

Instituto de Matemática, Estatística e Física



LEIS DE NEWTON E APLICAÇÕES II

Prof^a. Dra. Talissa Rodrigues

**Por que os objetos e/ou
corpos celestes pegam
fogo ao entrar na
atmosfera Terrestre?**



A atmosfera funciona como um “escudo de gases”. O atrito com esses gases e a combustão que ocorre com o aumento da concentração do oxigênio são os responsáveis pelo fenômeno.

Fonte: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/por-que-os-corpos-celestes-pegam-fogo-quando-entram-na-atmosfera/>



Quando movemos um objeto sobre uma superfície provocamos uma interação entre “os átomos” de ambos e, consequentemente, uma resistência ao movimento. Essa resistência é chamada de Atrito ou Força de atrito.



A Força de atrito é paralela à superfície e aponta sempre para o sentido de oposição à tendência do movimento.



Dividido em:

Atrito estático: responsável por equilibrar a força aplicada, mantendo o objeto imóvel.

Atrito cinético: responsável pela oposição ao movimento quando o objeto começa a se mover.

A intensidade do atrito cinético é menor que o atrito estático. Isso explica porque a força que moveu o objeto precisa ser reduzida para ele continuar com velocidade constante.



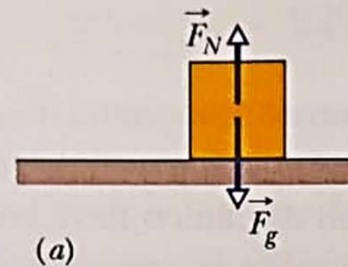
Figura 6-1 (a) As forças que agem sobre um bloco estacionário. (b–d) Uma força externa \vec{F} , aplicada ao bloco, é equilibrada por uma força de atrito estático \vec{f}_s .

Como não é aplicada nenhuma força horizontal, não há atrito e não há movimento.

A força aplicada \vec{F} é equilibrada pela força de \vec{f}_s . Não há movimento.

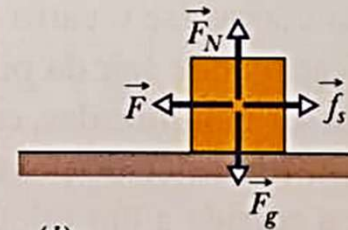
A força aplicada é maior, mas continua a ser equilibrada pela força de atrito. Não há movimento.

A força aplicada é ainda maior, mas continua a ser equilibrada pela força de atrito. Não há movimento.



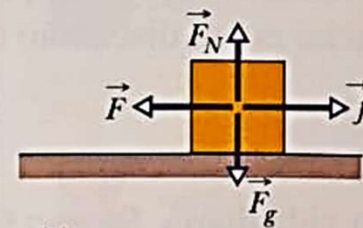
(a)

Força de atrito = 0



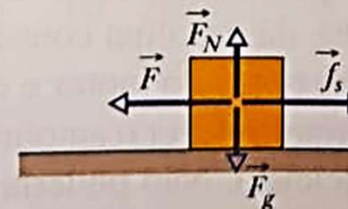
(b)

Força de atrito = F



(c)

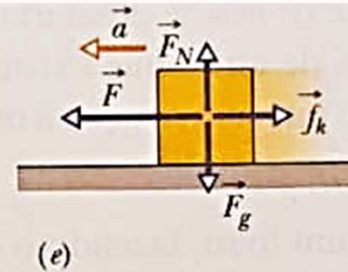
Força de atrito = F



(d)

Força de atrito = F

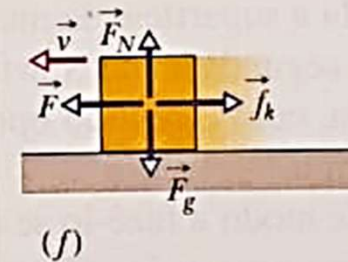
Finalmente, a força aplicada supera a força de atrito estático. O bloco começa a se mover e sofre uma aceleração.



Força de atrito cinético $< F$

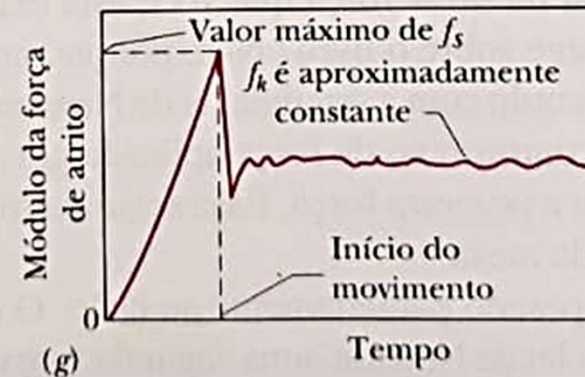
Figura 6-1 . Quando \vec{F} aumenta, f , também aumenta, até atingir um certo valor máximo. (e) O bloco então “se desprende”, acelerando subitamente na direção de \vec{F} . (f) Para que o bloco se mova com velocidade constante, é preciso reduzir o valor de F . (g) Alguns resultados experimentais para a sequência da (a) a (f).

Para manter a velocidade constante, é preciso reduzir a força aplicada, já que a força de atrito agora é menor.



A força de atrito cinético não muda

A força de atrito estático aumenta para equilibrar a força aplicada.

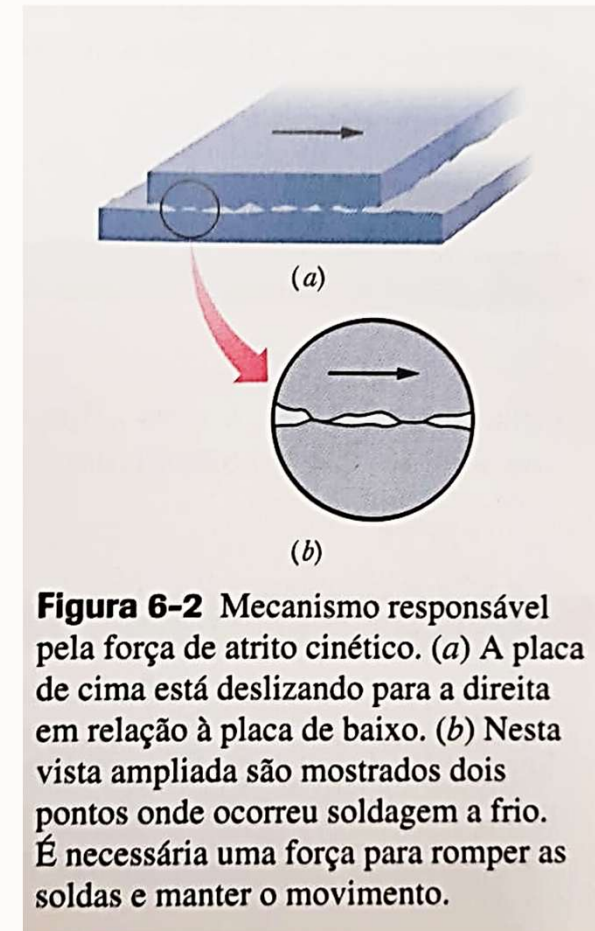


O valor da força de atrito cinético não depende da força aplicada.

Força de atrito

Representa uma soma vetorial de muitas forças que agem entre os pontos mais salientes de ambas as superfícies que estão em contato.

Processos repetitivos de aderência e deslizamento de uma superfície em relação à outra ocorrem “aos solavancos” e produzem sons desagradáveis, tais como, o cantar de pneus no asfalto, um ranjido, uma unha arranhando um quadro etc. Em alguns casos, podem produzir sons melódiosos, semelhante a um violino ou flauta.



PROPRIEDADES DO ATRITO

Se um corpo não se move, a força de atrito estático (F_e ou F_s) e a componente de F paralela à superfície se equilibram.

$F_{e \text{ máx}} = F$, mas o sentido é oposto.
 $F_{e \text{ máx}} < F$, o corpo começa a deslizar.

F_e (F_s) possui um valor máximo dado por:

$$F_{e \text{ máx}} = \mu_s F_N$$

Coeficiente de
atrito estático.

Quando o corpo começa a deslizar sobre uma superfície, o módulo da força de atrito reduz rapidamente para um valor F_c (F_k).

$$F_c = \mu_c F_N$$

Coeficiente de
atrito cinético.

**Os Coeficientes de atrito dependem das propriedades do corpo e da superfície.*



Plano Inclinado e as Forças

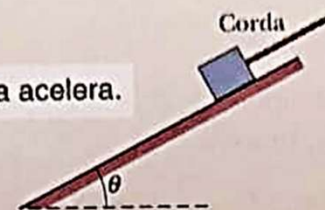
Sempre que houver uma situação de um corpo se movendo sobre um plano inclinado ou uma força com ângulo variável sendo aplicada sobre um corpo, se faz necessário decompor as forças envolvidas, identificando suas componentes.



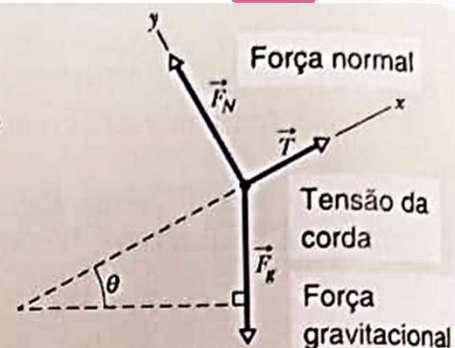


Figura 5-15 (a) Uma caixa sobe um plano inclinado, puxada por uma corda. (b) As três forças que agem sobre a caixa: a força da corda \vec{T} , a força gravitacional \vec{F}_g e a força normal \vec{F}_N . (c)–(i) As componentes de \vec{F}_g na direção do plano inclinado e na direção perpendicular.

A caixa acelera.

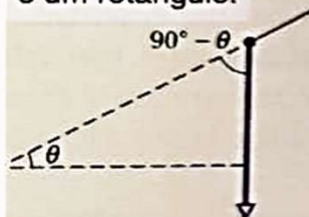


(a)



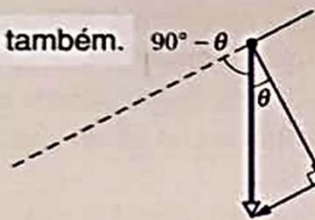
(b)

Este triângulo é um retângulo.



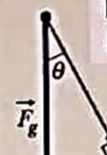
(c)

Este também.



(d)

Componente perpendicular de \vec{F}_g



(e)

Componente paralela de \vec{F}_g

Hipotenusa

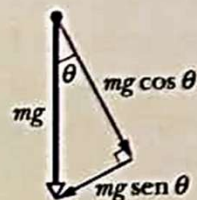


(f)

Cateto adjacente (use $\cos \theta$)

Cateto oposto (use $\sin \theta$)

A resultante dessas forças determina a aceleração.



(g)

$mg \sin \theta$

Componente em x!

(h)

Estas forças se cancelam.



(i)

Componente em y!

Corpo em um plano inclinado:

Situação em que a força está inclinada:

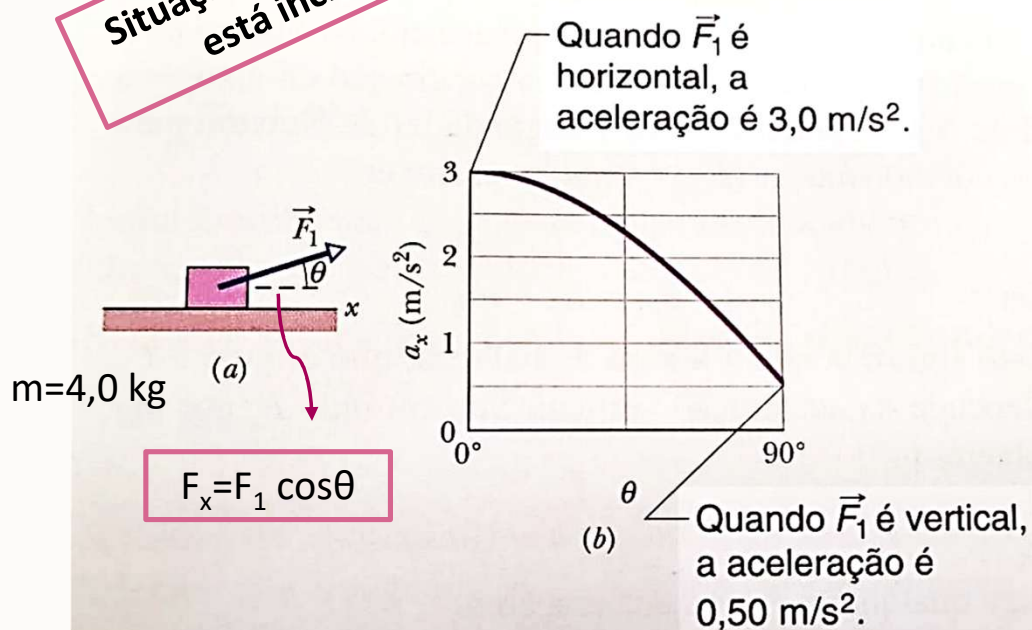


Figura 5-16 (a) Uma das duas forças aplicadas a um bloco. O ângulo θ pode variar. (b) Componente a_x da aceleração do bloco em função de θ .

força horizontal resultante é a soma das componentes horizontais das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 .

Cálculos Como a força \vec{F}_2 é horizontal, a componente x é F_2 . A componente x de \vec{F}_1 é $F_1 \cos \theta$. Usando essas expressões e uma massa m de $4,00 \text{ kg}$, podemos escrever a segunda lei de Newton ($\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$) para o movimento ao longo do eixo x na forma

$$F_1 \cos \theta + F_2 = 4,00a_x. \quad (5-25)$$

Essa equação mostra que para $\theta = 90^\circ$, $F_1 \cos \theta$ é zero e $F_2 = 4,00a_x$. De acordo com o gráfico, a aceleração correspondente é $0,50 \text{ m/s}^2$. Assim, $F_2 = 2,00 \text{ N}$ e o sentido de \vec{F}_2 é o sentido positivo do eixo x .

<https://www.youtube.com/watch?v=ChjO8HB1JU8>



Movimento Circular Uniforme

Quando estamos em uma trajetória de movimento circular, ficamos sujeitos a uma força centrípeta.



Força centrípeta

Acelera um corpo modificando a direção da sua velocidade sem mudar a velocidade escalar.

É constante em módulo, mas varia continuamente a direção, de modo a apontar sempre para o centro, assim como a aceleração centrípeta.

$$F_c = m \frac{v^2}{R}$$



Força de arrasto e velocidade terminal

Quando existe uma velocidade relativa entre um fluido e um corpo sólido, o corpo experimenta uma força de arrasto D que se opõe ao movimento relativo e é paralela à direção do movimento relativo do fluido

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

C : coeficiente de arrasto (não é constante e depende da velocidade);
 ρ : massa específica do ar;
 A : área da seção reta efetiva do corpo (área perpendicular ao v).



Quando reduzimos a área, consequentemente a força de arrasto reduz e a velocidade aumenta.

Quando um corpo cai a partir do repouso, a força de arrasto D produzida pela resistência do ar é dirigida para cima e seu módulo cresce gradualmente, a partir do zero, com o aumento da velocidade do corpo. A força D é oposta à força gravitacional!

$$F_{\text{res},y} = m a$$

$$D - F_g = ma,$$

Os esquiadores ficam em posição de ovo para minimizar a área de seção da reta efetiva.



Esta “estratégia”
também é aplicada
durante o salto de
paraquedas.

Quando D se iguala à Força gravitacional a aceleração se torna nula e o corpo cai com velocidade constante. Essa velocidade chamamos de Velocidade Terminal (v_t)

$$\frac{1}{2}C\rho A v_t^2 - F_g = 0,$$

$$v_t = \sqrt{\frac{2F_g}{C\rho A}}.$$

Velocidade
terminal



Obrigada!

Que a Física esteja com vocês!

Contato: talissa.trodrigues@gmail.com

