

## Approfondimento

# Angolo di aderenza e angolo di attrito

Una massa appoggiata su un piano orizzontale e sottoposta a una spinta parallela al piano, si mantiene immobile finché la forza non raggiunge un valore-limite, oltre il quale inizia il movimento.

Per effetto del contatto massa-piano si genera una **forza di aderenza** che contrasta la spinta motrice e mantiene l'equilibrio statico.

Nella figura a fianco sono indicate le seguenti forze:

- $F_x$ , che tende a far scorrere la massa lungo il piano
- $G$ , forza peso verticale
- $R_y$ , reazione verticale con cui il piano sorregge la massa
- $R_a$ , forza di aderenza che si esercita nel contatto tra la massa e il piano di appoggio.

Componendo  $R_y$  e  $R_a$  si ottiene la reazione complessiva  $R$ , inclinata di un angolo  $\varphi$  rispetto alla verticale; tra le due componenti vale la relazione:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{R_a}{R_y}$$

Al crescere della forza motrice  $F_x$  aumenta la componente  $R_a$  e, con essa, l'angolo  $\varphi$ ; per l'aderenza esiste un valore massimo, a cui corrisponde il valore limite dell'angolo:

$$\varphi = \varphi_a$$

$\varphi_a$  è denominato **angolo di aderenza**.

Nella condizione limite si ha:

$$\begin{aligned} R_a &= \operatorname{tg}\varphi_a \cdot R_y \\ R_a &= f_a \cdot R_y \end{aligned}$$

Si usano le denominazioni seguenti.

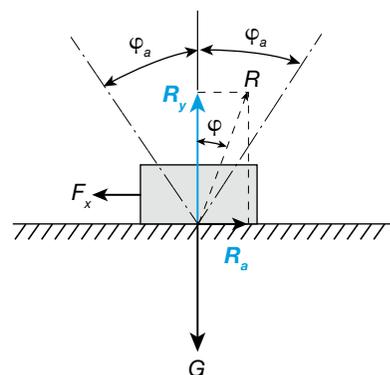
► **Angolo di aderenza:**  $\varphi_a$ .  
**Coefficiente di aderenza:**  $f_a$ .

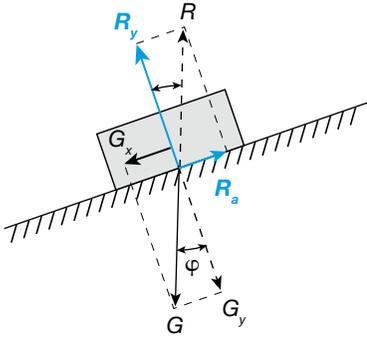
La reciproca relazione è:

$$f_a = \operatorname{tg}\varphi_a$$

L'aderenza è garantita solo finché la reazione complessiva  $R$  cade all'interno del cono ideale avente un angolo di semiapertura pari a  $\varphi_a$ .

Se, partendo dalla posizione di equilibrio con il piano orizzontale e la massa appoggiata, si inclina leggermente il piano a formare un angolo  $\varphi$  con l'orizzontale, l'aderenza impedisce alla massa di slittare. In questo caso nella direzione parallela al piano, sono in equilibrio una componente del-





la forza peso e la forza di aderenza, mentre l'altra componente del peso è equilibrata dalla resistenza del piano (vedi figura a lato):

$$R_y = G_y = G \cdot \cos\varphi$$

$$R_a = G_x = G \cdot \sin\varphi$$

Il rapporto è ancora pari a:

$$\frac{R_a}{R_y} = \operatorname{tg}\varphi$$

La condizione limite si verifica quando l'inclinazione del piano raggiunge il valore:

$$\varphi = \varphi_a$$

In analogia al caso dell'aderenza, si definisce:

► l'**angolo di attrito**  $\varphi$  come angolo di cui si inclina la reazione del piano di appoggio per la presenza dell'attrito, dopo che è iniziato il moto relativo tra massa e piano.

Anche in questo caso la relazione tra angolo di attrito e coefficiente adimensionale è:

$$f = \operatorname{tg}\varphi$$

A differenza dell'aderenza, che può variare da zero fino a un valore limite, l'attrito è pressoché costante e indipendente dalla velocità con cui avviene il movimento; i valori di  $f$  e  $\varphi$  dipendono dalla coppia di materiali a contatto, dalle condizioni di finitura delle superfici e dall'eventuale lubrificazione.