

Física I

Semana 07 - Aula 1

Lei de Newton e atrito

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Forças de atrito:

- ***Força de contato:*** quando dois corpos interagem por contato (toque) direto entre suas superfícies.

Forças de atrito:

- ***Força de contato***: quando dois corpos interagem por contato (toque) direto entre suas superfícies.
- A força normal é um exemplo de força de contato.

Forças de atrito:

- ***Força de contato***: quando dois corpos interagem por contato (toque) direto entre suas superfícies.
- A força normal é um exemplo de força de contato.
- Nesta aula, examinaremos outra força de contato, que é a força de atrito.

Forças de atrito:

- O atrito é importante em muitos aspectos de nossa vida cotidiana.
- Se não fosse o atrito entre os pneus do carro e o solo, não poderíamos dirigir um carro nem fazer curvas.

Forças de atrito:

- O atrito é importante em muitos aspectos de nossa vida cotidiana.
- Se não fosse o atrito entre os pneus do carro e o solo, não poderíamos dirigir um carro nem fazer curvas.
- O atrito pode ser do tipo estático ou do tipo cinético.

Forças de atrito:

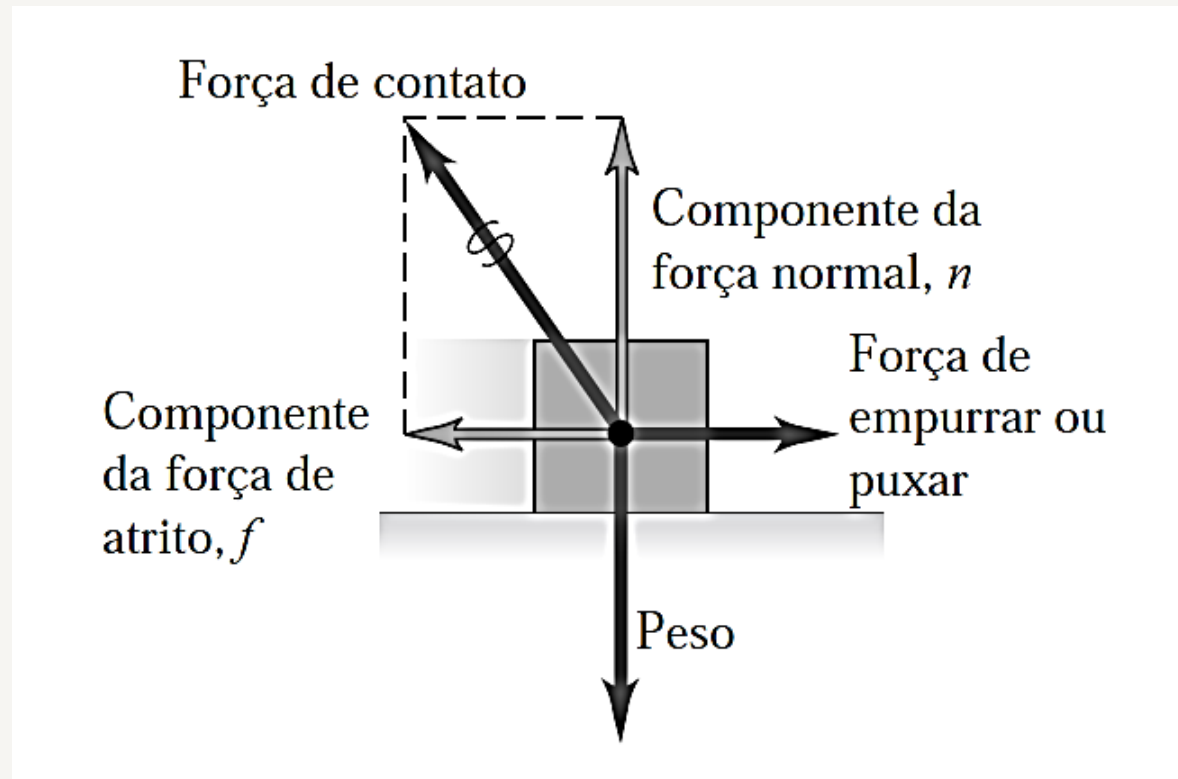


Figura 5.17 Quando um bloco é empurrado ou puxado ao longo de uma superfície, esta exerce uma força de contato sobre o bloco.

Fonte: Sears e Zemansky

Força de atrito

- O módulo da força de atrito cinético geralmente cresce quando a força normal cresce.

Força de atrito

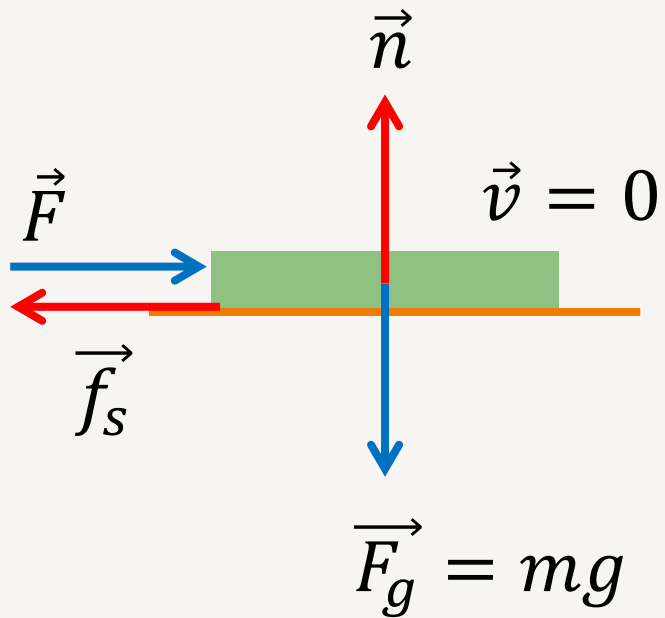
- O módulo da força de atrito cinético geralmente cresce quando a força normal cresce.
- Em muitos casos, verifica-se experimentalmente que o módulo da **força de atrito cinético** f_c é proporcional ao módulo n da força normal.

Força de atrito

- O módulo da força de atrito cinético geralmente cresce quando a força normal cresce.
- Em muitos casos, verifica-se experimentalmente que o módulo da **força de atrito cinético** f_c é proporcional ao módulo n da força normal.
- A força de atrito quando não existe movimento relativo é denominada **força de atrito estático** f_s

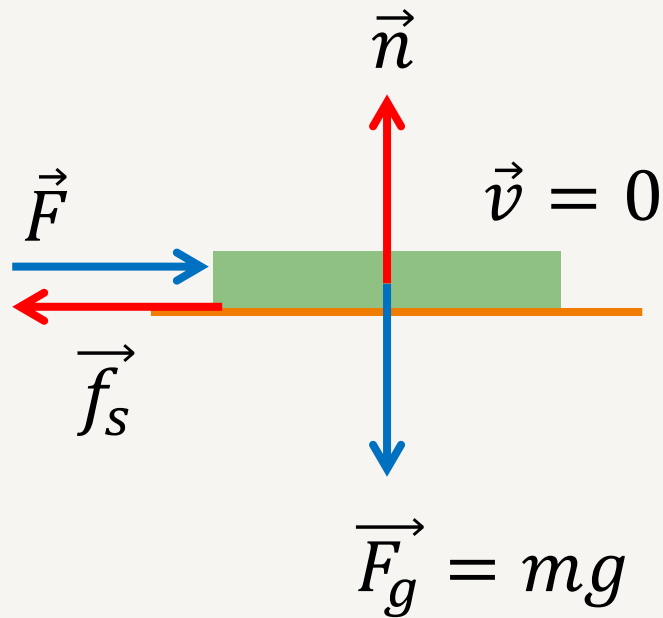
Força de atrito

Aplicação de uma força sobre um livro em repouso:

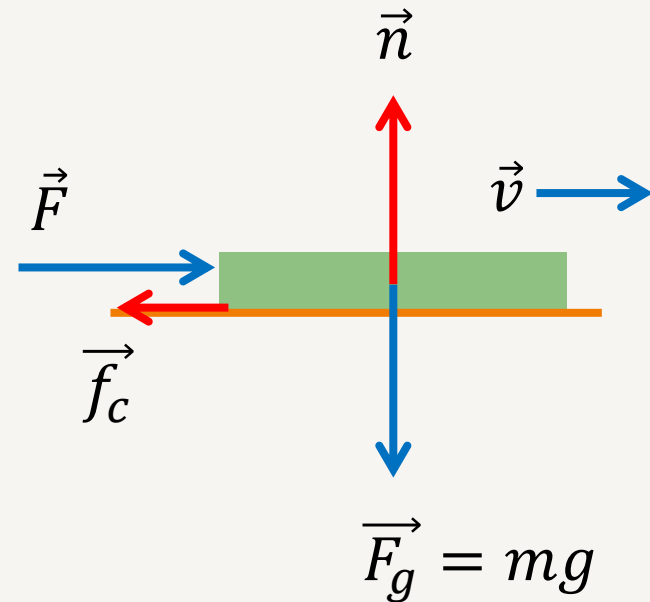


Força de atrito

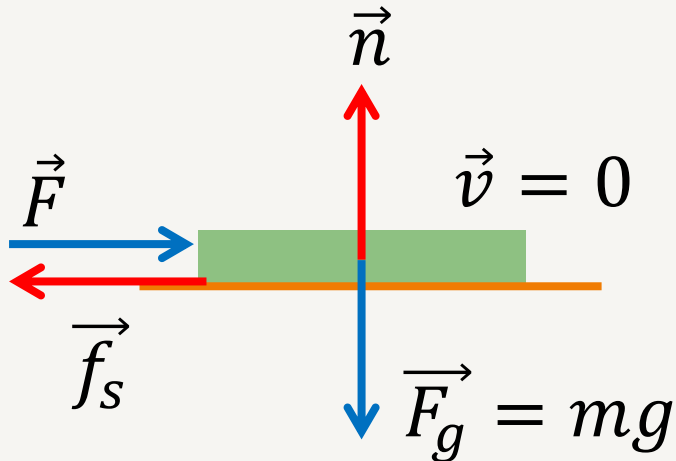
Aplicação de uma força sobre um livro em repouso:



Ao adquirir velocidade a resistência ao movimento diminui:



Força de atrito



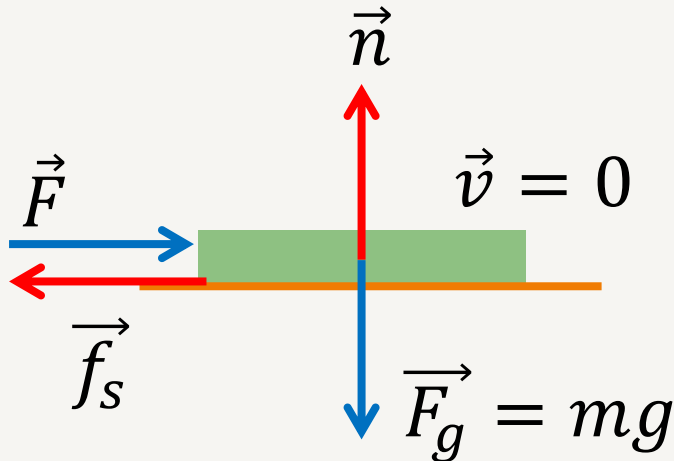
$$f_s \leq \mu_s n$$

n : força normal;

f_s : força de atrito estático;

μ_s : coeficiente de atrito
estático.

Força de atrito

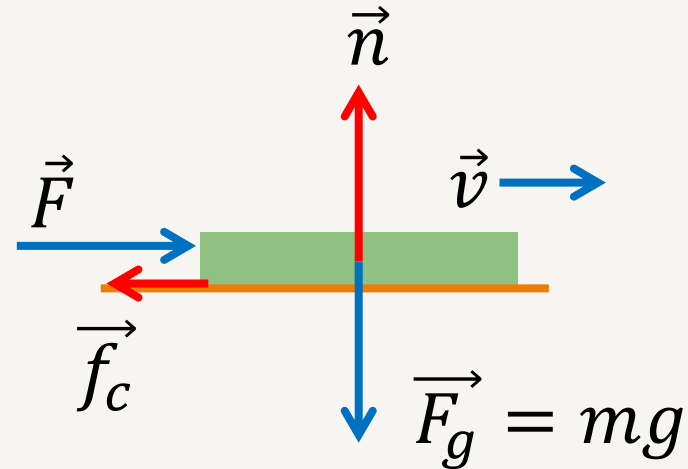


$$f_s \leq \mu_s n$$

n : força normal;

f_s : força de atrito estático;

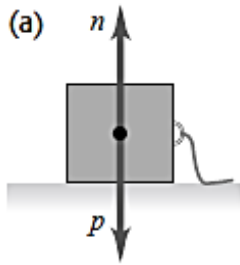
μ_s : coeficiente de atrito estático.



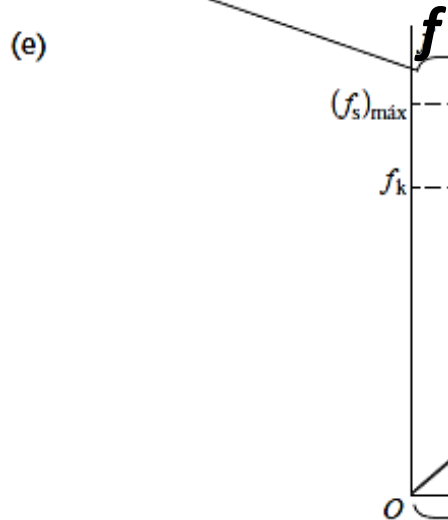
$$f_c = \mu_c n$$

f_c : força de atrito cinético;

μ_c : coeficiente de atrito cinético.



Nenhuma força aplicada,
calxa em repouso.
Nenhum atrito:
 $f_s = 0$



T

Figura 5.19 (a), (b), (c) força de atrito estático (d) força de atrito cinético (e) Um gráfico do módulo f da força de atrito em função do módulo da força aplicada T .

Fonte: Sears e Zemansky

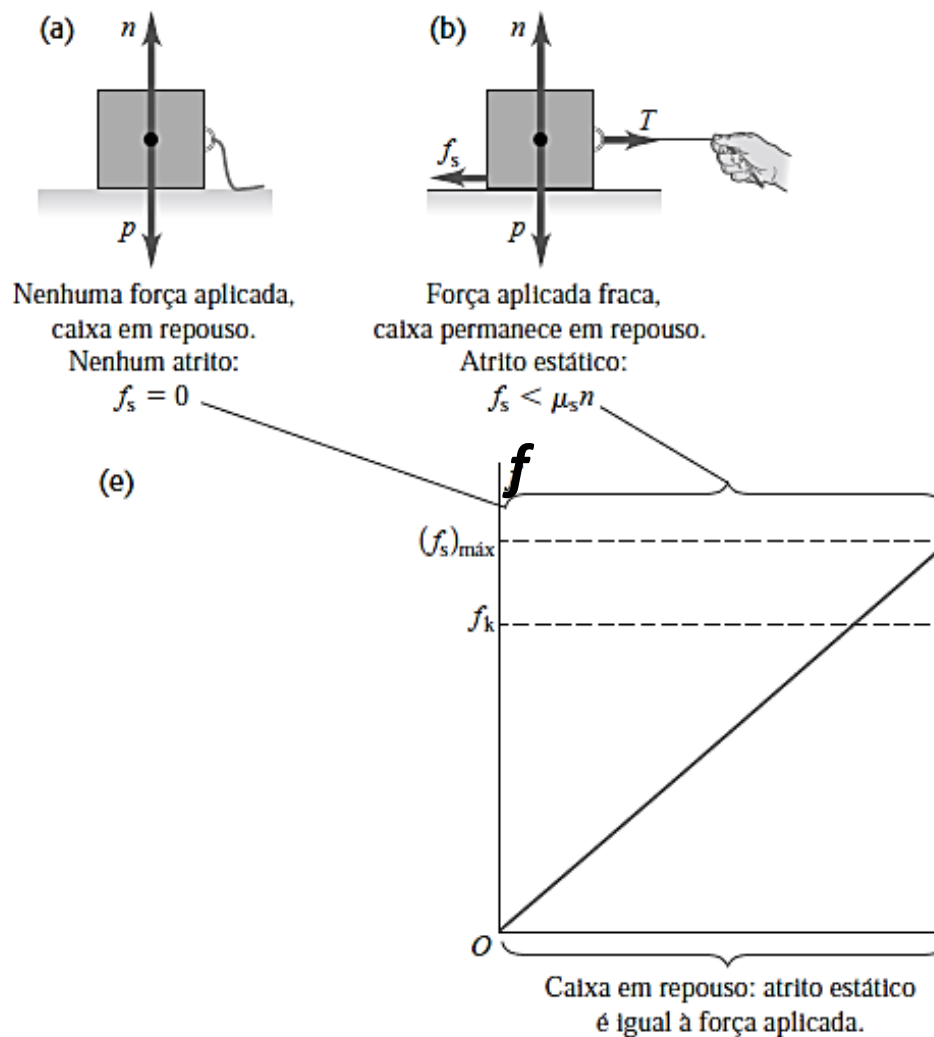


Figura 5.19 (a), (b), (c) força de atrito estático (d) força de atrito cinético (e) Um gráfico do módulo f da força de atrito em função do módulo da força aplicada T .

Fonte: Sears e Zemansky

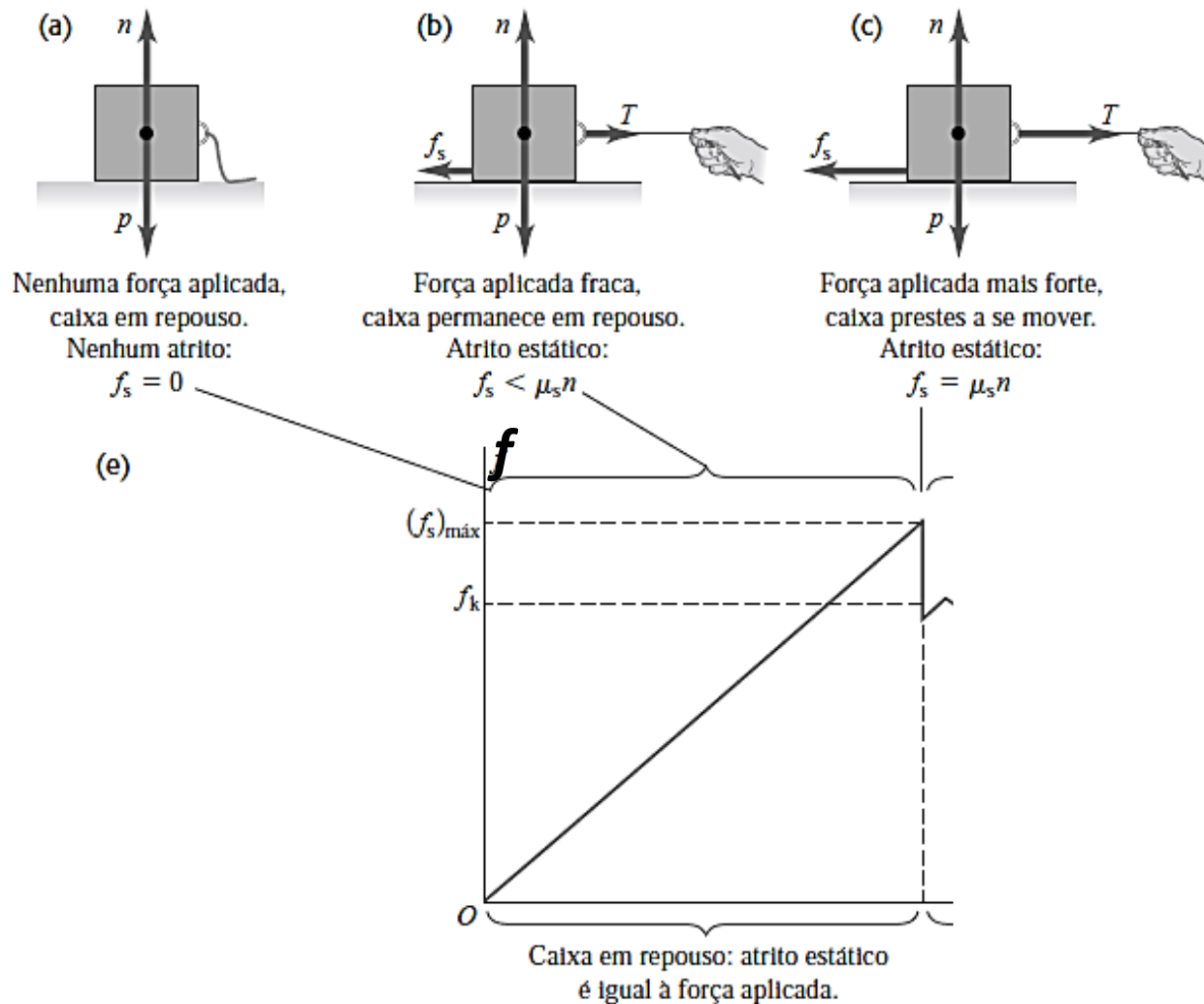


Figura 5.19 (a), (b), (c) força de atrito estático (d) força de atrito cinético (e) Um gráfico do módulo f da força de atrito em função do módulo da força aplicada T .

Fonte: Sears e Zemansky

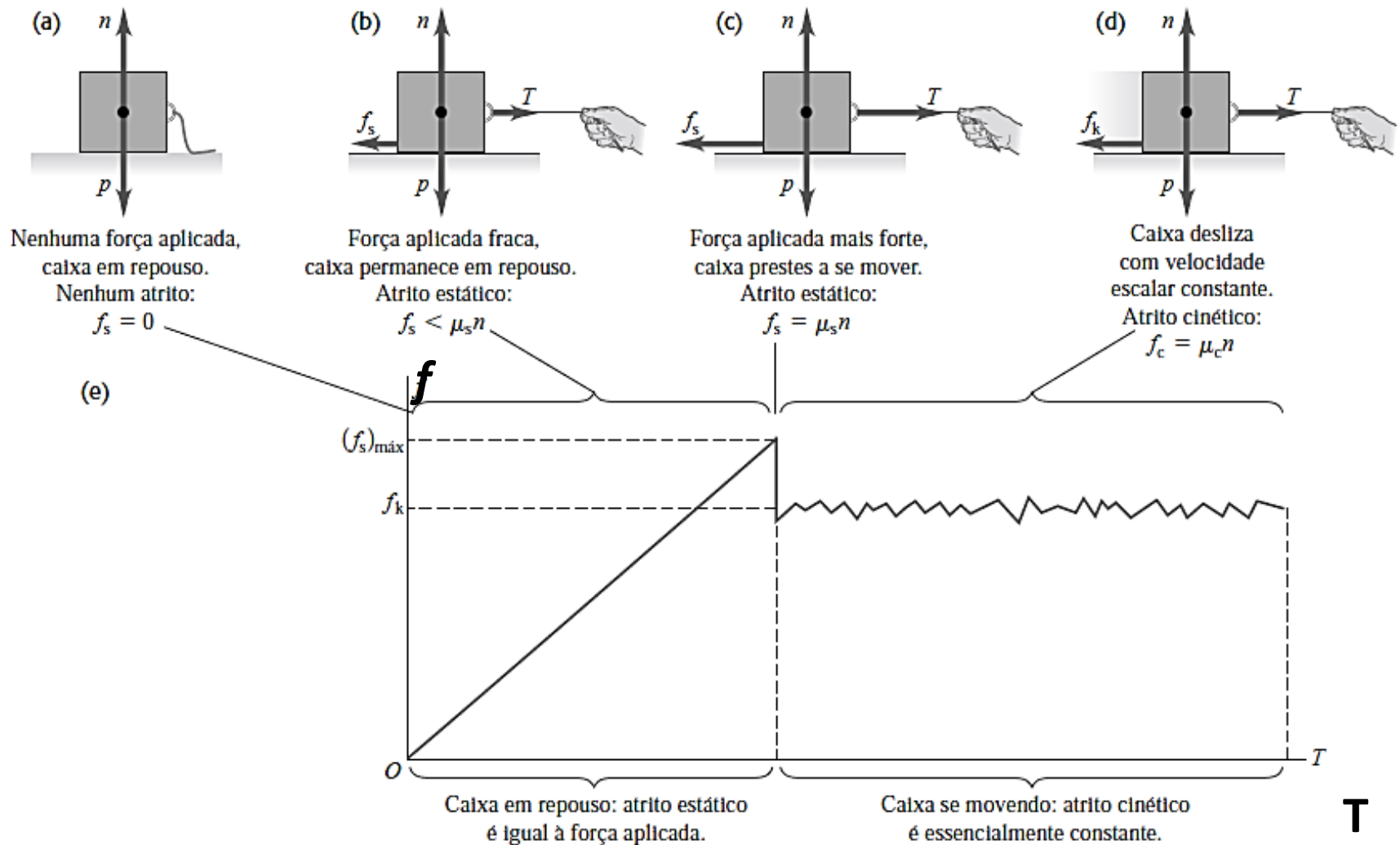


Figura 5.19 (a), (b), (c) força de atrito estático (d) força de atrito cinético (e) Um gráfico do módulo f da força de atrito em função do módulo da força aplicada T .

Fonte: Sears e Zemansky

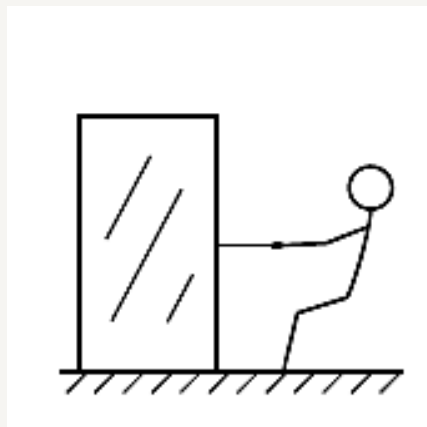
Aplicações das leis de Newton

Exemplo 5.13

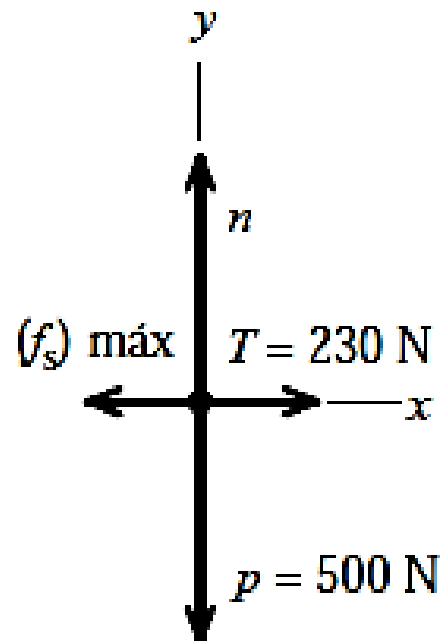
Você está tentando mover um engradado de **500 N** sobre um piso plano. Para iniciar o movimento, você precisa aplicar uma **força horizontal** de módulo igual a **230 N**. **Depois da 'quebra do vínculo'** e de iniciado o movimento, você necessita apenas de **200 N para manter o movimento** com velocidade constante.

Qual é o coeficiente de atrito estático e o coeficiente de atrito cinético?

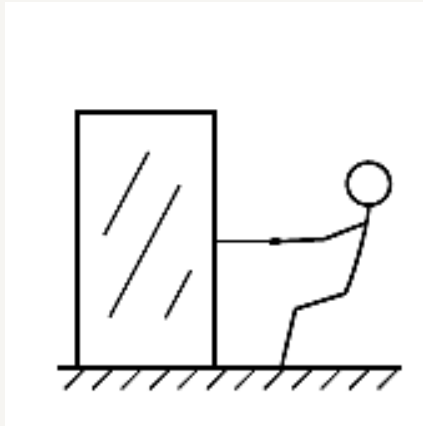
Exemplo 5.13



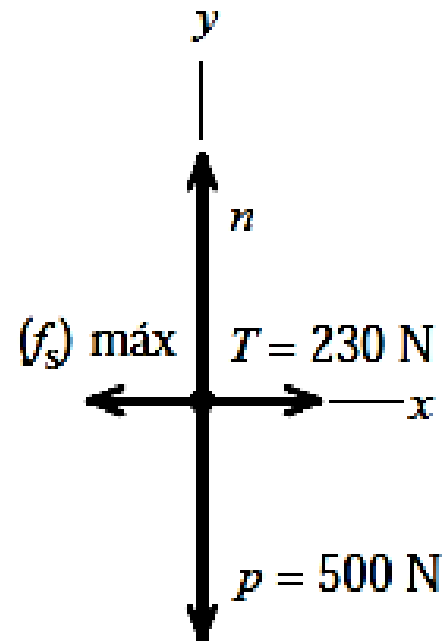
(b) Diagrama do corpo livre para o engradado um instante antes de ele começar a se mover.



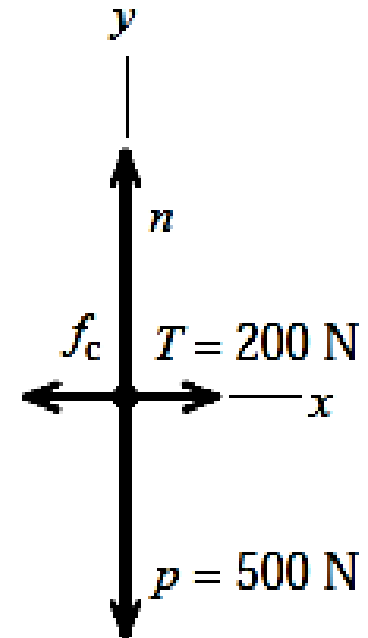
Exemplo 5.13



(b) Diagrama do corpo livre para o engradado um instante antes de ele começar a se mover.



(c) Diagrama do corpo livre para o engradado se movendo a uma velocidade escalar constante.



Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_s \text{ max}) = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} =$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = \mathbf{0,46}$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_c = \mu_c n$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_c = \mu_c n \quad \Rightarrow \quad \mu_c = \frac{f_c}{n} = \frac{200}{500} =$$

Exemplo 1 - Resolução

Um instante antes do engradado se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_{s \max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_{s \max} = 230 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = \mu_s n \quad \Rightarrow \quad \mu_s = \frac{f_{s \max}}{n} = \frac{230}{500} = 0,46$$

Depois que começa a se mover

$$\sum F_x = 0 \quad T + (-f_c) = 0 \quad \Rightarrow \quad T = f_c = 200 \text{ N}$$

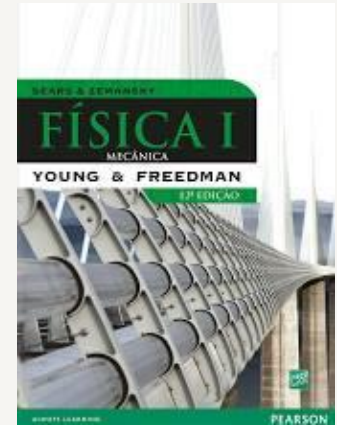
$$\sum F_y = 0 \quad n + (-p) = 0 \quad \Rightarrow \quad n = p = 500 \text{ N}$$

$$f_c = \mu_c n \quad \Rightarrow \quad \mu_c = \frac{f_c}{n} = \frac{200}{500} = \mathbf{0,40}$$

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



Contatos



profhenriquefaria.com



henrique.faria@unesp.br