

Forças de Atrito

1- Introdução

Podemos perceber a existência da força de atrito e entender as suas características através de uma experiência muito simples. Tomemos uma caixa bem grande, colocada no solo, contendo madeira. Podemos até imaginar que, à menor força aplicada, ela se deslocará. Isso, no entanto, não ocorre. Quando a caixa ficar mais leve, à medida que formos retirando a madeira, atingiremos um ponto no qual conseguiremos movimentá-la. A dificuldade de mover a caixa é devida ao surgimento da força de atrito F_{at} entre o solo e a caixa.



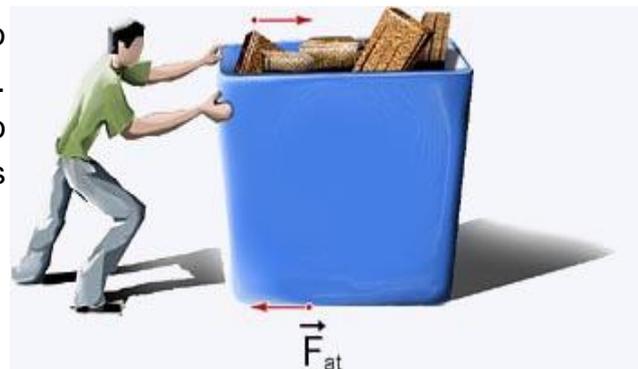
Várias experiências como essa levam-nos às seguintes propriedades da força de atrito (direção, sentido e módulo):

Direção

As forças de atrito resultantes do contato entre os dois corpos sólidos são forças tangenciais à superfície de contato. No exemplo acima, a direção da força de atrito é dada pela direção horizontal. Por exemplo, ela não aparecerá se você levantar a caixa.

Sentido

A força de atrito tende sempre a se opor ao movimento relativo das superfícies em contato. Assim, o sentido da força de atrito é sempre o sentido contrário ao movimento relativo das superfícies.



Módulo

Sobre o módulo da força de atrito cabem aqui alguns esclarecimentos: enquanto a força que empurra a caixa for pequena, o valor do módulo da força de atrito é igual à força que empurra a caixa. Ela anula o efeito da força aplicada.

Uma vez iniciado o movimento, o módulo da força de atrito é proporcional à força (de reação) do plano-N.

Escrevemos:

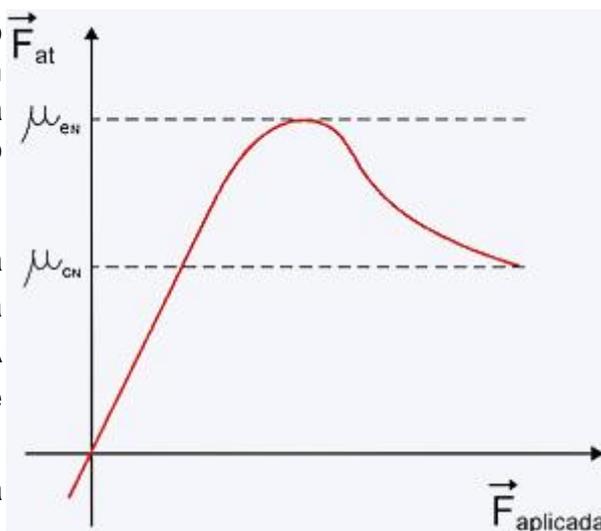
$$F_{at} = \mu \cdot N$$

O coeficiente μ é conhecido como coeficiente de atrito. Como a força de atrito será tanto maior quanto maior for μ , vê-se que ele expressa propriedades das superfícies em contato (da sua rugosidade, por exemplo). Em geral, devemos considerar dois coeficientes de atrito: um chamado cinemático μ_c e outro, estático, μ_e . Em geral, $\mu_e > \mu_c$, refletindo o fato de que a força de atrito é ligeiramente maior quando o corpo está a ponto de se deslocar (atrito estático) do que quando ela está em movimento (atrito cinemático).

O fato de a força de atrito ser proporcional à força de reação normal representa a observação de que é mais fácil empurrar uma caixa à medida que a vamos esvaziando. Representa também por que fica mais difícil empurrá-la depois que alguém se senta sobre ela (ao aumentar o peso N também aumenta).

Podemos resumir o comportamento do módulo da força de atrito em função de uma força externa aplicada a um corpo, a partir do gráfico ao lado.

Note-se nesse gráfico que, para uma pequena força aplicada ao corpo, a força de atrito é igual à mesma. A força de atrito surge tão somente para impedir o movimento. Ou seja, ela surge para anular a força aplicada. No entanto, isso vale até um certo ponto. Quando o módulo da força aplicada for maior do que



$$F_{at}^e = \mu_e N$$

o corpo se desloca. Esse é o valor máximo atingido pela força de atrito. Quando o corpo se desloca, a força de atrito diminui, se mantém constante e o seu valor é

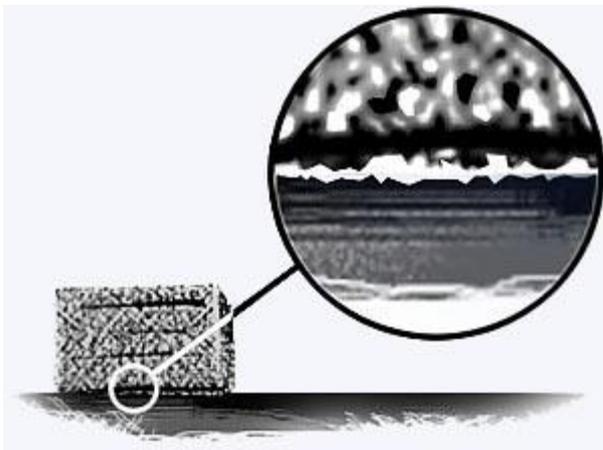
$$F_{at}^e = \mu_c N$$

2- Origem da força de atrito

A força de atrito se origina, em última análise, de forças interatômicas, ou seja, da força de interação entre os átomos.

Quando as superfícies estão em contato, criam-se pontos de aderência ou colagem (ou ainda solda) entre as superfícies. É o resultado da força atrativa entre os átomos próximos uns dos outros.

Se as superfícies forem muito rugosas, a força de atrito é grande porque a rugosidade pode favorecer o aparecimento de vários pontos de aderência, como mostra a figura abaixo.



Isso dificulta o deslizamento de uma superfície sobre a outra. Assim, a eliminação das imperfeições (polindo as superfícies) diminui o atrito. Mas isto funciona até um certo ponto. À medida que a superfície for ficando mais e mais lisa o atrito aumenta. Aumenta-se, no polimento, o número de pontos de "solda". Aumentamos o número de átomos que interagem entre si. Pneus "carecas" reduzem o atrito e, por isso, devem ser substituídos. No entanto, pneus muito lisos (mas bem constituídos) são utilizados nos carros de corrida.

3- Força de atrito no cotidiano

A força de atrito é muito comum no nosso mundo físico. É ela que torna possível o movimento da grande maioria dos objetos que se movem apoiados sobre o solo. Vamos dar três exemplos:

Movimento dos animais

Os animais usam as patas ou os pés (o caso do homem) para se movimentar. O que esses membros fazem é comprimir o solo e forçá-lo ligeiramente para trás. Ao fazê-lo surge a força de atrito. Como ela é do contra (na direção contrária ao movimento), a força de atrito surge nas patas ou pés impulsionando os animais ou o homem para frente.

Movimento dos veículos a motor

As rodas dos veículos, cujo movimento é devido à queima de combustível do motor, são revestidas por pneus. A função dos pneus é tirar o máximo proveito possível da força de atrito (com o intuito de tirar esse proveito máximo, as equipes de carros de corrida trocam frequentemente os pneus).

Os pneus, acoplados às rodas, impulsionam a Terra para trás. O surgimento da força de atrito impulsiona o veículo para frente.

Quando aplicamos o freio vale o mesmo raciocínio anterior e a força de atrito atua agora no sentido contrário ao do movimento do veículo como um todo.

Impedindo a derrapagem

A força de atrito impede a derrapagem nas curvas, isto é, o deslizamento de uma superfície - dos pneus - sobre a outra (o asfalto).

Superaquecimento por atrito

Uma estrela cadente, apesar do nome, não emite luz própria. Muitas vezes são objetos do tamanho de um grão de areia que, ao entrar na atmosfera da Terra, se incendeia e se vaporiza pelo calor intenso causado pelo atrito com o ar. A energia liberada é tão grande que é possível enxergar a luminosidade a grandes distâncias.



Aquecimento por atrito

As naves espaciais são dotadas de estrutura adequada de materiais especiais para evitar a sua destruição no reingresso na atmosfera. O atrito causa um calor excessivo, que poderia ser fatal para os astronautas.

