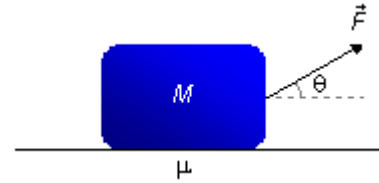


Um corpo de massa  $m = 100 \text{ kg}$  move-se sobre uma superfície horizontal de coeficiente de atrito  $\mu = 0,20$  sob a ação de uma força  $\vec{F}$  de intensidade  $800 \text{ N}$  que forma um ângulo  $\theta$  com a horizontal. Determinar, para um deslocamento de  $20 \text{ m}$ , os trabalhos da força peso, da força de atrito e da força  $\vec{F}$ . Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin \theta = 0,6$ ,  $\cos \theta = 0,8$



Esquema do problema

Pela figura 1 estão agindo no corpo a força  $\vec{F}$  responsável pelo movimento, a força de atrito  $\vec{F}_{\text{at}}$ , a força peso e a normal  $\vec{N}$  que é a reação do apoio.

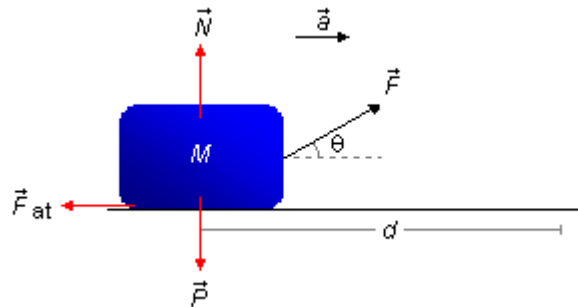


figura 1

Dados do problema

- |                                                   |                         |
|---------------------------------------------------|-------------------------|
| • massa do corpo:                                 | $m = 100 \text{ kg};$   |
| • coeficiente de atrito:                          | $\mu = 0,20;$           |
| • força que age no corpo:                         | $F = 800 \text{ N};$    |
| • seno do ângulo entre a força e a horizontal:    | $\sin \theta = 0,6$     |
| • co-seno do ângulo entre a força e a horizontal: | $\cos \theta = 0,8$     |
| • deslocamento do corpo:                          | $d = 20 \text{ m};$     |
| • aceleração da gravidade:                        | $g = 10 \text{ m/s}^2.$ |

Solução

O trabalho de uma força para levar um corpo de A até B, é dado por

$${}_F \mathfrak{T}_A^B = F d \cos \alpha \quad (I)$$

onde  $\alpha$  é o ângulo entre a força e a direção de deslocamento do corpo.

A força peso é perpendicular ao deslocamento, assim  $\alpha = 90^\circ$ , então o trabalho da força peso será

$${}_P \mathfrak{T}_A^B = F d \cos 90^\circ$$

como  $\cos 90^\circ = 0$ , então o trabalho da força peso é nulo

${}_P \mathfrak{T} = 0$

**observação:** neste caso, em particular, não precisamos saber quanto vale o peso do corpo e seu deslocamento, pois como a força peso é perpendicular ao deslocamento ela não realiza trabalho.

A força de atrito ( $\vec{F}_{\text{at}}$ ) é dada, em módulo, por

$$F_{\text{at}} = \mu N \quad (\text{II})$$

Para encontrarmos a normal ( $\vec{N}$ ) vamos desenhar as forças num sistema de eixos coordenados e encontrar suas componentes nas direções x e y (figura 2).

A força  $\vec{F}$  terá componentes dadas por

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

Como não há movimento do corpo na direção vertical a resultante das forças nessa direção deve ser zero, em módulo temos

$$N + F_y - P = 0$$

$$N = m g - F \sin \theta \quad (\text{III})$$

substituindo (III) em (II) obtemos para a força de atrito

$$F_{\text{at}} = \mu (m g - F \sin \theta) \quad (\text{IV})$$

a força de atrito está na direção oposta ao deslocamento, portanto  $\alpha = 180^\circ$ , substituindo (IV) e  $\alpha$  na expressão (I) para trabalho da força de atrito teremos

$$F_{\text{at}} \mathfrak{T} = \mu (m g - F \sin \theta) d \cos \alpha$$

$$F_{\text{at}} \mathfrak{T} = 0,20 \cdot (100 \cdot 10 - 800 \cdot 0,6) \cdot 20 \cdot (-1)$$

$$F_{\text{at}} \mathfrak{T} = 2080 \text{ J}$$

Para calcular o trabalho da força  $\vec{F}$  vemos que só a componente da força na direção do deslocamento contribui para o cálculo do trabalho, assim  $\alpha = \theta$

$$F \mathfrak{T} = F \cos \theta$$

usando o valor do co-seno dado no problema

$$F \mathfrak{T} = 800 \cdot 20 \cdot 0,8$$

$$F \mathfrak{T} = 12800 \text{ J}$$

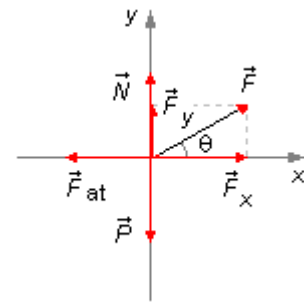


figura 2