

# La forza di attrito radente statico

Elia Rampi [fisicafast.it](http://fisicafast.it)

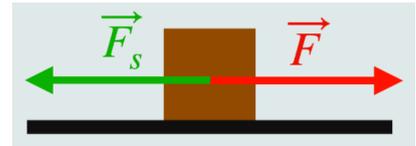
In questo video parliamo della forza di attrito radente statico.

La forza di attrito radente è una forza che si oppone al movimento o al tentativo di mettere in movimento un corpo.

Questa forza di attrito è dovuta al contatto tra la superficie del corpo e la superficie del piano su cui è appoggiato.

Se un corpo è fermo e rimane fermo nonostante agisca su di esso una forza  $F$  parallela al piano, significa che il corpo subisce una forza di attrito radente statico  $F_s$ , che è la forza che si oppone a  $F$  per mantenere il corpo fermo.

Questa forza è sempre parallela al piano e il suo verso è sempre tale da opporsi al movimento del corpo.



Sottolineiamo un concetto importante che riguarda questa forza.

La forza di attrito statico non ha un valore fisso ma dipende dalla forza esterna che agisce sul corpo; può assumere un intervallo di valori, da zero a un valore massimo che indichiamo con forza di attrito statico massima  $F_s^{max}$ .

$$0 \text{ N} \leq F_s \leq F_s^{max}$$

Il valore massimo della forza di attrito è

$$F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{\perp}$$

Dove  $\mu_s$  è il coefficiente di attrito statico, che è un numero puro, quindi non ha unità di misura, ed è un valore che dipende dalle superfici a contatto ma non dall'area di contatto.

$F_{\perp}$  è invece la forza premente, ovvero la forza che agisce perpendicolarmente al piano di appoggio.

Se il corpo inizialmente fermo e rimane fermo nonostante subisca una forza esterna  $F$  parallela al piano, significa che la forza  $F$  è minore della forza di attrito massima.

$$F \leq F_s^{max}$$

In particolare, la forza di attrito è uguale e opposta alla forza parallela al piano  $F$ :

$$\vec{F}_s = -\vec{F}$$

Quindi le intensità delle due forze sono uguali, pertanto il corpo rimane fermo.

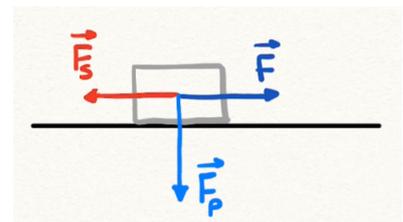
$$F_s = F.$$

Vediamo alcuni esempi. Partiamo dal più semplice.

## Primo esempio: piano orizzontale, F orizzontale

In questo primo esempio un corpo di massa  $m$  è fermo su un piano orizzontale. Il coefficiente di attrito statico  $\mu_s$  ha un certo valore che dipende dalle caratteristiche delle due superfici a contatto.

Sul corpo agisce una forza esterna  $F$  orizzontale, quindi parallela al piano. Sappiamo poi che sul corpo agisce anche la sua forza peso  $F_p$  che in questo caso è perpendicolare al piano.



La forza di attrito massima è  $F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{\perp}$ .

In questo caso la forza premente è la forza peso  $F_p$  del corpo poiché è l'unica forza perpendicolare al piano. Quindi

$$F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{\perp} = \mu_s \cdot F_P$$

Ora, se  $F \leq F_s^{max}$  il corpo rimane fermo e la forza di attrito è uguale e opposta alla forza esterna:  $\vec{F}_s = -\vec{F}$  quindi le intensità sono uguali  $F_s = F$ .

Se invece  $F > F_s^{max}$  il corpo inizia a muoversi nel verso di  $\vec{F}$  poiché la forza di attrito non è abbastanza intensa da bilanciare la forza esterna.

### Secondo esempio: piano orizzontale, F obliqua

In questo secondo esempio consideriamo il corpo di massa  $m$  fermo su un piano orizzontale sul quale agisce una forza che non è più parallela al piano ma forma un angolo  $\alpha$  rispetto al piano, verso il basso.

La forza di attrito massima è  $F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{\perp}$ .

Ora la forza premente non è più la sola forza peso. Siccome la forza esterna è obliqua la scomponiamo e consideriamo le sue proiezioni lungo il piano e lungo la perpendicolare, che hanno modulo:

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

È ora evidente che la forza premente  $F_{\perp}$  è la somma delle forze perpendicolari al piano

$$F_{\perp} = F_P + F_y$$

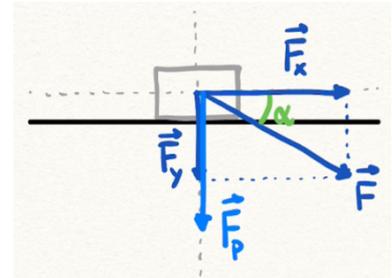
Pertanto la forza di attrito massima è

$$F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{\perp} = \mu_s \cdot (F_P + F_y).$$

Ora, la forza che spinge il corpo lungo il piano è  $F_x$  quindi:

Se  $F_x \leq F_s^{max}$  il corpo rimane fermo e la forza di attrito è uguale e opposta a  $F_x$ :  $\vec{F}_s = -\vec{F}_x$  quindi le intensità sono uguali  $F_s = F_x$ .

Se invece  $F_x > F_s^{max}$  il corpo inizia a muoversi nel verso di  $\vec{F}_x$ .



### Terzo (e ultimo) esempio: piano inclinato

Nell'ultimo esempio consideriamo il corpo fermo su un piano inclinato di un angolo  $\alpha$ , senza forze esterne. Qui l'unica forza che agisce sul corpo è la sua forza peso  $F_P$  che è diretta verso il basso, quindi non è perpendicolare al piano. Scomponiamo subito la forza peso e consideriamo le due proiezioni lungo il piano e lungo la perpendicolare, che hanno modulo:

$$F_{P//} = F_P \cdot \sin \alpha$$

$$F_{P\perp} = F_P \cdot \cos \alpha$$

Ora, l'unica forza perpendicolare al piano è la  $F_{P\perp}$ , quindi la forza di attrito statico massima è

$$F_s^{max} = \mu_s \cdot F_{P\perp}$$

E la forza che spinge il corpo lungo il piano è la  $F_{P//}$ , quindi:

Se  $F_{P//} \leq F_s^{max}$  il corpo rimane fermo e la forza di attrito è uguale e opposta a  $F_{P//}$ :

$$\vec{F}_s = -\vec{F}_{P//};$$

Se invece  $F_{P//} > F_s^{max}$  il corpo scende lungo il piano.

