



UENF

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Física Geral I – 1º semestre de 2022

2^{as} e 4^{as} (16:00 às 18:00) – Auditório CC

Cap. 6: Força e movimento - II

Cap. 5

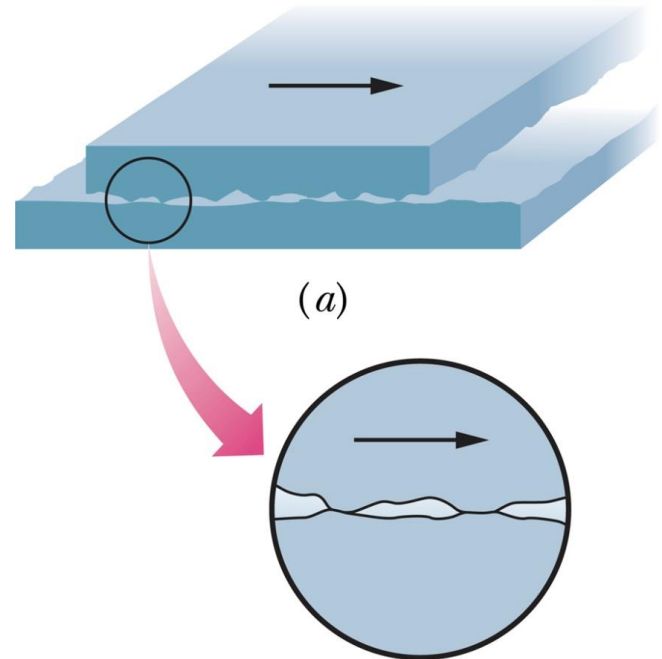
- Leis de Newton
- Algumas forças especiais
- Peso
- Força Normal
- Tração (tensão)
- Força de Atrito
- Força de Arraste
- Força Centrípeta

• Força de Atrito

Força de contato entre dois corpos que é paralela às suas superfícies e contrária ao movimento (ou à sua tendência) relativo entre eles.”

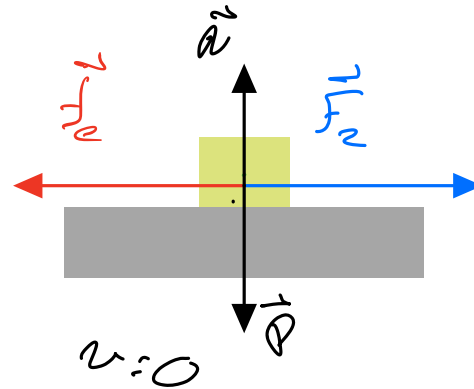
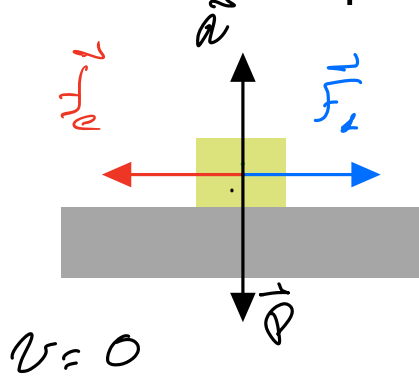
★ Dois tipos:

- Estático
- Cinético



• Força de Atrito

Estático → Depende do “estímulo”



$$f_{e,MAX} \propto N$$

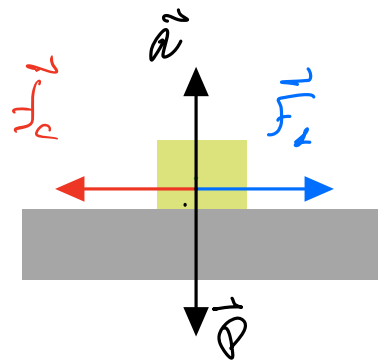
\Rightarrow

$$f_{e,MAX} = \mu_e N$$

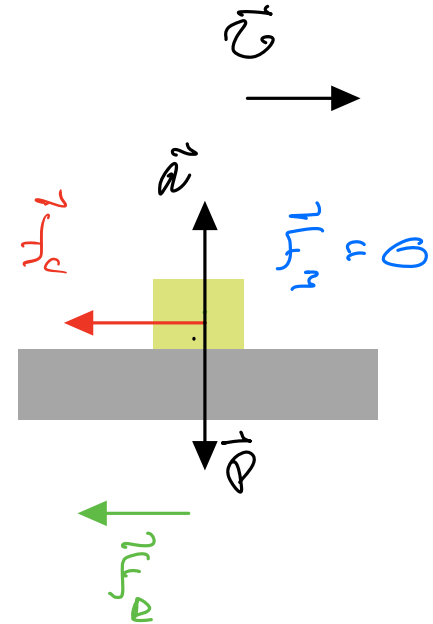
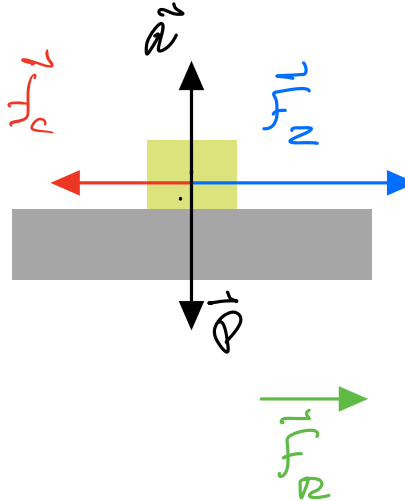
COEF. ATRITO ESTÁTICO

• Força de Atrito

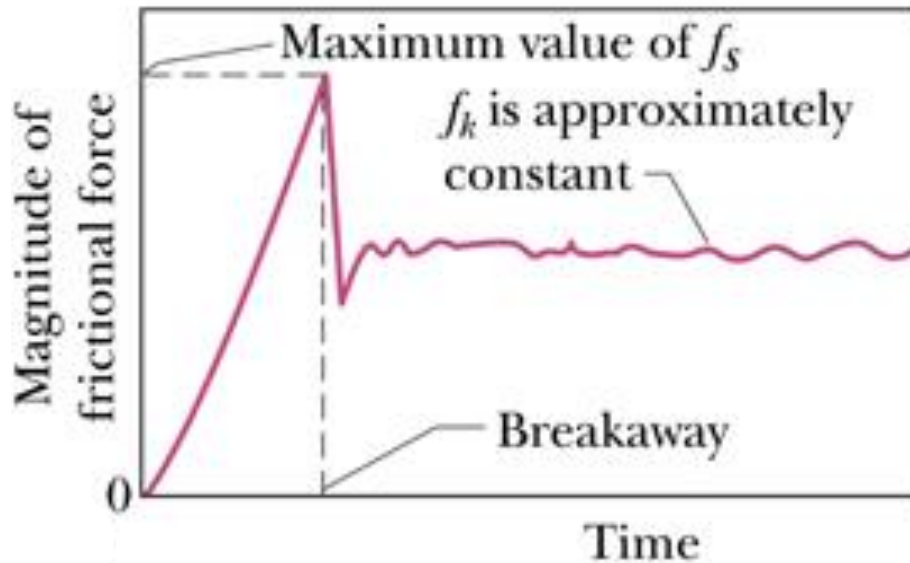
Cinético → Constante



N constante



$$f_c \propto N \Rightarrow f_c = \underbrace{\mu_c}_{\text{COEF. ATRITO CINÉTICO}} N$$

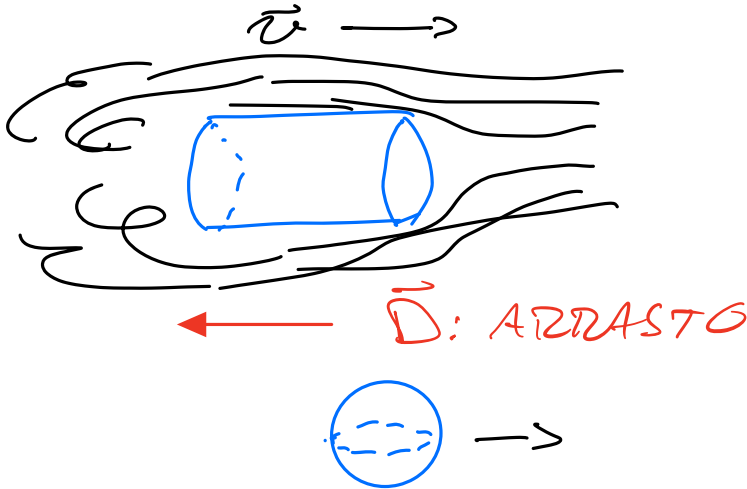


Coeficientes de atrito

- Em geral $\mu_e > \mu_c$
- São adimensionais
- São característicos para cada par de corpos
- $\mu_{e,c} < 1$

• Força de Arrasto

Quando existe uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo, este experimenta uma força de arraste que se opõe ao movimento.



$$D \propto \rho; D \propto A; D \propto v^2$$

- **Força de Arrasto**

Quando existe uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo, este experimenta uma força de arraste que se opõe ao movimento.

$$D = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

velocidade

área da seção reta

densidade

coeficiente de arraste

- **Força de Arrasto**

$$F = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

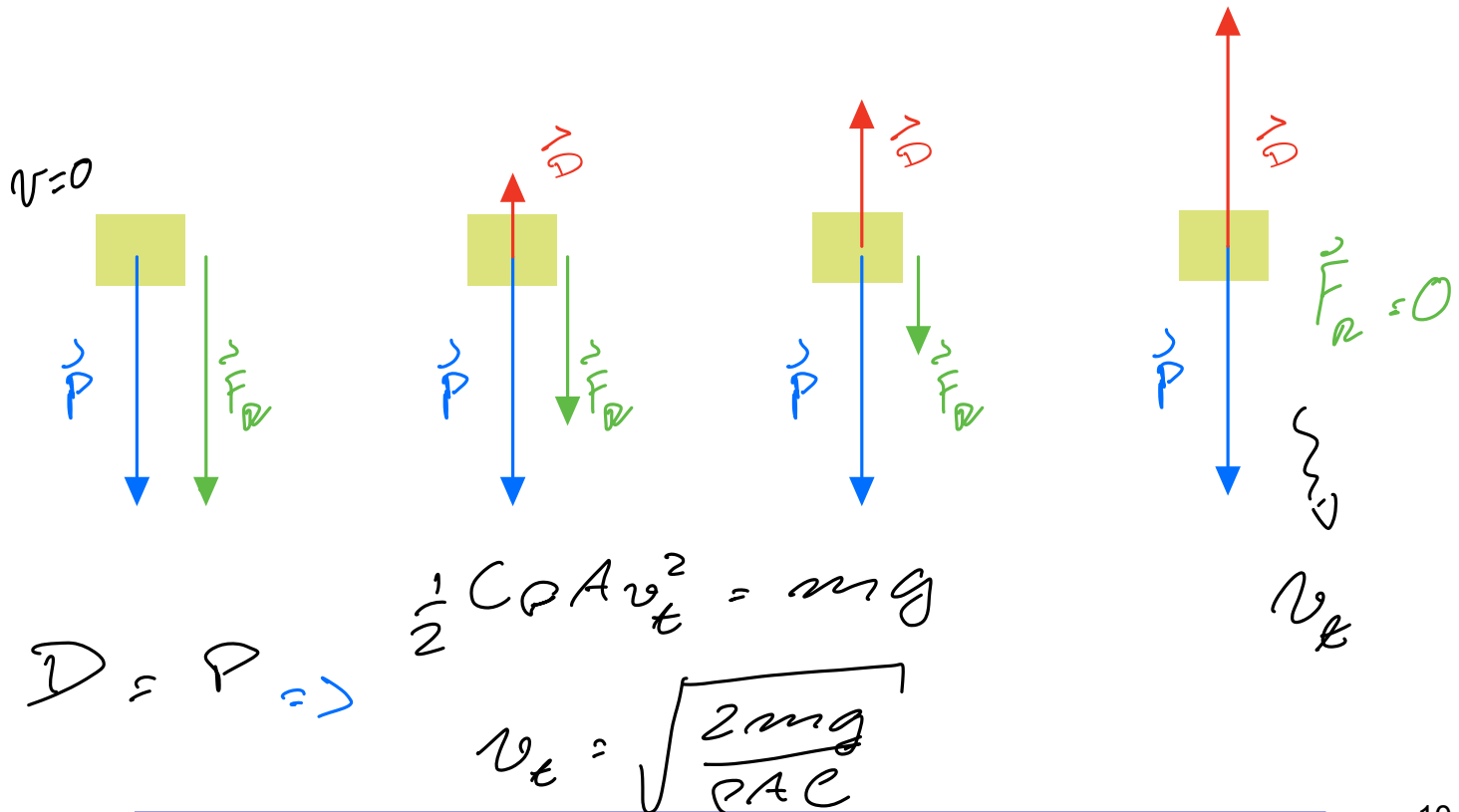
★ Descrição do movimento \Rightarrow Equação diferencial

★ Velocidade terminal (limite)



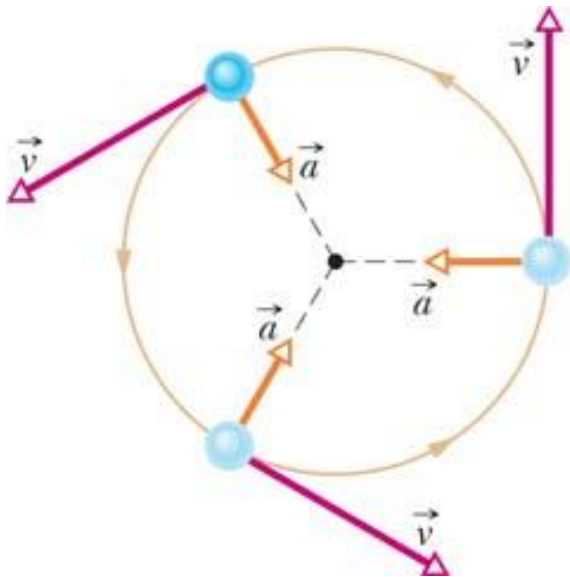
• Força de Arrasto

★ Velocidade terminal (limite)



• Força Centrípeta

★ Movimento circular uniforme $\Rightarrow |\vec{v}|$ é constante



$\vec{a} \rightarrow$ Aceleração centrípeta

Pela 2ª Lei de Newton:

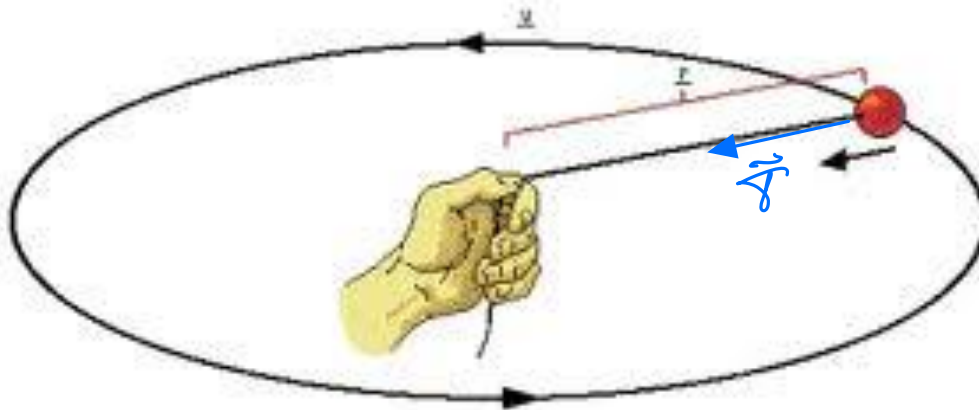
$$F_c = \frac{mv^2}{R}$$

$\vec{F}_c \rightarrow$ Força centrípeta

- **Força Centrípeta**

★ Diversas tipos de força atuam como força centrípeta

Exemplo

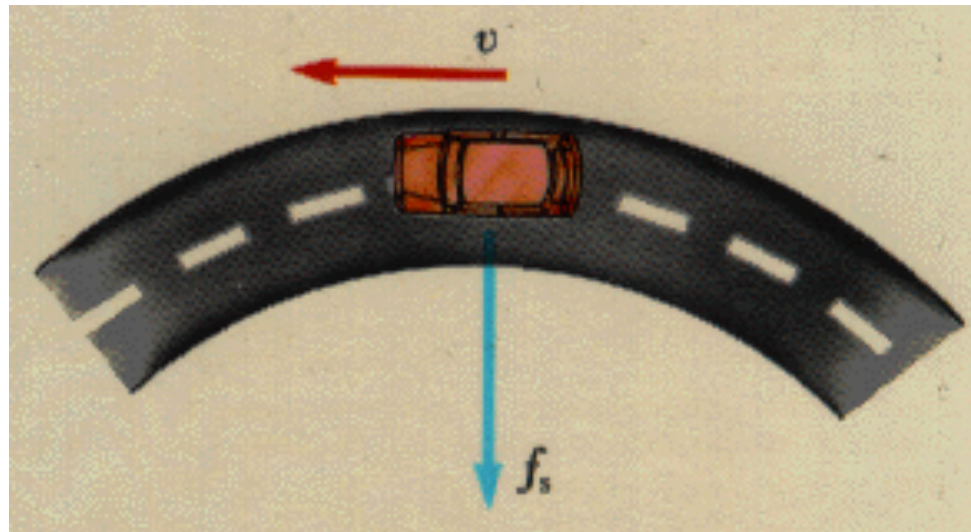
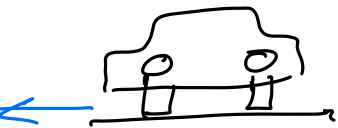


$\vec{F}_c \rightarrow$ Tração

• Força Centrípeta

★ Diversas tipos de força atuam como força centrípeta

Exemplo

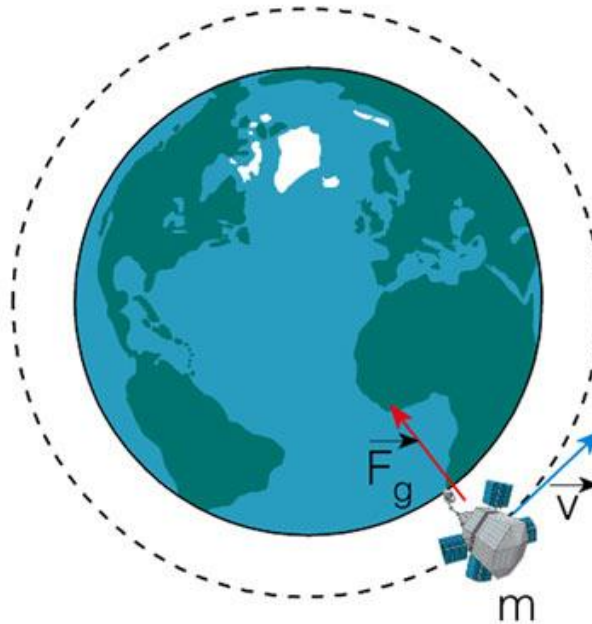


$\vec{F}_c \rightarrow$ Força de Atrito (ESTÁTICO)

- **Força Centrípeta**

★ Diversas tipos de força atuam como força centrípeta

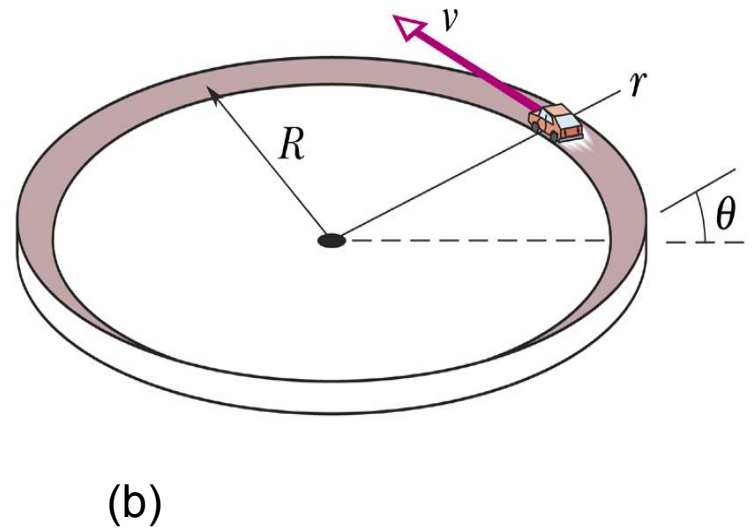
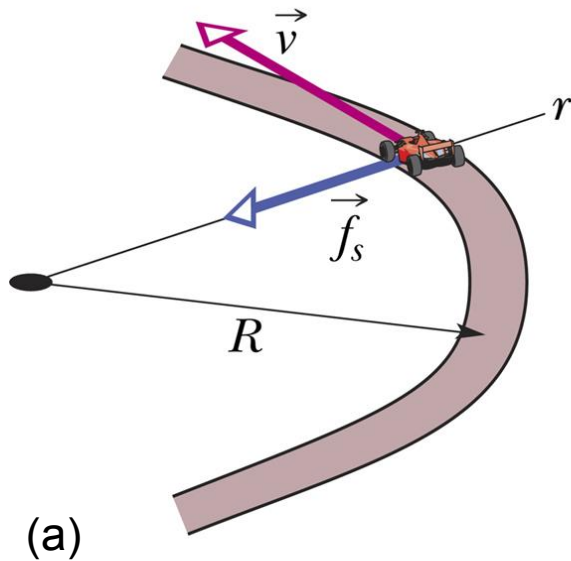
Exemplo



$\vec{F}_c \rightarrow$ Força gravitacional

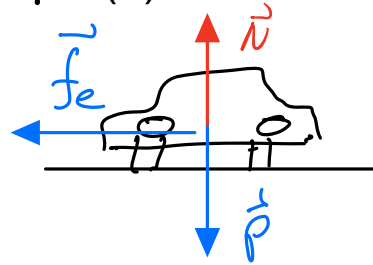
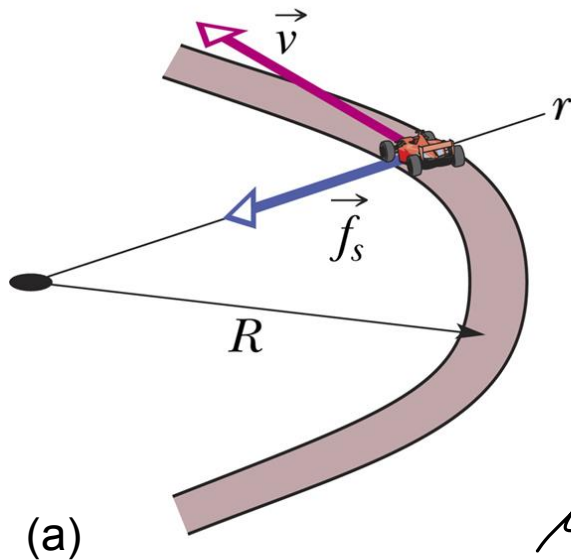
Exemplos 6-10 e 6-11 (4ª ed.):

Dados: $m = 1.600 \text{ kg}$; $v = 20 \text{ m/s}$; $R = 190 \text{ m}$. Para que o carro faça a curva, (a) qual o mínimo valor de μ ? (b) Na ausência de atrito, qual o mínimo ângulo θ ?



Exemplos 6-10 e 6-11 (4ª ed.):

Dados: $m = 1.600 \text{ kg}$; $v = 20 \text{ m/s}$; $R = 190 \text{ m}$. Para que o carro faça a curva, **(a) qual o mínimo valor de μ ?** (b) Na ausência de atrito, qual o mínimo ângulo θ ?



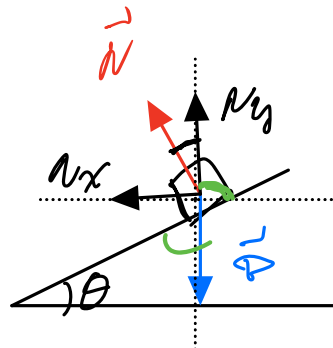
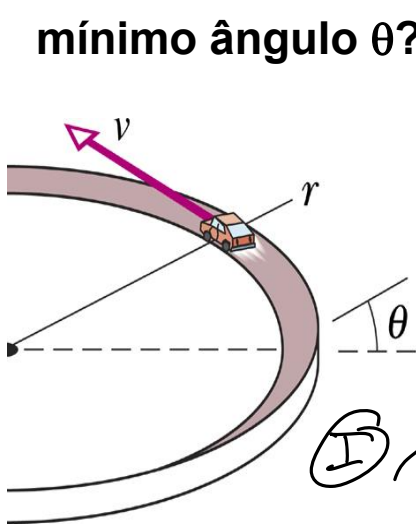
$$f_{e, \max} = \frac{mv^2}{R}$$

$$\mu_e N = \mu_e mg = \frac{mv^2}{R}$$

$$\mu_e = \frac{v^2}{gR} = \frac{(20)^2}{9,8 \cdot 190} = 0,21$$

Exemplos 6-10 e 6-11 (4ª ed.):

Dados: $m = 1.600 \text{ kg}$; $v = 20 \text{ m/s}$; $R = 190 \text{ m}$. Para que o carro faça a curva, (a) qual o mínimo valor de μ ? **(b) Na ausência de atrito, qual o mínimo ângulo θ ?**



$$N_x = N \sin \theta = \frac{mv^2}{R} \quad \textcircled{I}$$

$$N_y = mg$$

$$N \cos \theta = mg \quad \textcircled{II}$$

①/②:

(b)
$$\frac{N \sin \theta}{N \cos \theta} = \frac{mv^2}{mgR} \Rightarrow \tan \theta = \frac{v^2}{gR}; \theta = \tan^{-1}(0,21) = 12^\circ$$