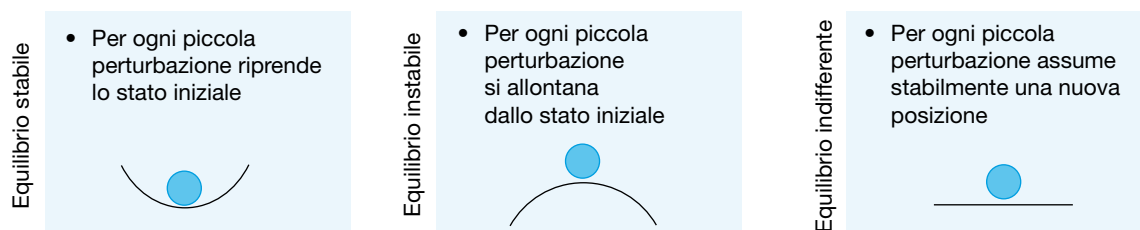


Approfondimento

Stabilità dell'equilibrio

Nel capitolo 5 sono state discusse le condizioni generali per l'equilibrio di un corpo rigido; tuttavia non tutte le situazioni di equilibrio sono equivalenti.

Si introduce la seguente classificazione, schematizzata nella sottostante figura, basata sul concetto di **stabilità** che descrive il comportamento di un sistema nelle vicinanze di un punto di equilibrio:



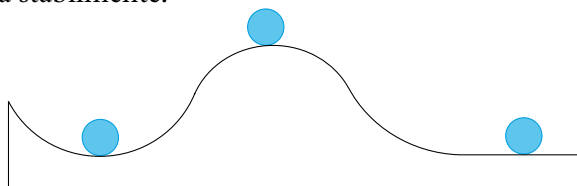
Un corpo è in **equilibrio stabile** se, dopo un piccolo spostamento dalla sua posizione di equilibrio, tende a ritornarvi; una piccola variazione delle condizioni iniziali provoca un richiamo del sistema verso il punto di equilibrio. Una posizione di equilibrio stabile non risente quindi delle piccole perturbazioni.

Un corpo è in **equilibrio instabile** quando, spostato di poco dalla sua posizione di equilibrio, tende ad allontanarsi ancora di più. È quindi sufficiente una piccolissima perturbazione perché il sistema si allontani dalla posizione iniziale alla ricerca di una nuova condizione di equilibrio.

Un corpo è in **equilibrio indifferente** quando, per qualsiasi piccolo spostamento dalla sua posizione di equilibrio, rimane stabilmente nella nuova posizione, senza tornare a quella iniziale e senza allontanarsi ulteriormente.

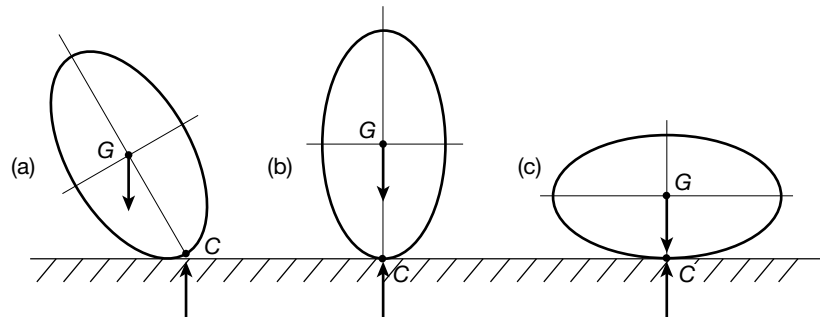
L'esempio più semplice, rappresentato nella figura sottostante, è quello di una sfera disposta:

- entro una concavità: se la spostiamo di poco dal fondo può rotolare ed oscillare, ma tende a recuperare il punto di equilibrio stabile;
- in cima a una convessità: qualsiasi piccolo spostamento la distanza irrimediabilmente dal punto di equilibrio instabile;
- su un piano orizzontale: ogni posizione vicina a quella iniziale viene mantenuta stabilmente.



Per i corpi rigidi appoggiati la stabilità è legata alla forma, che determina la posizione del baricentro.

L'appoggio sul piano può avvenire su un punto, una linea, una serie di punti o su una superficie; la condizione che il piano sia orizzontale non è sufficiente a garantire un equilibrio stabile.



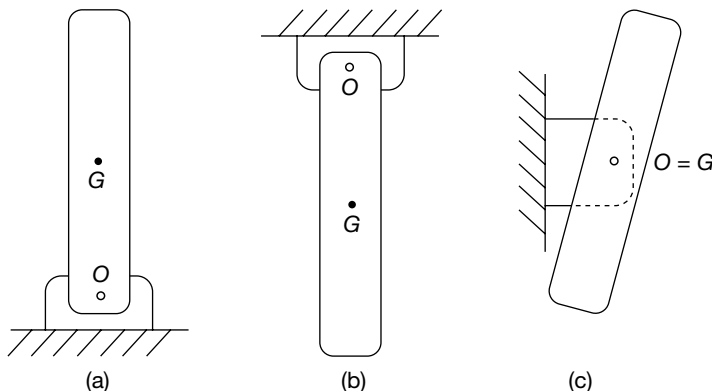
Si consideri il caso nella figura soprastante che rappresenta un ellissoide (un pallone da rugby) appoggiato sul piano:

- nel caso **a** il peso determina una rotazione attorno al punto di appoggio C ; non c'è equilibrio perché peso e reazione non sono sulla stessa retta;
- nei casi **b** e **c** il peso e la reazione di appoggio sono allineati, ma dal punto di vista della stabilità le due situazioni sono diverse. L'equilibrio in **b** è instabile, perché qualunque piccola rotazione attorno a C abbassa la posizione del baricentro G e fa nascere una coppia che accentua sempre più l'allontanamento dall'equilibrio. L'equilibrio in **c** è stabile e succede l'opposto: ogni piccola rotazione alza la posizione del baricentro e la coppia lavora per riportarlo nella posizione di equilibrio.

Se il pallone da rugby fosse sostituito con un pallone da calcio (sfera) l'equilibrio diventerebbe indifferente.

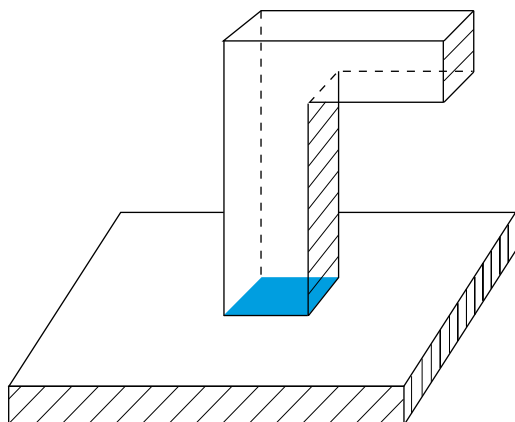
La regola è la seguente: **è stabile la posizione in cui il baricentro occupa la posizione più bassa**. Dal punto di vista energetico (vedi capitolo 17) si esprime affermando che l'equilibrio stabile è caratterizzato dalla **minima energia potenziale gravitazionale**.

All'opposto la posizione di equilibrio instabile equivale alla massima energia potenziale e alla posizione più alta del baricentro.



In base allo stesso principio l'asta della figura soprastante è in equilibrio stabile nella posizione **b**, in cui il baricentro è al di sotto del punto in cui è incernierata l'asta. La posizione **a** è di equilibrio instabile; la **c** di equilibrio indifferente.

Un corpo rigido appoggiato su una superficie o su più punti è in equilibrio stabile se la verticale passante per il baricentro cade entro la base di appoggio o entro il poligono avente come vertici i punti di appoggio.



Nell'esempio rappresentato nella figura soprastante, se il corpo è omogeneo, cioè costituito tutto dello stesso materiale, non può essere in equilibrio, cosa che invece è possibile ottenere appesantendo il tronco verticale per spostare il baricentro.

Se il baricentro è sulla verticale di un lato della superficie di appoggio, allora l'equilibrio è instabile.