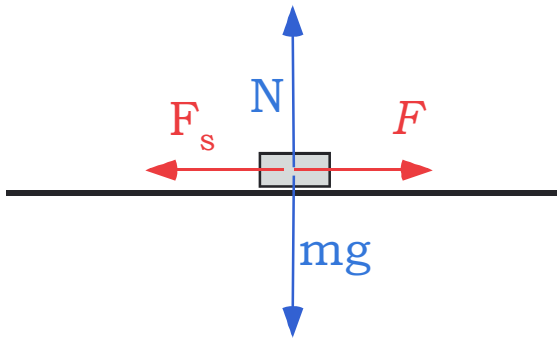


Forze d'attrito

Attrito statico: è una forza di tipo vincolare che si oppone al moto del corpo in direzione tangente alla superficie, finché non si supera un valore massimo. Tale valore massimo dipende dalla natura delle due superfici a contatto e dalla forza **N** che preme l'una contro l'altra:

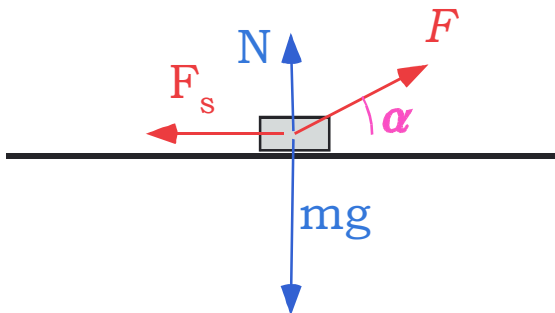
$$F_s \leq \mu_s N$$



$$\sum_i \vec{F}_i \Rightarrow \begin{cases} N = mg \\ F_s = F \end{cases}$$

Condizione d'equilibrio:

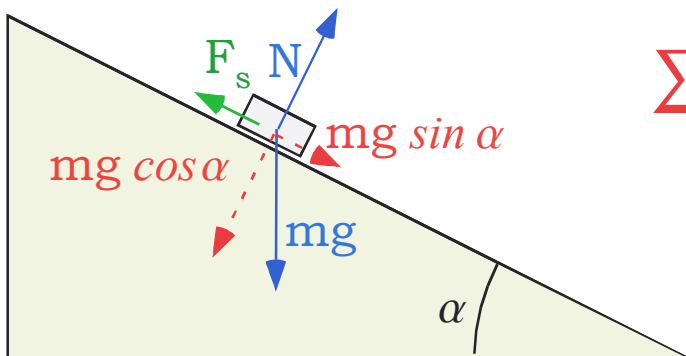
$$F \leq \mu_s N \Rightarrow \mu_s \geq F/mg$$



$$\sum_i \vec{F}_i \Rightarrow \begin{cases} N + F \sin \alpha = mg \\ F_s = F \cos \alpha \end{cases}$$

Condizione d'equilibrio:

$$F \cos \alpha \leq \mu_s N = \mu_s (mg - F \sin \alpha) \\ \Rightarrow \mu_s \geq F \cos \alpha / (mg - F \sin \alpha)$$



$$\sum_i \vec{F}_i \Rightarrow \begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ F_s = mg \sin \alpha \end{cases}$$

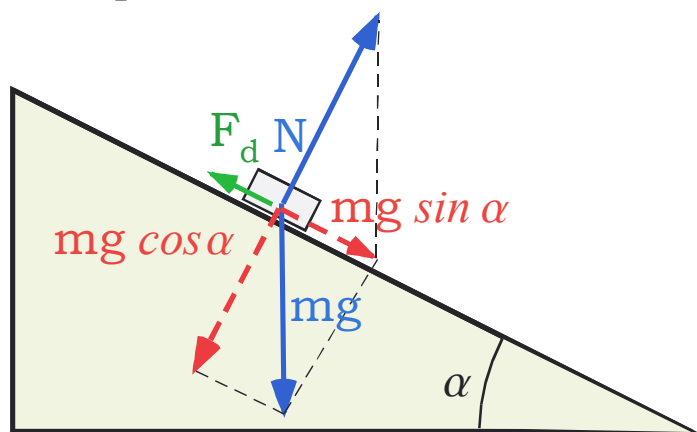
Condizione d'equilibrio:

$$mg \sin \alpha \leq \mu_s N = \mu_s mg \cos \alpha \\ \Rightarrow \mu_s \geq \sin \alpha / \cos \alpha, \\ \text{ovvero } \alpha \leq \arctg \mu_s$$

Attrito dinamico: è una forza che agisce su un corpo in movimento, strisciante su un piano, tangenzialmente alla superficie, in direzione contraria allo spostamento (e quindi alla direzione del vettore velocità). Il suo valore dipende dalla natura delle due superfici a contatto e dalla forza **N** che preme l'una contro l'altra:

$$F_d = \mu_d N$$

Sul piano inclinato:



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_d = \mu_d mg \cos \alpha$$

L'equazione del moto del corpo, nella direzione del piano inclinato, è quindi:

~~$$ma = mg \sin \alpha - \mu_d mg \cos \alpha$$~~

~~$$a = g (\sin \alpha - \mu_d \cos \alpha)$$~~

ATTRITO VISCOSO

Per basse velocità: *moto laminare*

$$\vec{f}_A = -\beta \vec{v}$$

Corpo che cade verticalmente in un mezzo viscoso:

$$\vec{f}_T = m\vec{g} - \beta \vec{v}$$

Se $v < \frac{mg}{\beta} \Rightarrow mg - \beta v > 0$, il corpo accelera

Se $v > \frac{mg}{\beta} \Rightarrow mg - \beta v < 0$, il corpo rallenta

Per $v = v_c = \frac{mg}{\beta} \Rightarrow f_T = 0$; la caduta è a velocità costante.

Quindi dopo un po' di tempo (asintoticamente) il corpo si muoverà alla velocità v_c qualunque fosse la velocità iniziale.

Velocità limite v_c

Per velocità più elevate: *moto turbolento*

$$f_A = -\frac{1}{2}C \rho A v^2$$

$$v_c = \sqrt{\frac{2mg}{C\rho A}}$$