

**Il momento di una forza:
quando la distanza fa la differenza!**

MOMENTO DI UNA FORZA

Introduzione:

In generale, un corpo può:

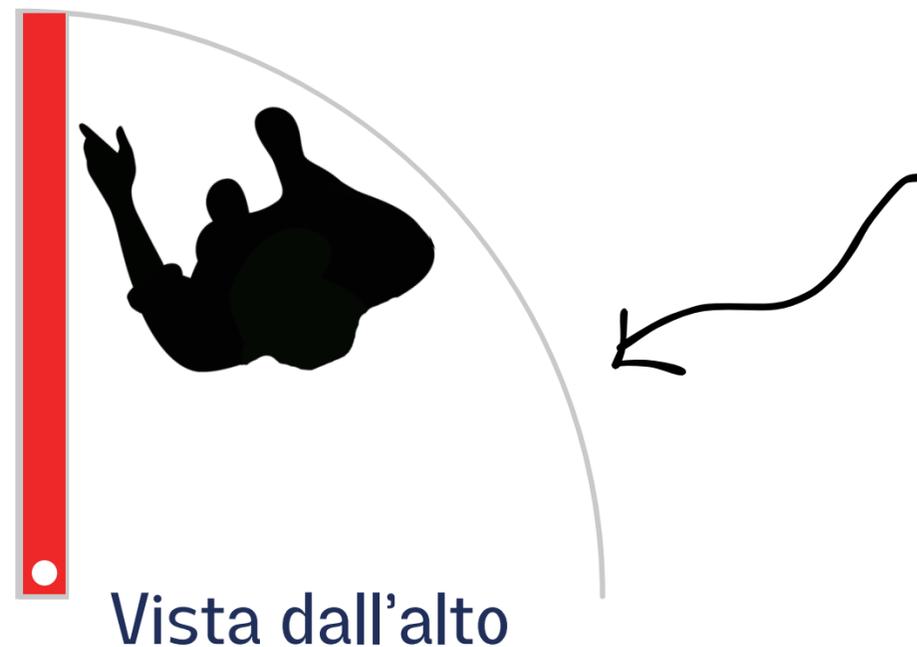
- **traslare**: il corpo si muove in una direzione senza cambiare il proprio orientamento.
- **ruotare**: il corpo ruota attorno ad un punto fisso (centro di rotazione) senza modificare la propria posizione relativa rispetto a tale punto.
- **rototraslare**: il corpo si sposta nello spazio (traslazione) mentre ruota attorno ad un punto (rotazione).

MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Concentriamoci sulla rotazione!

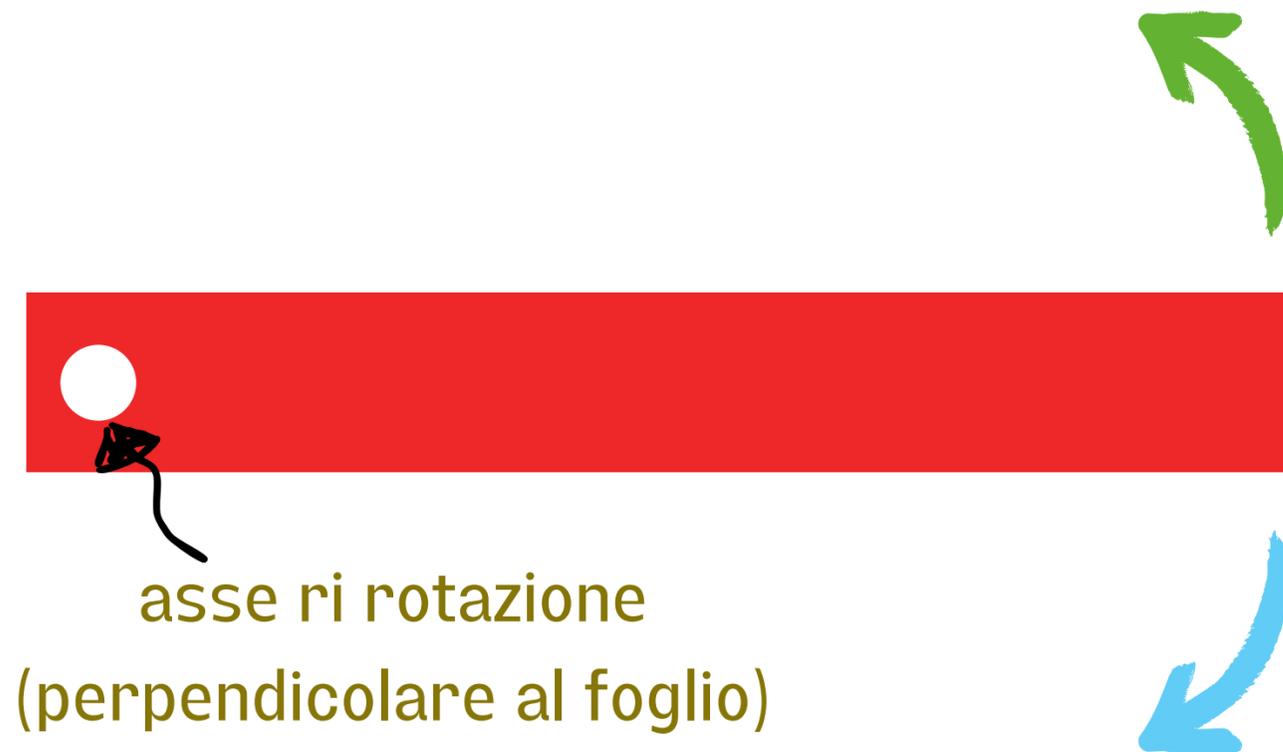
Consideriamo una porta che, aprendosi (o chiudendosi), ruota attorno ai cardini (che fungono da asse di rotazione).



MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

La porta, dunque, è un corpo rigido capace di ruotare attorno al proprio asse di rotazione.



La rotazione può avvenire in 2 modi:

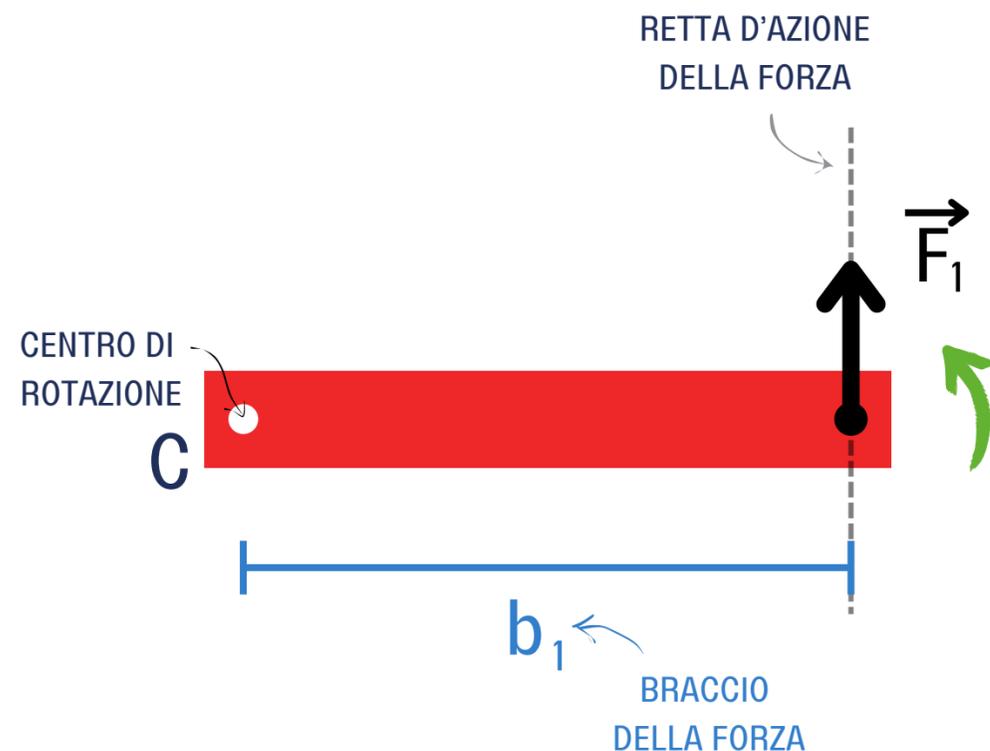
- in senso orario; 
- in senso antiorario. 



MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Supponiamo, ad esempio, di voler far ruotare la porta in senso antiorario applicando una forza \vec{F}_1 applicata ad una certa distanza dal centro di rotazione **C**.



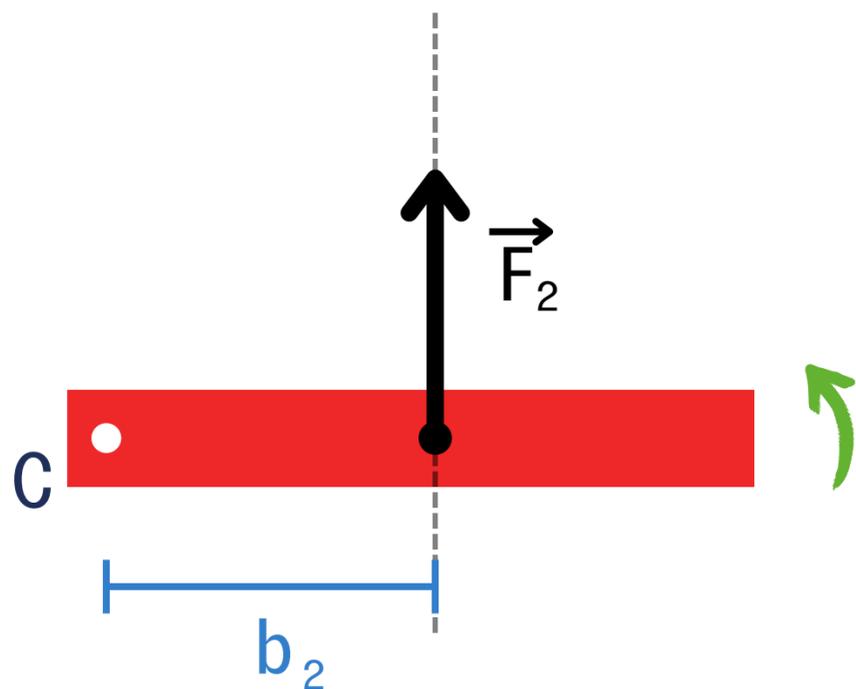
Chiamiamo “braccio della forza” rispetto al centro di rotazione C, la distanza di quest’ultimo dalla retta d’azione della forza!

N.B.: per semplicità, stiamo considerando il caso particolare di forza perpendicolare alla porta!

MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Supponiamo, ora, di ripetere l'operazione applicando una forza \vec{F}_2 ad una distanza minore dal centro di rotazione **C** (ad esempio, a circa metà porta).



Notiamo che, per aprire la porta, la forza impiegata è maggiore rispetto al caso precedente:

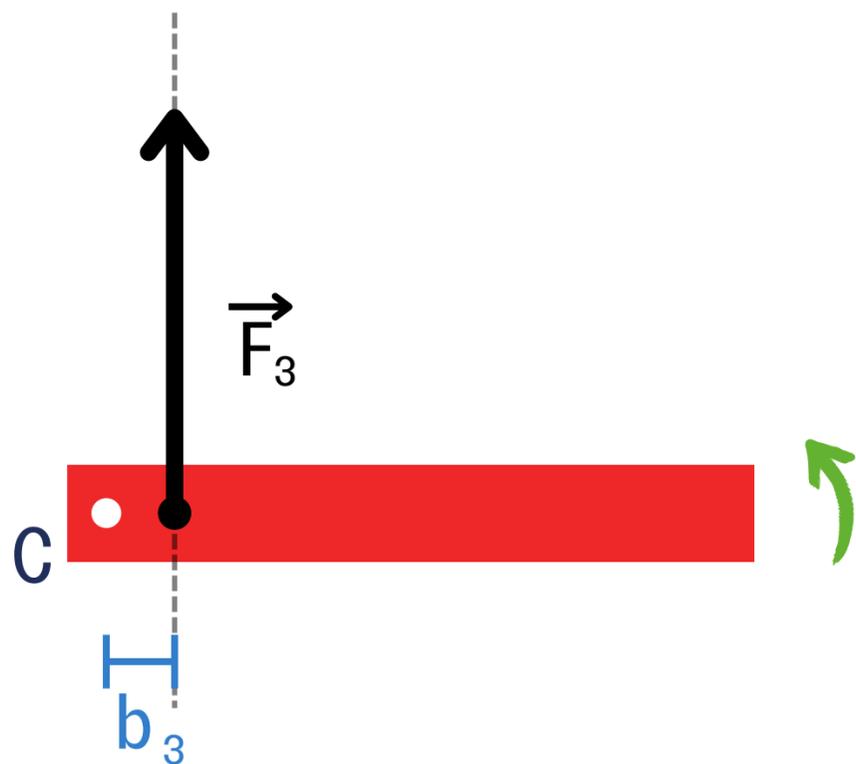
$$b_2 < b_1 \Rightarrow F_2 > F_1$$

SE NON CI CREDETE, PROVATE VOI STESSI!

MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Supponiamo, ora, di ripetere l'operazione applicando una forza \vec{F}_3 ad una distanza ancora minore dal centro di rotazione **C** (ad esempio, molto vicino a C).



Notiamo che, per aprire la porta, la forza impiegata è ancora maggiore rispetto al caso precedente:

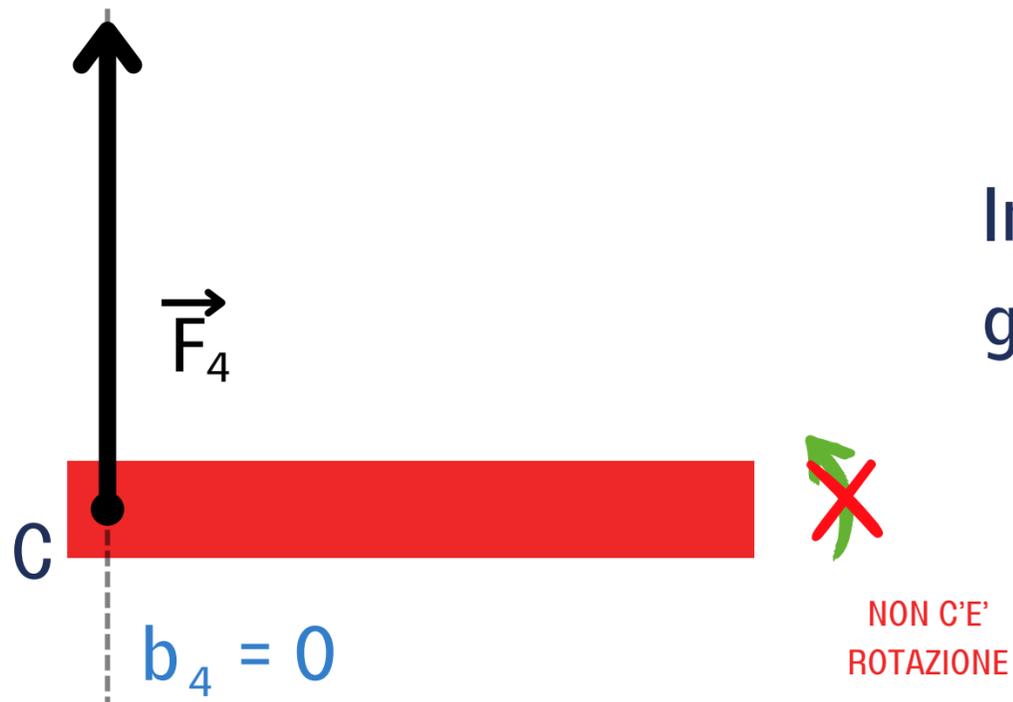
$$b_3 < b_2 \Rightarrow F_3 > F_2$$



MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Supponiamo, infine, di ripetere l'operazione applicando una forza \vec{F}_4 proprio in corrispondenza del centro di rotazione **C**.

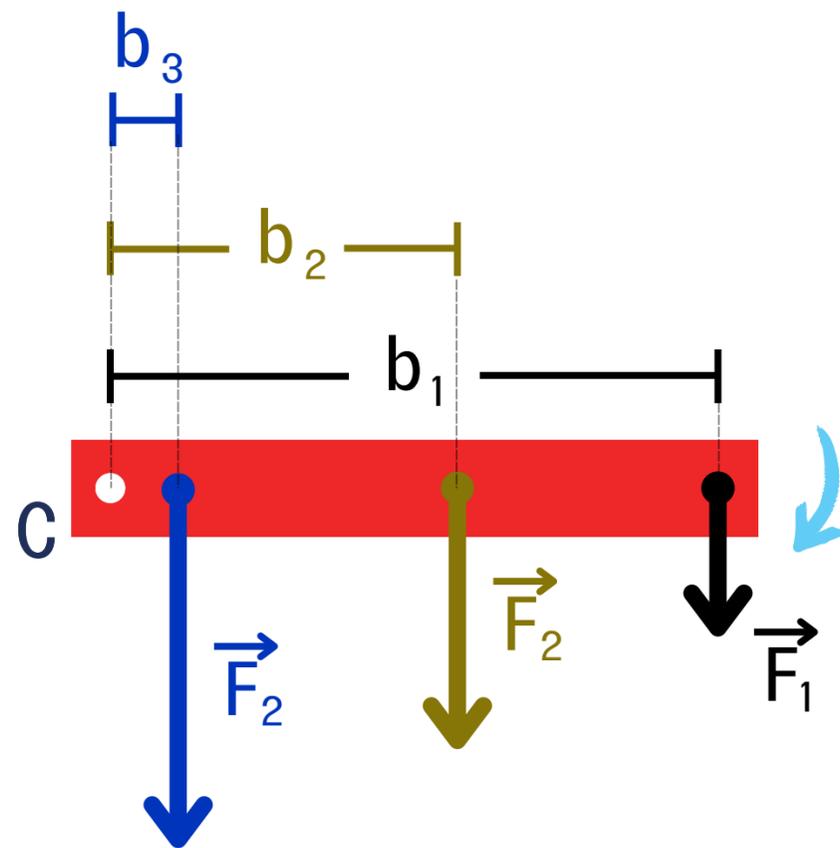


In questo caso notiamo che, per quanto la forza sia grande (al limite “infinita”), la porta NON ruota!

MOMENTO DI UNA FORZA

Esperimento:

Inutile dire che avremmo ottenuto lo stesso risultato anche se avessimo provato a far ruotare la porta in senso orario!



IN DEFINITIVA:

- minore è il braccio, maggiore è la forza necessaria per far ruotare la porta!!!
- viceversa, maggiore è il braccio, minore è la forza!!!



MOMENTO DI UNA FORZA

Definizione:

Possiamo allora definire la grandezza fisica **momento**, come il prodotto della forza applicata per il proprio braccio rispetto al centro di rotazione.

$$M = F \cdot b$$

The diagram illustrates the equation $M = F \cdot b$. The variable M is enclosed in a blue box, with a blue arrow pointing to a blue oval labeled "momento". The variable F is enclosed in a red box, with a red arrow pointing to a red oval labeled "forza". The variable b is enclosed in a green box, with a green arrow pointing to a green oval labeled "braccio".

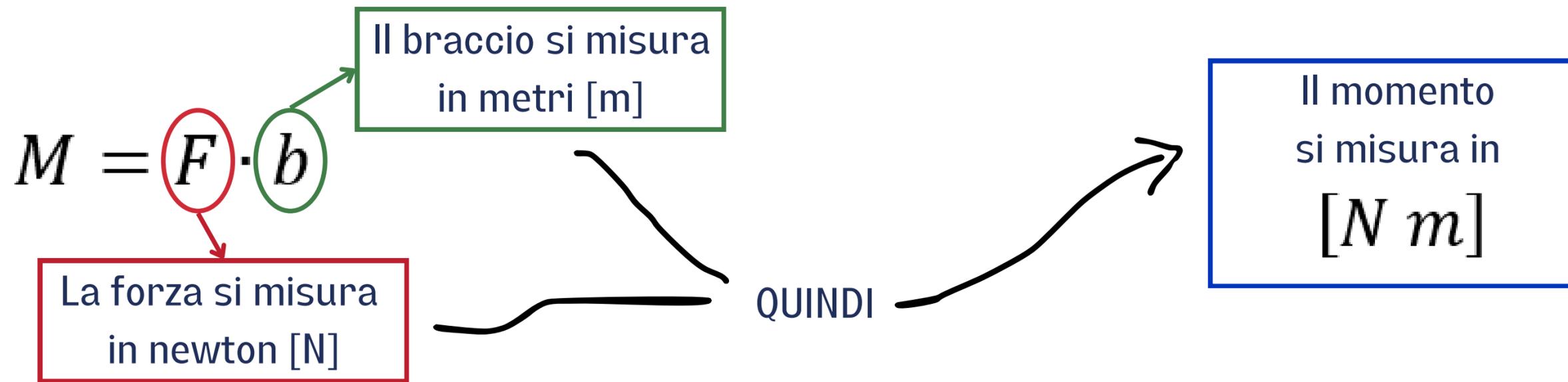
Se fissiamo il valore di **M**, dall'espressione precedente è evidente la proporzionalità inversa tra la forza **F** e il suo braccio **b**: se la prima aumenta, infatti, il secondo diminuisce (e viceversa).



MOMENTO DI UNA FORZA

Unità di misura:

Per ricavare l'unità di misura del momento è sufficiente sostituire, nella formula, le unità di misura delle altre grandezze:



MOMENTO DI UNA FORZA

Osservazione:

Abbiamo già incontrato questa unità di misura (N m) quando abbiamo studiato l'energia e, in quella lezione, abbiamo detto che corrisponde al joule!

Quindi il momento di una forza è una grandezza scalare che si misura in joule?

ASSOLUTAMENTE NO... FATE ATTENZIONE!!!

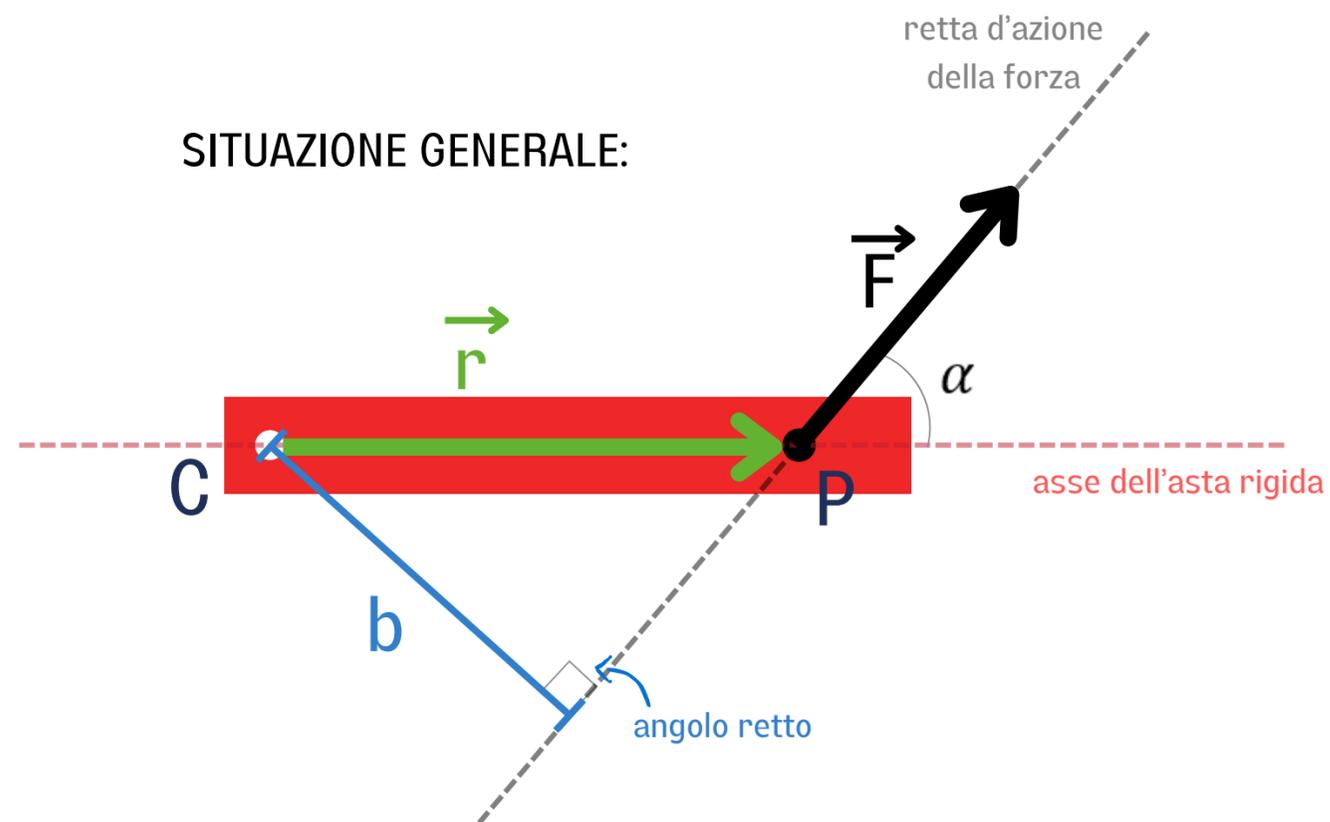
Il momento è una **grandezza vettoriale** e si misura in **N m**... .. STOP!

Chi ha voglia di approfondire la cosa, prosegua la lettura. Gli altri possono riposarsi! 😊

MOMENTO DI UNA FORZA

Osservazione:

Consideriamo un'asta rigida vincolata in un punto **C** (centro di rotazione). Applichiamo una forza \vec{F} in un punto **P** ad una certa distanza da **C**.



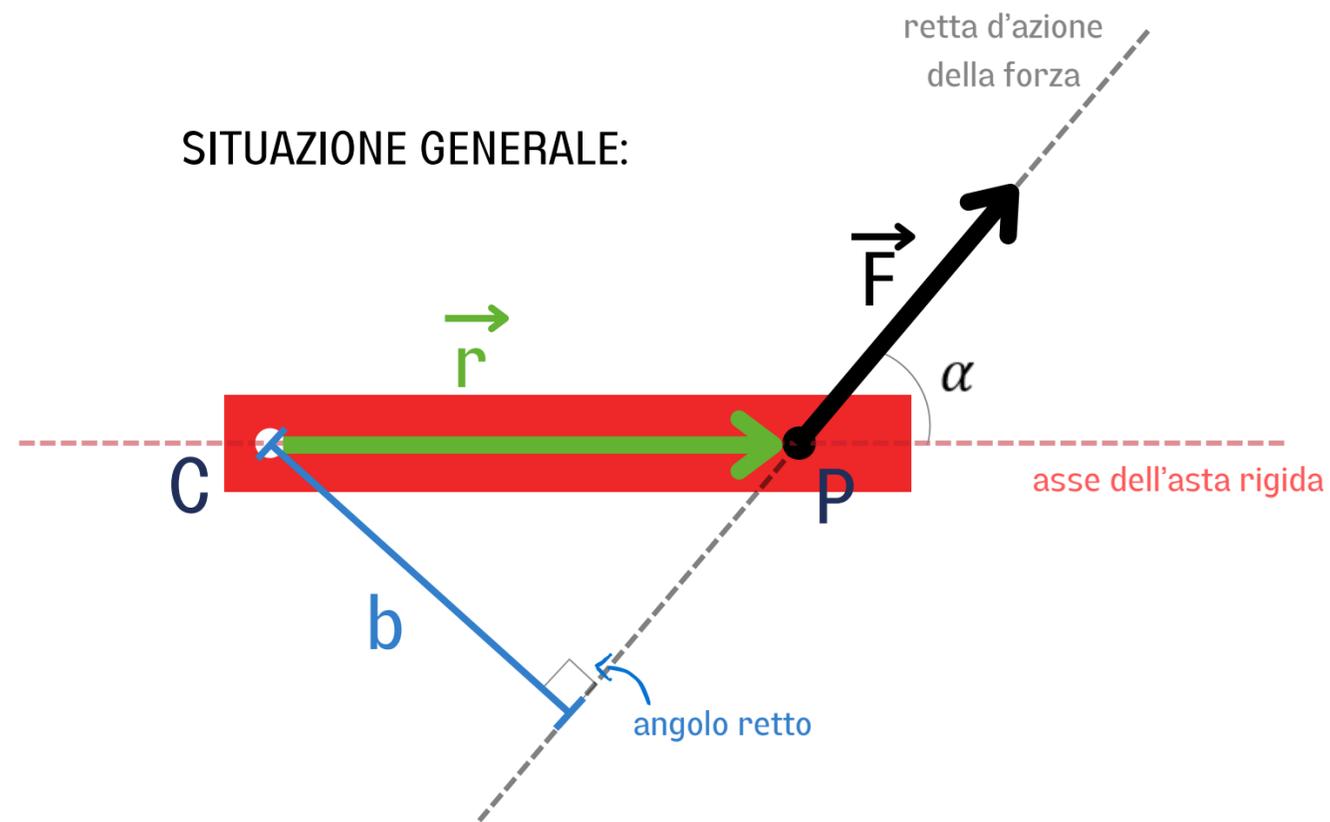
Indichiamo con:

- α l'angolo che la forza \vec{F} forma con l'asse dell'asta rigida;
- b il braccio della forza rispetto a **C** (distanza di **C** dalla retta d'azione di \vec{F});
- \vec{r} il vettore posizione di **P** rispetto a **C**.

MOMENTO DI UNA FORZA

Osservazione:

Il momento della forza \vec{F} rispetto al centro di rotazione C risulta pari al prodotto vettoriale del vettore posizione \vec{r} per la forza \vec{F} :



$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Il modulo di \vec{M} , dunque, risulta pari a:

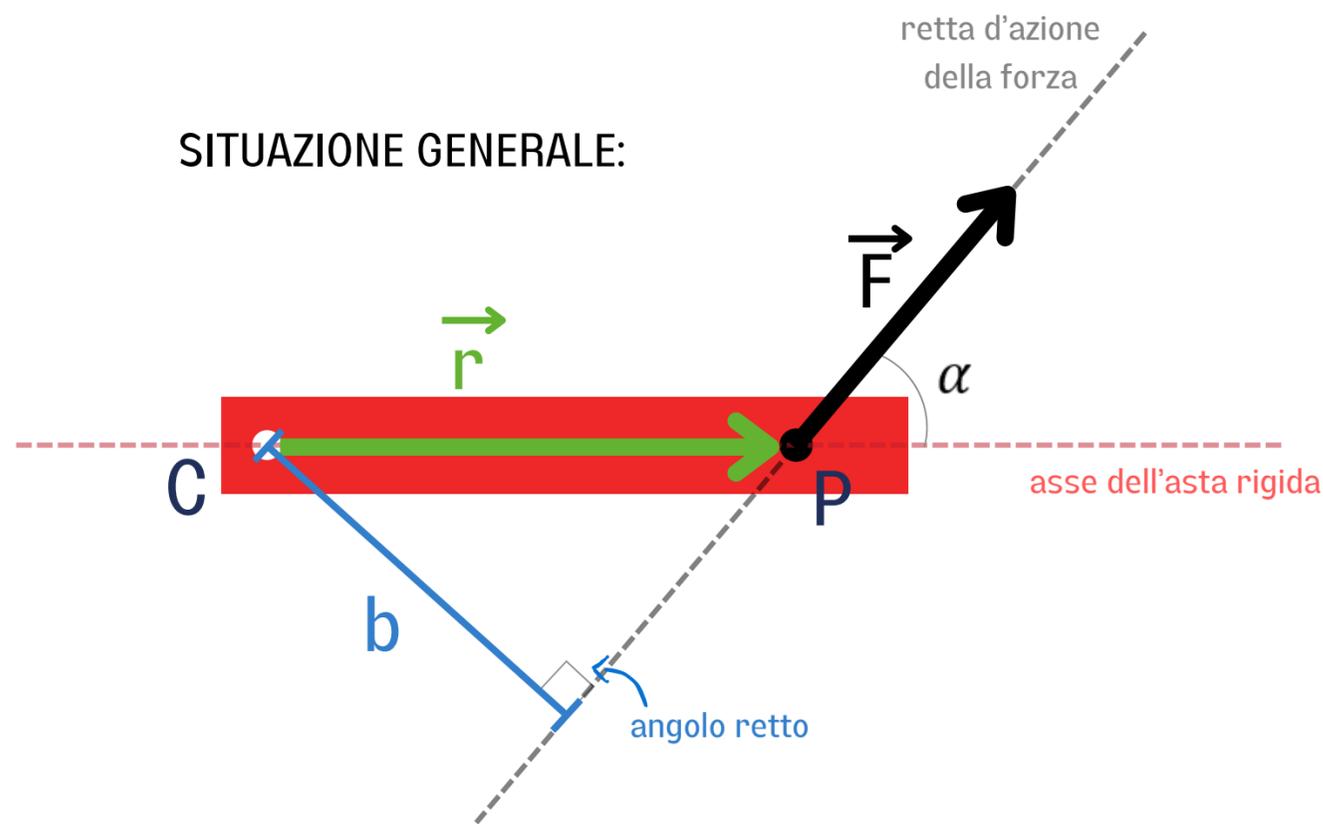
$$M = r F \sin \alpha$$

Per approfondimenti, si veda la lezione sul prodotto vettoriale.

MOMENTO DI UNA FORZA

Osservazione:

Si dimostra (ma non lo faremo in questa lezione) che: $r \sin \alpha = b$



Sostituendo qui:

$$M = r F \sin \alpha$$

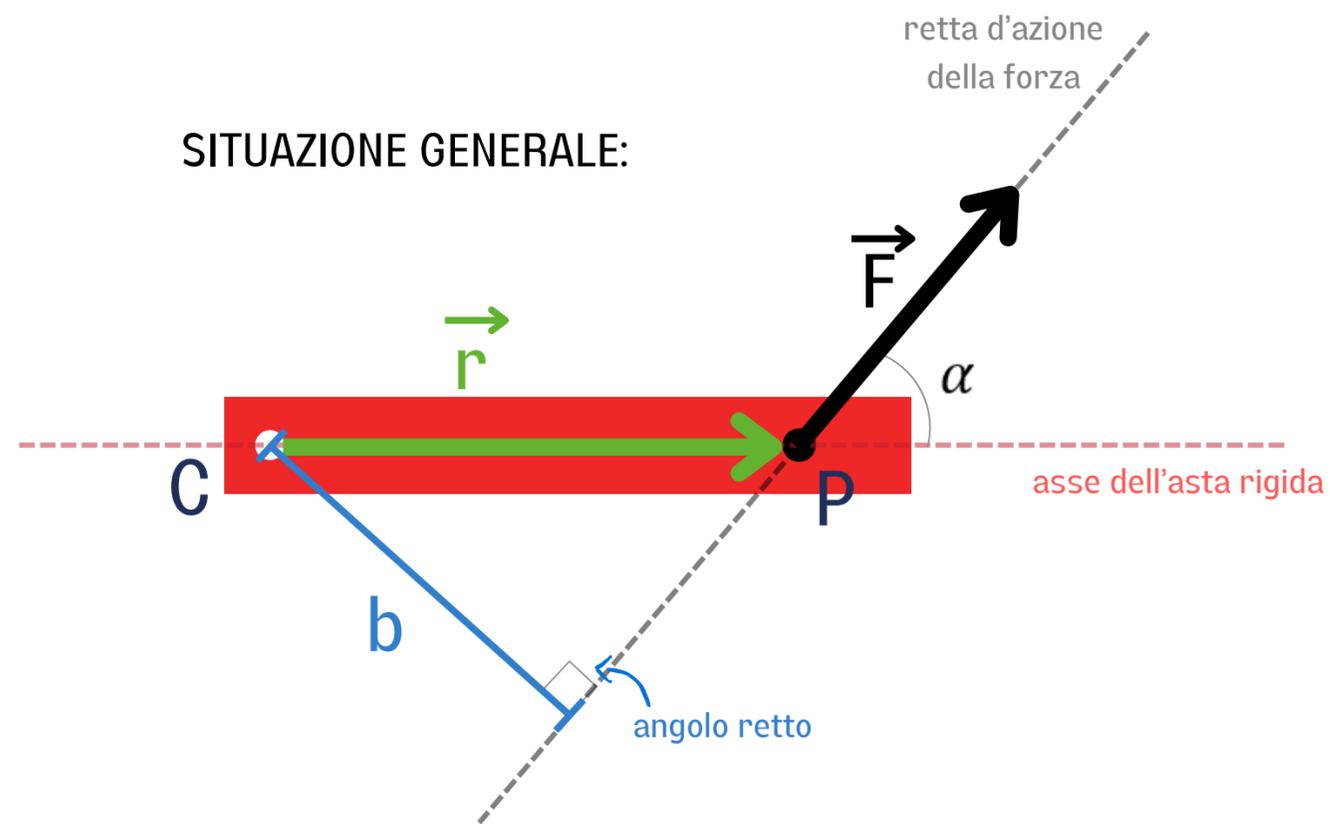
otteniamo la formula vista all'inizio:

$$M = F b$$

MOMENTO DI UNA FORZA

Osservazione:

Essendo \vec{M} un vettore, dobbiamo determinarne anche la direzione ed il verso.



Per quanto riguarda la direzione, basta ricordare che è sempre perpendicolare al piano che contiene \vec{r} e \vec{F} (ossia al foglio)!

Per quanto concerne il verso, invece, dobbiamo applicare la regola della mano destra (si veda lezione sul prodotto vettoriale).

In alternativa possiamo ricordare che:

- se l'asta ruota in senso antiorario, il momento è **uscente** dal foglio;
- se l'asta ruota in senso orario, il momento è **entrante** nel foglio.

Fine lezione