

## Força de Atrito

Quando uma superfície desliza ou tenta deslizar sobre outra, surge uma força que se opõe ao movimento ou à tentativa de movimento, denominada força de atrito. Se há tendência de deslizamento, mas este não ocorre, o atrito é chamado estático. Se o deslizamento ocorre, o atrito é chamado cinético.

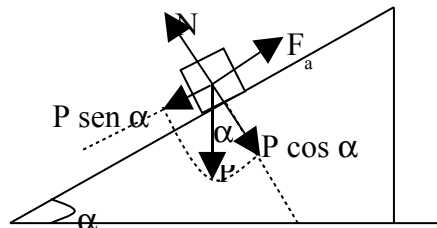
Exemplo: Se uma pessoa tenta arrastar uma mesa, mas não consegue, o atrito com o chão é estático. Se houver arrastamento, o atrito é cinético.

A força de atrito tem sempre sentido contrário ao movimento ou à tendência de movimento e é tangente ao par de superfícies em contato.

O valor máximo da força de atrito é dado pela expressão  $F_a = \mu N$ , sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito (estático quando não ocorre movimento e cinético quando há deslizamento de uma superfície sobre outra) e  $N$  a força normal às superfícies de contato.

O coeficiente de atrito é uma grandeza adimensional e medido sempre para um par de superfícies.

### Calculo do coeficiente de atrito estático, através do plano inclinado



Seja  $\alpha$ , denominado ângulo crítico, o ângulo máximo que se pode elevar o plano sem que ocorra deslocamento do corpo.

Estando o corpo em equilíbrio, teremos:

$$F_a = P \operatorname{sen} \alpha$$

$$N = P \operatorname{cos} \alpha$$

$$\mu N = P \operatorname{sen} \alpha \quad (1)$$

$$N = P \operatorname{cos} \alpha \quad (2)$$

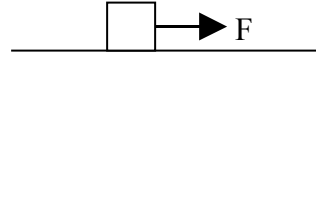
Dividido (1) : (2)

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha$$

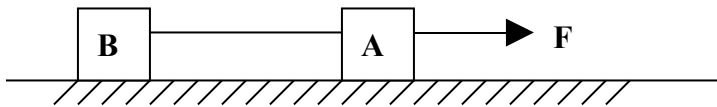
## Exercícios

- 1) Um corpo da figura mostra um corpo de peso 60N, em repouso sobre uma mesa horizontal. O coeficiente de atrito estático entre o material do corpo e a superfície é  $\mu_e=0,3$  e o coeficiente de atrito cinético é  $\mu_c=0,2$ . Qual a força horizontal máxima que mantém o corpo em repouso? Qual a força mínima que o mantém em movimento?

- a)  $F = 18\text{N}$   
b)  $F = 12\text{N}$



- 2) Entre os corpos A e B da figura existe atrito cujo coeficiente cinético é 0,2. Qual o valor de F que transmite ao conjunto uma aceleração de  $4\text{m/s}^2$ ? Qual o valor da tensão no fio que une os corpos?



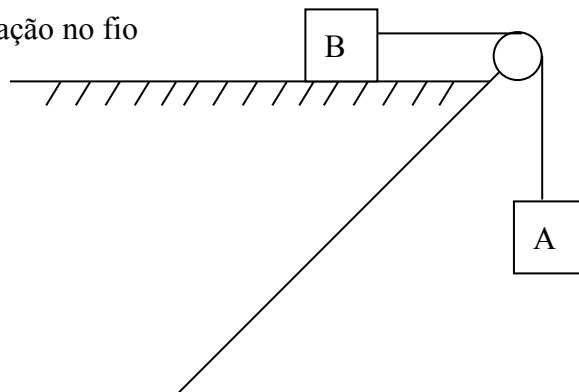
Dados:  $m_a = 20\text{kg}$   
 $m_b = 30\text{kg}$   
 $g = 10\text{m/s}^2$

- Resp: a)  $310\text{ N}$   
b)  $180\text{N}$

- 3) Na figura, o coeficiente de atrito cinético entre a superfície horizontal e o corpo B é igual a 0,4. sendo  $m_a = 50\text{kg}$ ,  $m_b = 20\text{kg}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$  e admitindo o fio que une os corpos e a polia idéias, calcule:

- a) aceleração do sistema  
b) a intensidade da força de tração no fio

- Resp: a)  $6\text{ m/s}^2$   
b)  $200\text{N}$



- 4) Um bloco foi lançado sobre uma superfície horizontal, deslizando sobre ela. Calcule a desaceleração do bloco, em função do coeficiente de atrito cinético ( $\mu$ ) e da aceleração da gravidade ( $g$ ).

- Resp:  $a = \mu g$

- 5) Um carro tem velocidade de  $72\text{km/h}$ , numa estrada horizontal e reta. O motorista freia violentamente, de forma que as rodas “travam” e o carro derrapa  $2,5\text{ s}$  até parar. Calcule o coeficiente de atrito entre os pneus e o chão.

- Resp:  $\mu = 0,8$

**Forças nos movimentos curvilíneos**  
(Força Centrípeta)

Quando um corpo descreve um movimento curvilíneo, atua uma força dirigida para o centro da trajetória, denominada força centrípeta, que é a resultante de todas as forças que agem sobre o corpo na direção do centro da trajetória.

Pela segunda lei de Newton temos:

$$F_c = ma_c, \text{ mas: } a_c = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R, \text{ logo:}$$

$$\boxed{F_c = m \frac{V^2}{R}} \quad \text{ou} \quad \boxed{F_c = m \omega^2 R}$$

**Exercícios:**

- 1) A extremidade de um fio, de 1m de comprimento, está presa a um ponto fixo de uma superfície horizontal e a outra extremidade é presa a um corpo de massa 6kg. Desprezando o atrito dentre o corpo e a superfície, calcule a tração no fio quando o corpo gira em torno do ponto fixo com velocidade de 10m/s.

**Resp: 600N**

- 2) Um carro faz uma curva de uma estrada horizontal, de 100m de raio, com velocidade constante de 72km/h. sendo a massa do carro 1000 kg, qual a força de atrito entre os pneus e o solo?

**Resp: 4000N**

- 3) Considere um “globo da morte”, cuja esfera tem raio interno de 8,1m e um motociclista descrevendo uma circunferência vertical no interior do globo. Qual a velocidade mínima no ponto mais alto da trajetória para que o motociclista possa completar a volta sem cair? Considere  $g=10 \text{ m/s}^2$

**Resp: 9m/s**

- 4) Qual a velocidade máxima que um automóvel pode percorrer uma curva de 100 m de raio, numa estrada horizontal, sem “derrapar”? O coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada é 0,4 e  $g=10\text{m/s}^2$ .

**Resp: 20m/s**

- 5) Um pequeno bloco com massa de 1kg está ligada a uma das extremidades de uma corda cujo comprimento é 0,6m. O bloco, descrevendo uma circunferência vertical, gira a 60rpm. Calcule a tensão na corda quando o bloco está:

- a) no ponto mais alto da trajetória  
b) no ponto mais baixo

**Resp: a) 13,9 N; b) 33,5 N**