

FORÇA DE ATRITO



Atrito



Fonte: <http://www.ufpa.br>



FORÇA DE ATRITO



FORÇA DE ATRITO



FORÇA DE ATRITO



FORÇA DE ATRITO

Wood

©1998 Science Joy Wagon

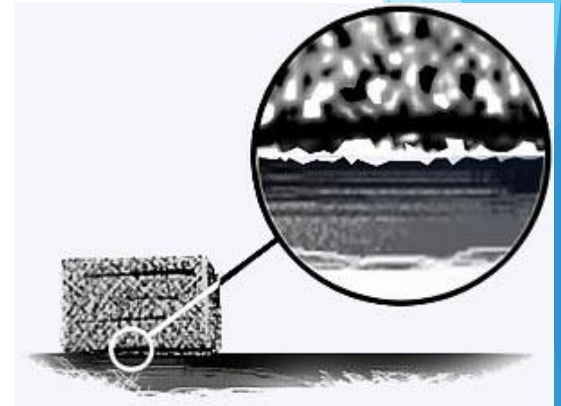
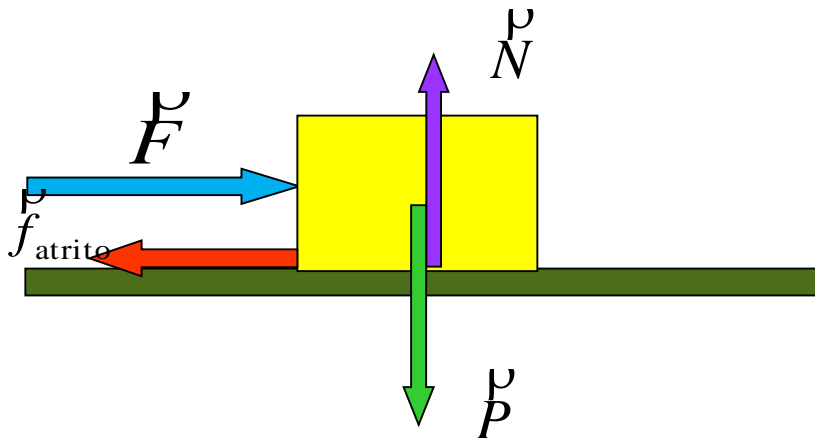
- O que é força de atrito?
- Força de atrito estático e coeficiente de atrito estático
- Força de atrito cinético e coeficiente de atrito cinético

O QUE É A FORÇA DE ATRITO (OU FORÇA DE FRICÇÃO)?

As forças de atrito são forças contrárias ao movimento

Wood

©1998 Science Joy Wagon



As forças de atrito nos permitem caminhar, correr e são necessárias para o movimento de veículos sobre rodas

Uma roda de tração motora empurra o chão para trás para que o carro se mova para a frente.



Ao caminhar, seu pé está exercendo uma força para frente, enquanto o atrito estático entre seu pé e o chão exerce uma força para trás, devido a essa força de atrito estático é possível você se deslocar para frente.



FORÇA DE ATRITO

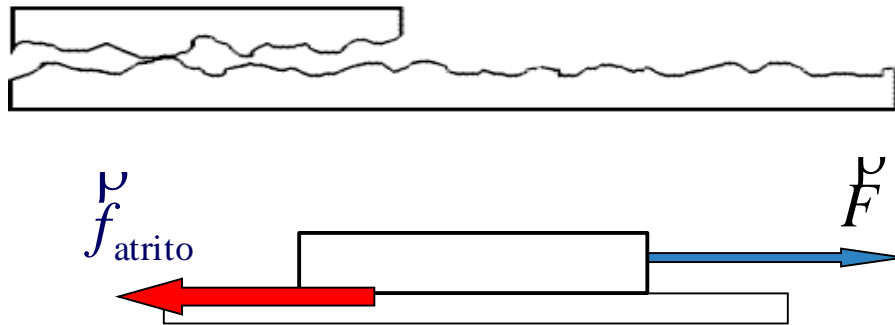
Leonardo da Vinci (1452-1519): um dos primeiros a reconhecer a importância do atrito no funcionamento das máquinas.

As leis de atrito de Leonardo da Vinci:

- 1) a área de contacto não tem influência sobre o atrito.
- 2) dobrando-se a carga de um objeto, o atrito também é dobrado.

Guillaume Amontons (1663-1705): redescoberta das leis de Leonardo da Vinci

O atrito é devido à rugosidade das superfícies



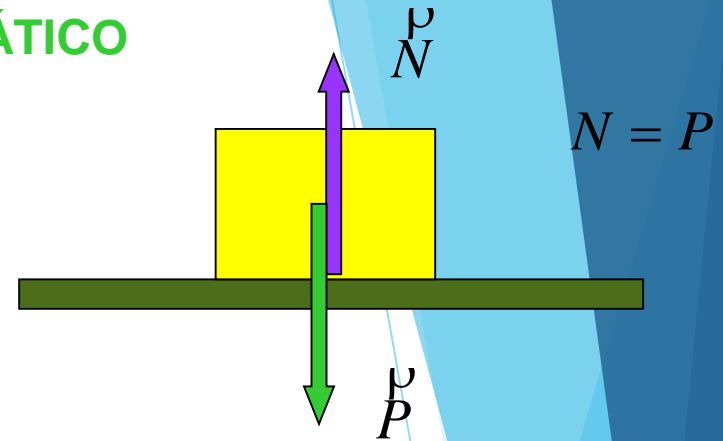
Charles August Coulomb (1736-1806): o atrito cinético é proporcional à força normal e independente da velocidade:

Lei de Amontons-Coulomb: $|f_{\text{atrito}}| = \mu |N|$

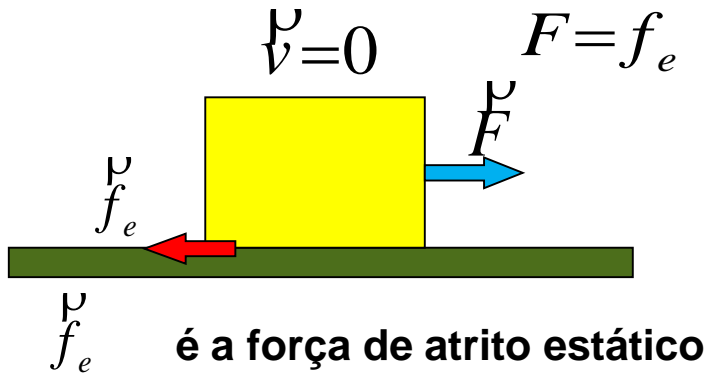
FORÇA DE ATRITO ESTÁTICO

O corpo está em repouso e temos somente forças na vertical

Força Normal \vec{N} e o Peso $\vec{P} = m\vec{g}$

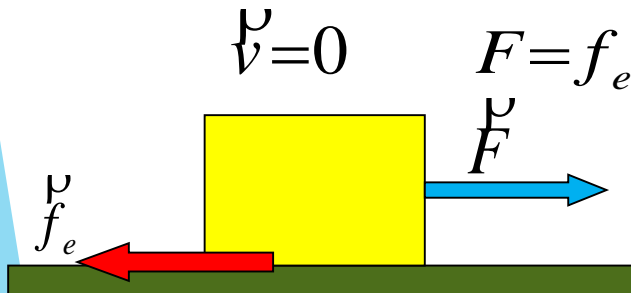


Aplicamos uma força horizontal \vec{F} sobre o corpo

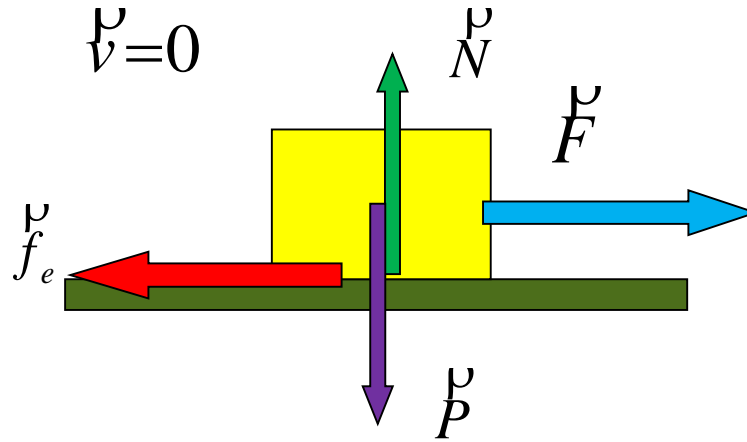


Se o corpo é puxado, mas não consegue escorregar na superfície, significa que ele sofreu a ação de uma força de atrito que impede seu movimento

Aumentamos a força →



Aumentamos novamente a força →



A força de atrito estático é máxima quando o corpo está quase a deslizar

$$f_{e(\text{máximo})} = \mu_e N$$

$$0 \leq f_e \leq \mu_e N$$

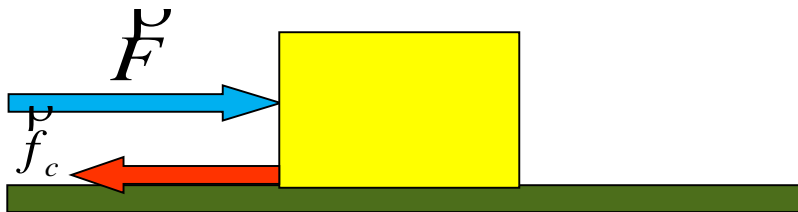
μ_e é o coeficiente de atrito estático

FORÇA DE ATRITO CINÉTICO

Wood

©1998 Science Joy Wagon

O corpo está em movimento com velocidade $\vec{v} \neq 0$



$$f_c = \mu_c N$$

f_c é a força de atrito cinético

μ_c é o coeficiente de atrito cinético

$$F - f_c = ma$$

A força de atrito sobre um corpo tem sempre sentido oposto ao seu movimento.

Geralmente $\mu_e > \mu_c$

- **Os coeficientes de atrito dependem das duas superfícies envolvidas**
- **O coeficiente de atrito cinético independe da velocidade relativa das superfícies**

Observação: A força de arraste (que é uma força de atrito) num fluido, ao contrário do que acontece com a força de atrito que estamos tratando na mecânica, é uma força dependente da velocidade.

Este assunto será tratado na mecânica dos fluidos !

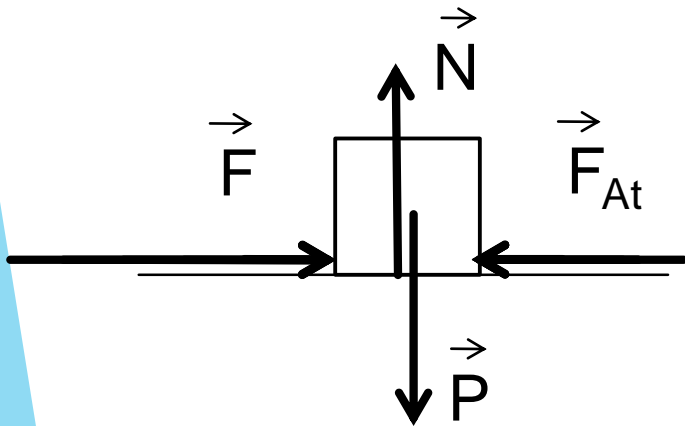
Força de Atrito Estático - Sem deslizamento!

Força de Atrito Estático **Máxima**

$$F_{Ae.máx} = \mu_e \cdot N$$

Força de Atrito Cinético ou Dinâmico - Deslizando!

$$F_{Ac} = \mu_c \cdot N$$



F (N)	F _{at} (N)
0	0
1,0	1,0
2,0	2,0
3,0	<u>3,0</u>
4,0	2,5
5,0	2,5

Tentando derrapar!

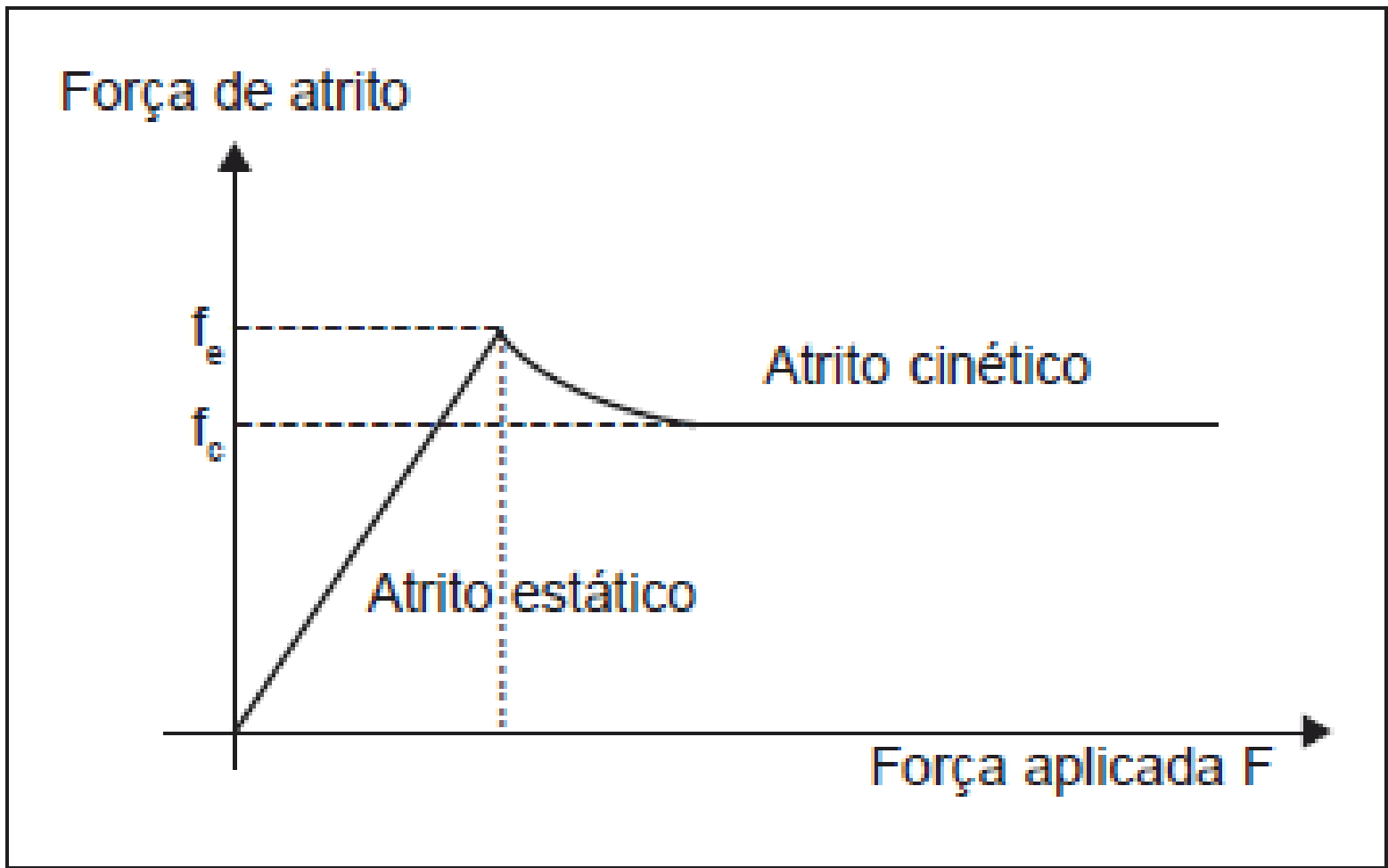
\vec{F}_{Ae}

$$F_{Ae.máx} = 3,0N$$

\vec{F}_{Ac}

Derrapando!

COMPORTAMENTO GRÁFICO DA FORÇA DE ATRITO



COEFICIENTES DE ATRITO

Material das duas superfícies	μ_e	μ_c
Aço / aço	0,74	0,57
Alumínio / aço	0,61	0,47
Cobre / aço	0,53	0,36
Madeira / madeira	0,25-0,50	0,20
Vidro / vidro	0,94	0,40
Metal / metal (lubrificado)	0,15	0,06
Gelo / gelo	0,10	0,03
juntas de ossos	0,01	0,003