

Fisica I per Ingegneria

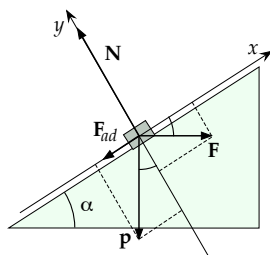
A.A. 2014/2015 - Appello del 15 settembre 2015

Soluzione del problema

Le forze che agiscono sul corpo sono quelle mostrate in figura ($\mathbf{F}$ = forza applicata; $\mathbf{p}$ = forza peso, di modulo pari a mg ; $\mathbf{N}$ = reazione normale del piano ; $\mathbf{F}_{ad}$ = forza di attrito radente dinamico). Rappresentando tali forze nel sistema di riferimento xy indicato si ha, per il secondo principio della dinamica,

$$\begin{cases} F \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_{ad} = ma \\ N - F \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (1)$$

dove a è la componente dell'accelerazione lungo l'asse x .



1. Il modulo della forza di attrito radente dinamico si calcola come $F_{ad} = \mu_d N$ per cui, dalla seconda equazione in (1),

$$F_{ad} = \mu_d N = \mu_d (F \sin \alpha + mg \cos \alpha) \simeq 21.8 \text{ N} .$$

2. Dalla prima equazione in (1) e dal risultato del punto precedente si ha

$$a = \frac{F \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_{ad}}{m} = \frac{F}{m} (\cos \alpha - \mu_d \sin \alpha) - g (\sin \alpha - \mu_d \cos \alpha) \simeq -2.86 \text{ m/s}^2 .$$

Il moto è uniformemente decelerato per cui la velocità diminuisce linearmente col tempo e si annulla al tempo $t = T$:

$$0 = v_i + aT \quad \Rightarrow \quad T = -\frac{v_i}{a} \simeq 1.51 \text{ s} .$$

3. Il lavoro totale (W_{tot}) compiuto sul corpo nell'intervallo di tempo $(0, T)$ è uguale alla variazione di energia cinetica tra $t = 0$ e $t = T$, per cui

$$W_{\text{tot}} = -\frac{1}{2} m v_i^2 \simeq -44.4 \text{ J} .$$

4. In condizioni di equilibrio, la forza di attrito radente statico ($\mathbf{F}_{as}$) è tale da annullare la risultante delle forze applicate al corpo. In questo caso, lungo l'asse x si ha:

$$F \cos \alpha - mg \sin \alpha + F_{as} = 0 \quad \Rightarrow \quad F_{as} = -F \cos \alpha + mg \sin \alpha \simeq -8.1 \text{ N} .$$

Il segno meno sta a indicare che la forza è diretta nel verso delle x decrescenti, cioè nel verso della discesa.

(Esempio di) risposta alla domanda

La forza di attrito radente statico ($\mathbf{F}_{\text{as}}$) è quella forma di attrito che si manifesta tra due superfici scabre in contatto tra loro e in quiete l'una rispetto all'altra. La forza di attrito radente statico che agisce su un corpo in contatto con una superficie è diretta parallelamente alla superficie, ma non assume un valore prefissato. Infatti, direzione, verso e modulo sono sempre tali da annullare la componente parallela alla superficie della risultante delle forze applicate al corpo. Pertanto il suo valore può essere determinato solo a partire dalla conoscenza di tutte le altre forze agenti sul corpo.

Date due superfici in contatto tra loro, il valore massimo che il modulo della forza di attrito radente statico può presentare ($F_{\text{as}}^{(\text{max})}$) può essere messo in relazione con la forza con cui le due superfici sono premute l'una contro l'altra (che è quantificata attraverso la reazione normale $\mathbf{N}$). L'espressione empirica che fornisce il valore di $F_{\text{as}}^{(\text{max})}$ è:

$$F_{\text{as}}^{(\text{max})} = \mu_s N ,$$

dove μ_s è un coefficiente numerico che dipende solo dalla natura e dalla finitura delle superfici, chiamato *coefficiente di attrito statico*.

Un corpo di massa m , in quiete su un piano inclinato scabro (con angolo di base α e coefficiente di attrito statico μ_s), risente di una forza di attrito che è tale da annullare la componente parallela al piano della risultante delle forze applicate al corpo. Se il corpo è soggetto solo alla forza peso e all'azione del piano, il modulo di $\mathbf{F}_{\text{as}}$ deve valere $mg \sin \alpha$. Però, per avere l'equilibrio, tale valore deve essere minore di $\mu_s N$. Poiché in questo caso N vale $mg \cos \alpha$, la condizione di equilibrio diventa

$$mg \sin \alpha < \mu_s mg \cos \alpha \quad \Rightarrow \quad \tan \alpha < \mu_s \quad \Rightarrow \quad \alpha < \arctan \mu_s .$$

La forza di attrito statico non compie lavoro perché il corpo a cui è applicata è in quiete.