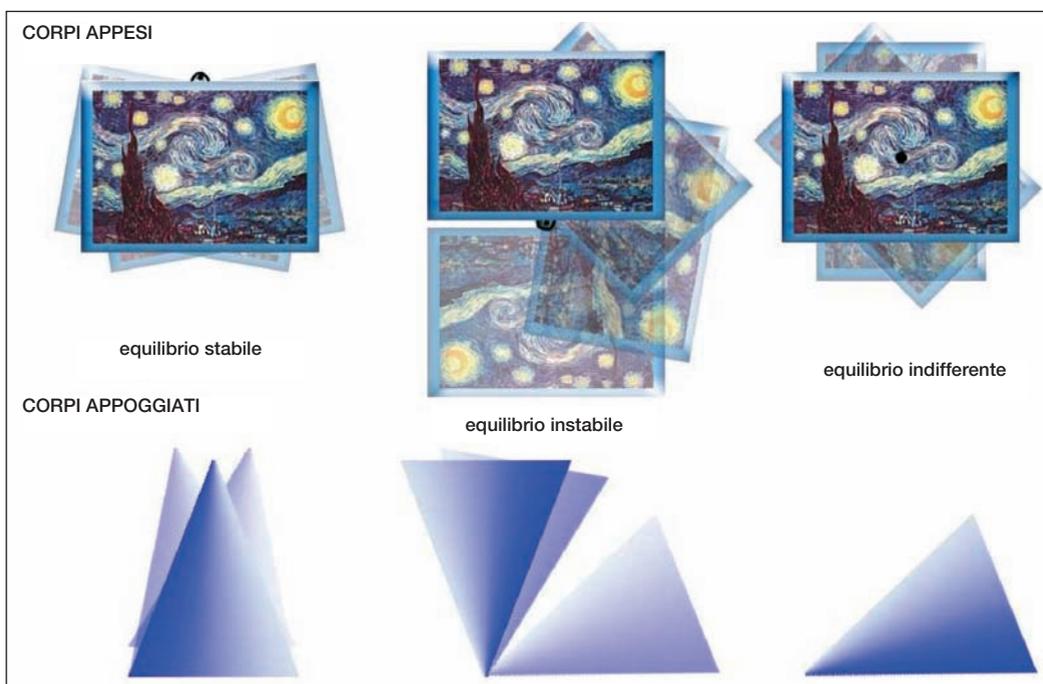
Esistono tre tipi di equilibrio.

- Un corpo è in **equilibrio stabile** se, una volta allontanato dalla posizione di equilibrio, esso tende a ritornarvi. Se, ad esempio, ruotiamo di qualche grado un quadro appeso a

un muro, esso, una volta lasciato libero di muoversi, ritornerà nella sua posizione originale (figura 2a). In casi come questo il corpo è sostenuto in un punto situato sulla verticale passante per il baricentro, al di sopra di esso.

- Un corpo è in **equilibrio instabile** se, una volta allontanato dalla posizione di equilibrio, esso tende a continuare ad allontanarsi da essa. Un caso del genere si avrebbe se si appendesse un quadro con un chiodo nella parte bassa della cornice (figura 2b): forse si troverebbe un equilibrio, ma, al minimo spostamento del quadro, la posizione di equilibrio sarebbe persa. In casi come questo il punto di
- sospensione giace sulla verticale passante per il baricentro, ma si trova al di sotto di esso. Un volta «perso l'equilibrio», l'oggetto si muoverà fino ad assumere una nuova posizione di equilibrio stabile.
- Un corpo è in **equilibrio indifferente** se il baricentro coincide con il punto di sospensione. In qualsiasi posizione si metta l'oggetto, esso resterà perfettamente in equilibrio nella nuova posizione: è quello che succederebbe se appendessimo un quadro nel punto di incontro delle diagonali del rettangolo del quadro stesso (figura 2c).

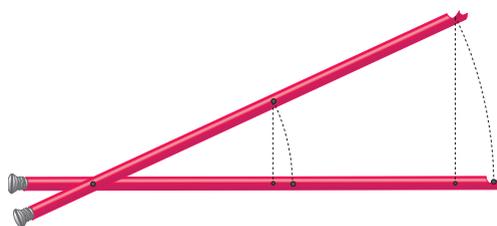
Figura 2 - Equilibrio di corpi appesi o appoggiati.



Torniamo alla microbilancia

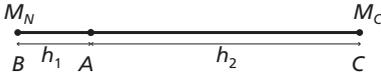
La bilancia a cannuccia è una bilancia a bracci disuguali. Come abbiamo visto, la cannuccia (figura 3) viene mantenuta in equilibrio, con un'inclinazione opportuna, regolando la posizione della vite che si trova alla sua estremità. La rotazione avviene rispetto all'asse individuato dalla direzione dello spillo, che passa sopra al baricentro del sistema cannuccia-spillo-vite.

Figura 3 - L'equilibrio della cannuccia nella microbilancia.



Schematizziamo ora la cannuccia disegnando un segmento (figura 4).

Figura 4 - Schema in cui è riportato il centro di massa della microbilancia.



Nella figura 4, A è la posizione del centro di massa del sistema, B corrisponde all'estremo della vite e C è l'estremo in cui si colloca l'oggetto da pesare.

Inoltre, h_1 rappresenta la distanza di A dall'estremo B e h_2 è la distanza tra A e C. Così, h_1 e h_2 rappresentano i bracci della bilancia; h_1 , il braccio minore, può essere allungato o accorciato regolando opportunamente la vite.

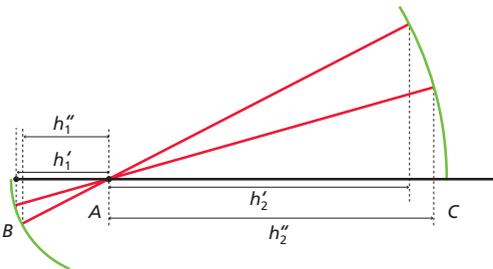
Se si fa passare lo spillo esattamente in A, si verifica la seguente uguaglianza che determina una condizione di equilibrio:

$$M_N \cdot h_1 = M_C \cdot h_2$$

dove M_N è la massa che si trova a sinistra di A e M_C è la massa che si trova a destra di A.

In questo caso, visto che il sostegno è collocato esattamente nel baricentro, qualunque inclinazione data alla cannuccia corrisponderà a una posizione di equilibrio (equilibrio indifferente, figura 5).

Figura 5 - L'equilibrio della cannuccia sul punto A è stabile.

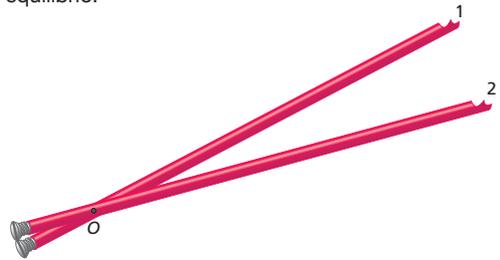


La relazione scritta nel caso precedente varrà anche per tutte le posizioni illustrate in figura 5. Basterà che sostituiamo h_1 e h_2 con h_1' e h_2'' , oppure con h_1'' e h_2'' .

È sufficiente però posizionare una piccola massa su uno dei due bracci della bilancia per non riuscire più a trovare una posizione di equilibrio fra le varie inclinazioni che la cannuccia può assumere. Ciò avviene perché, aggiungendo una massa, il baricentro del sistema varia e non coincide più con il punto A.

Infiliamo ora lo spillo al di sopra di A, ad esempio nel punto O indicato in figura 6. Partendo dalla posizione 1, se aggiungiamo una massa opportuna sull'estremità destra della cannuccia, questa si porterà nella posizione 2 e lì resterà in equilibrio.

Figura 6 - Aggiungendo un'opportuna massa la cannuccia si porta in una nuova posizione di equilibrio.



Per capire meglio come mai ora la bilancia si porti, anche dopo l'aggiunta di una nuova massa, in condizioni di equilibrio stabile, sarà necessario precisare che la posizione del centro di massa è determinante per avere un oggetto in equilibrio: il centro di massa si trova ora sotto al centro di sospensione O, individuato dalla posizione dello spillo, quindi in posizione di equilibrio stabile.

Se ruotiamo un braccio della bilancia, appena la lasciamo di nuovo libera tenderà a ritornare spontaneamente nella posizione di prima, cioè nella configurazione di equilibrio.