

Esercizio 1

4

Un corpo di massa $M=50\text{kg}$ viene trascinato a velocità costante per $d=10\text{m}$ lungo un piano orizzontale da una forza F inclinata di $\theta=45^\circ$ sull'orizzontale.

- Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico è $\mu_d=0.4$ calcolare il modulo di F e il lavoro speso da essa.
- Quanto vale il lavoro della forza di attrito?

Soluzione esercizio 1

5

□ Dati iniziali:

□ $M=50\text{kg}$

□ $\theta=45^\circ$

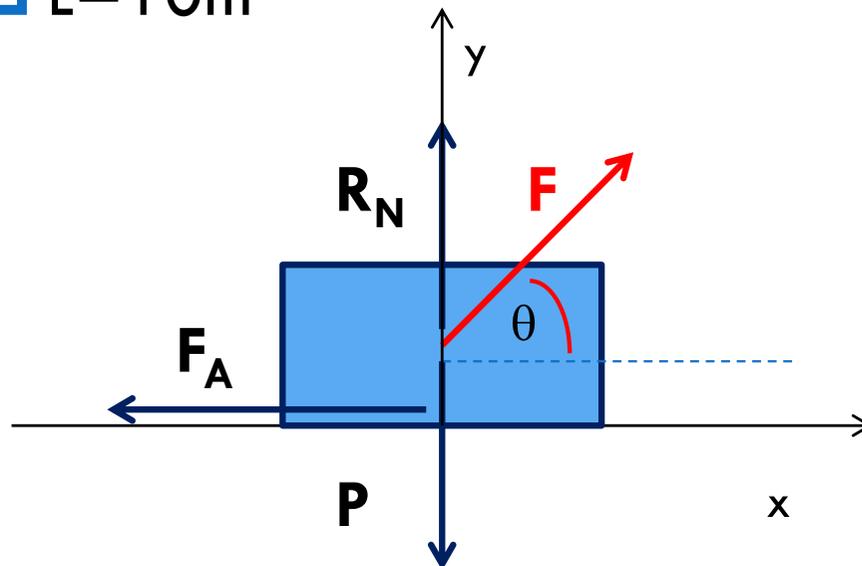
□ $v=\text{cost}$

□ $L=10\text{m}$

□ $F=?$

□ $L_F = ?$

□ $L_{\text{attr}} = ?$



Sul corpo agiscono:

- forza peso \mathbf{P} ;
- reazione normale \mathbf{R}_N
- forza di attrito \mathbf{F}_A
- forza esterna \mathbf{F}

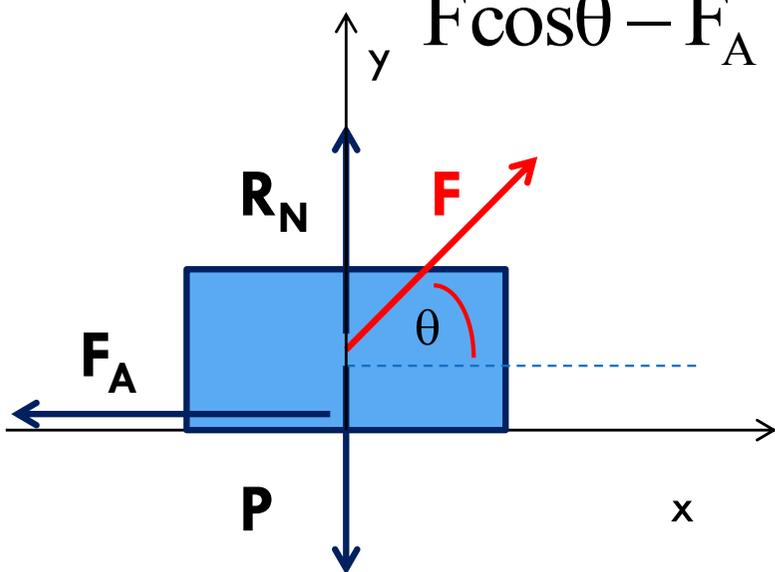
- Studiamo le componenti delle forze nelle direzioni orizzontale e verticale:

- ▣ Componente verticale:

$$R_N - Mg + F \sin \theta = 0 \Rightarrow R_N = Mg - F \sin \theta$$

- ▣ Componente orizzontale:

$$F \cos \theta - F_A = 0 \Rightarrow F \cos \theta - \mu_d R_N = 0$$



La velocità del corpo è costante quindi $a=0$

- Sostituendo l'espressione della reazione vincolare:

$$R_N = Mg - F \sin \theta$$

$$F \cos \theta - \mu_d (Mg - F \sin \theta) = 0$$

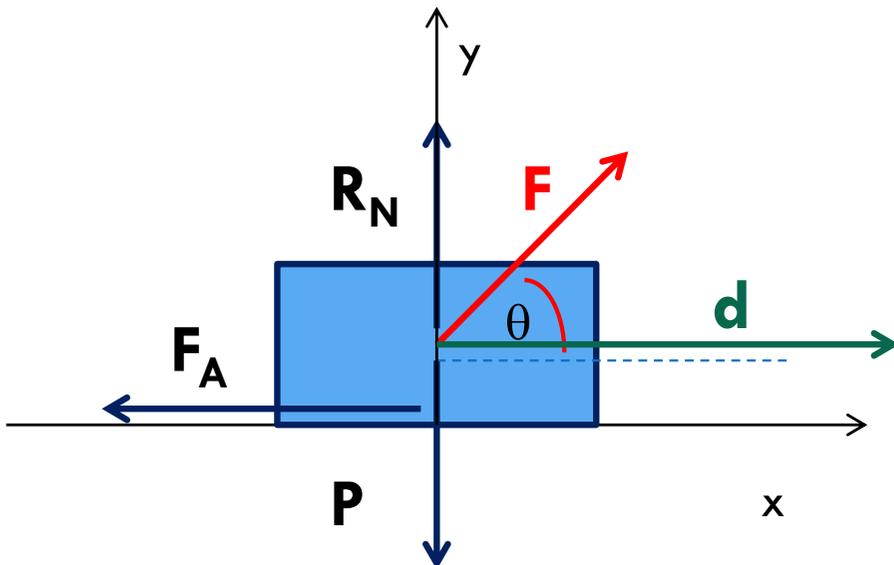


$$F \cos \theta + \mu_d F \sin \theta = \mu_d Mg$$



$$F = \frac{\mu_d Mg}{\cos \theta + \mu_d \sin \theta} = \frac{0.4 \cdot 50 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2}{\frac{\sqrt{2}}{2} + 0.4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 198 \text{ N}$$

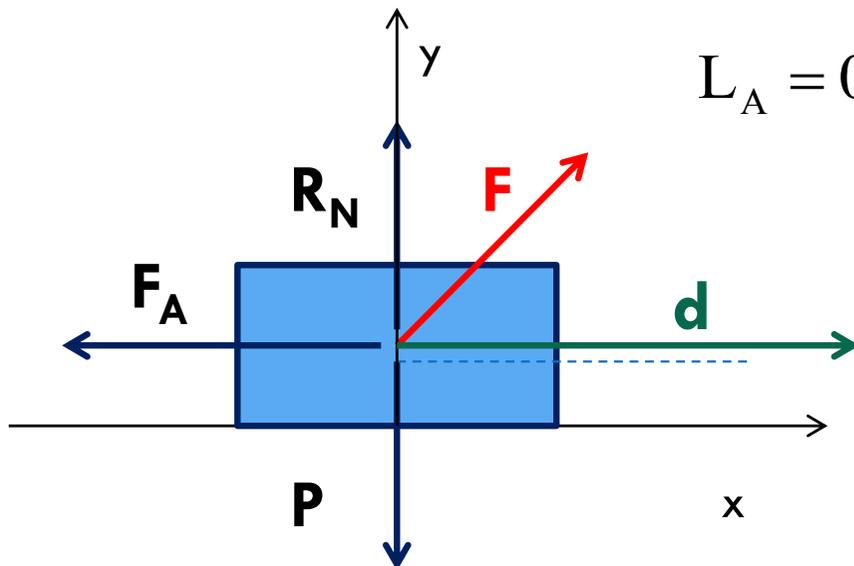
- Lo spostamento $d=10\text{m}$ avviene lungo il piano, perciò il lavoro L_F compiuto dalla forza \mathbf{F} vale:
 - $L_F = Fd \cos \theta = 198 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} \cdot \cos(45^\circ) = 1400 \text{ J}$



- Calcoliamo ora il lavoro L_A compiuto dalla forza di attrito F_A :

- $L_A = F_A \cdot d = F_A d \cos \alpha = \mu_d (Mg - F \sin \theta) \cdot d \cdot \cos 180^\circ$

F_A e d sono opposti in verso: $\alpha = 180^\circ$



$$L_A = 0.4 \cdot \left(50\text{kg} \cdot 9.8\text{m/s}^2 - 198\text{N} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \cdot 10\text{m} \cdot (-1) =$$

$$= 140\text{N} \cdot 10\text{m} \cdot (-1) = -1400\text{J}$$

Uguale ed opposto al lavoro di F !!!

- Il lavoro compiuto dalla forza peso e dalla reazione vincolare sono nulli poiché le forze sono perpendicolari alla direzione del moto:
 - ▣ $\theta=90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ=0 \rightarrow L=0$
- Il lavoro totale compiuto dalla forza F e dalla forza di attrito F_A è nullo (perché i due lavori sono uguali ed opposti).
- Il teorema del lavoro e dell'energia cinetica conferma questo risultato:
 - ▣ $L=\Delta E_k =0 \Leftrightarrow$ il moto avviene a velocità costante in modulo, quindi anche l'energia cinetica rimane costante e $\Delta E_k =0$