

FORÇA DE ATRITO (Fat)

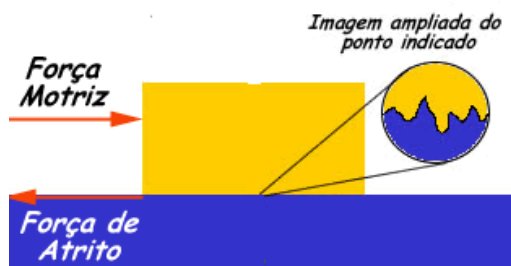
Até o momento, trabalhamos apenas sistemas ideais, ou seja, sem a existência de nenhuma espécie de atrito. Agora vamos conhecer a força de atrito e trabalhar com sistemas sujeitos a sua ação.

No nosso dia a dia, quando empurramos ou puxamos um corpo qualquer podemos perceber que existe uma certa resistência ao seu movimento, ou até mesmo que não conseguimos movimentá-lo. Esta resistência é exercida pela força de atrito.

A **força de atrito** é uma força de importância indiscutível. Sem ela, seria impossível você estar agora sentado lendo esse texto, pois já teria escorregado pela cadeira, não conseguiríamos andar, ou se por acaso um corpo fosse colocado em movimento, não seria possível pará-lo.

Mas, porque existe o atrito?

Para facilitar sua compreensão observe a figura abaixo.



Microscopicamente, quando um objeto desliza sobre uma superfície, o que acontece basicamente são soldas e quebras entre as partículas que constituem as superfícies que estão em contato.

Veja que aparentemente, as superfícies em contato parecem lisas, mas quando ampliamos uma região do contato, percebemos que elas possuem diversas irregularidades. Pois bem, estas irregularidades quando em contato, geram uma força que se opõe ao movimento entre as superfícies. É essa força que chamamos de força de atrito.

A partir do exemplo, concluímos que o atrito é uma força de resistência ao movimento relativo entre as superfícies em contato e que só existe porque as superfícies não são completamente lisas.

É importante também assinalar que a força de atrito depende da força de compressão que o objeto faz com a superfície de apoio (Força Normal). Então, fica fácil entender que quanto mais o objeto pressionar essa superfície, maior será a força de atrito.

Matematicamente podemos calcular a força de atrito a partir da seguinte equação:

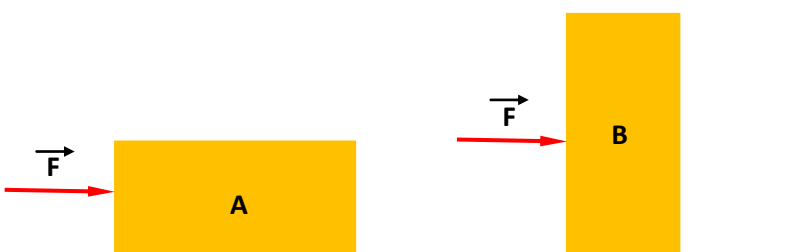
$$F_{at} = \mu \cdot N$$

Onde:

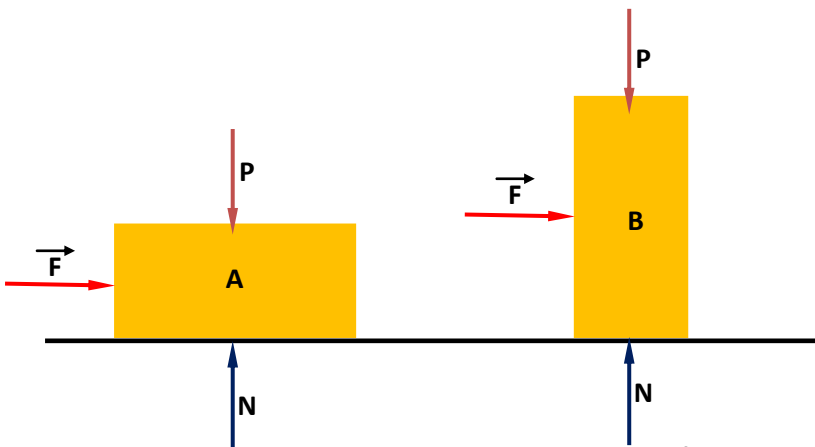
- μ (letra grega mi) é chamado de coeficiente de atrito que depende da natureza dos corpos em contato e do estado de polimento e lubrificação da superfície. Essa é uma grandeza adimensional, ou seja, ela não tem unidade.

- N é a força de compressão normal entre as superfícies em contato.

Outro dia, um aluno me fez uma pergunta bastante interessante sobre o atrito, ele perguntou se a força de atrito depende da área de contato entre os corpos. O nosso senso comum nos faria pensar que sim, quanto maior a área de contato, maior a intensidade da força de atrito entre as superfícies em contato. Mas, isso não é verdade e podemos provar de uma maneira muito simples através do exemplo a seguir, onde temos dois corpos iguais em contato com a mesma superfície, porém, com áreas de contatos diferentes, e sujeitos à ação da mesma força motora F



Se colocarmos todas as forças que atuam sobre eles teremos:



Com base na equação que permite determinar a força de atrito, $F_{at} = \mu \cdot N$ podemos perceber que nos dois casos, como as superfícies em contato são as mesmas, o coeficiente de atrito é o mesmo e como não existe movimento em relação a vertical, o Peso e a Normal se equilibram ($P = N$). Sendo assim, como nos dois casos $\mu_A = \mu_B$ e $N_A = N_B$, então as forças de atrito nas duas situações são iguais, ou seja: para superfícies rígidas, a força de atrito não depende da área de contato.

Mas, e se a superfície não for rígida? Façamos um exercício mental: quando você está em um carro em movimento com a janela aberta e coloca a mão do lado de fora, pode sentir a resistência causada pelo ar não é verdade? Pois bem, pense no que acontece quando coloca a mão aberta (espalmada) ou paralela ao chão. Pensou? Você não percebe que com a mão espalmada a resistência do ar é maior? Então, quer dizer que em relação ao ar, quanto maior a área de contato, maior a intensidade da força de atrito. Isto ocorre porque em superfícies gasosas como o ar, ou líquidas ou pastosas, o corpo não só se desloca, como também desloca com ele parte desse meio.

Com base no exposto, podemos dizer que em superfícies líquidas, pastosas ou gasosas, quanto maior a área de contato, maior a força de atrito.

Basicamente, existem dois tipos de força de atrito: força de atrito estático e força de atrito cinético. Tanto um quanto o outro estão sempre contrários à tendência de movimento ou à movimentação dos corpos.

Força de Atrito Estático

Representado por F_{ATe} , é a força de atrito entre duas superfícies em repouso desde que entre elas tenha uma tendência ao movimento. Por exemplo, quando queremos trocar um móvel da sala de lugar, percebemos que em alguns casos ele não se movimenta, pois a força que imprimimos sobre ele não é suficiente para tirá-lo do estado de repouso. O que acontece é que a força de atrito estático máximo é maior que a força que aplicamos sobre o móvel. Essa força que aparece quando os corpos estão em repouso é chamada de força de atrito estático.

É fácil perceber que essa força de atrito tem intensidade variável. Por exemplo, imagine que você aplicou uma força de 80N sobre o sofá. Se ele não se mover é porque o atrito também vale 80N. Se você aumentar essa força para 90N e ele continuar imóvel, é porque o atrito também aumentou para 90N e assim continuará até que o sofá entre em movimento. Sendo assim, chegamos a conclusão que apesar do atrito estático variar com a força aplicada, ele deve ter um valor máximo que, se for ultrapassado, acarretará no movimento do objeto. Esse atrito máximo recebe o nome de *atrito de destaque* e é determinado pela seguinte equação matemática.

$$F_{ate} = \mu_e \cdot N$$

Onde μ_e é o coeficiente de atrito estático e N é a força Normal.

Força de Atrito Cinético ou dinâmico

Conforme acabamos de verificar, quando a força aplicada sobre o corpo for maior que a força de atrito de destaque, este entrará em movimento. A partir desse momento, o atrito deixa de ser estático para se tornar cinético, ou seja, o atrito cinético é o atrito que ocorre quando os corpos estão em movimento sendo contrário à movimentação dos corpos. Por exemplo, quando um carro está se locomovendo em uma estrada e precisa frear o carro bruscamente, o carro para, no entanto esse fato só é possibilitado em razão da força de atrito, contrária ao movimento do carro, existente entre os pneus e o asfalto. Matematicamente, temos que a força de atrito cinético é escrita da seguinte forma:

$$F_{\text{atc}} = \mu_c \cdot N$$

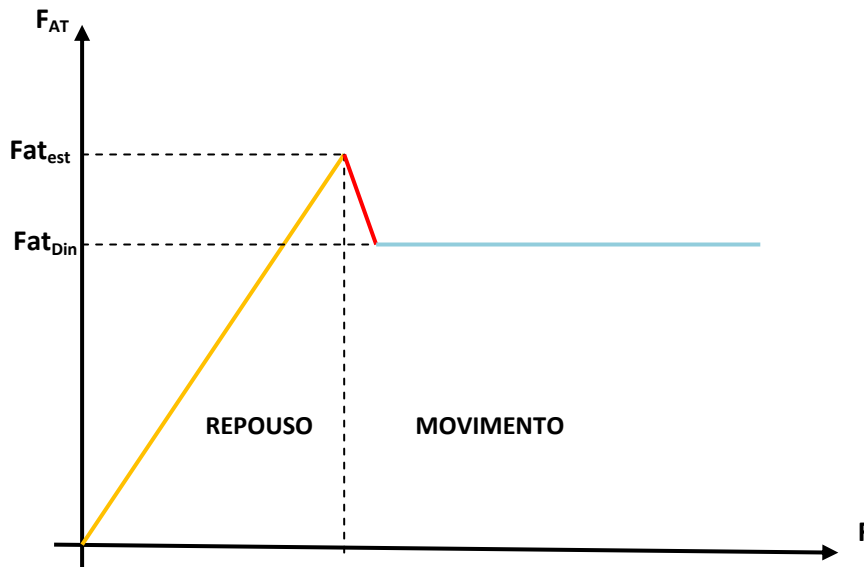
Onde μ_c é chamado de coeficiente de atrito cinético.

O atrito dinâmico é considerado constante e tem intensidade menor que o atrito de destaque ($F_{\text{at e Max}}$.)

Na figura temos representadas uma força motriz F e força de atrito que atuam sobre o corpo.



Com base nesta situação e com o que acabamos de ver em relação aos atritos estático e dinâmico, temos o seguinte gráfico das forças de atrito F_{at} em função da força ($F \times F_{\text{AT}}$).

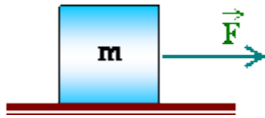


Com base nele podemos concluir:

- Para que um corpo entre em movimento, é necessário aplicar sobre ele uma força maior que o atrito estático máximo
- Depois que este corpo entra em movimento, passa a atuar sobre ele o atrito dinâmico. Dessa forma, ele só vai retardar seu movimento (até parar), se a força aplicada for menor que o atrito dinâmico
- Se a força aplicada sobre o corpo for igual ao atrito dinâmico, o corpo fica em MRU.

Exercício resolvido

1-Dado, na figura abaixo, que $g = 10 \text{ m/s}^2$, $m = 20 \text{ kg}$, coeficiente de atrito estático = 0,3, coeficiente de atrito dinâmico = 0,2.

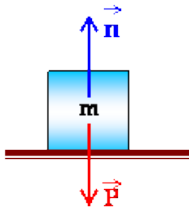


Verifique se o bloco entra ou não entra em movimento nos casos:

- a) $F = 40 \text{ N}$
- b) $F = 60 \text{ N}$
- c) $F = 80 \text{ N}$

RESOLUÇÃO

1) Calcule a reação normal;



$$N = P \implies N = 200 \text{ N}$$

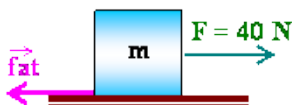
2) Calcule a força de atrito estático;

$$F_{\text{at}} = \mu_e \cdot N$$

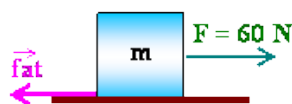
$$\text{Temos: } F_{\text{AT}} = 0,3 \cdot 200 = \mathbf{60 \text{ N}}$$

3) Compare os valores da força \vec{F} e a força de atrito estático.

a) $F_{\text{AT}} > F$, portanto o bloco não entra em movimento, $F_{\text{AT}} = 40 \text{ N}$.

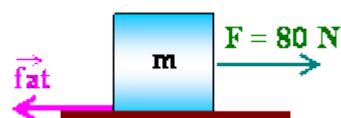


b) $F_{\text{AT}} = F$, portanto o bloco não entra em movimento, $F_{\text{AT}} = 60 \text{ N}$.



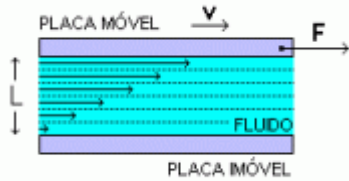
c) $F_{\text{AT}} < F$, portanto o bloco entra em movimento. Como o bloco está em movimento, temos que calcular a força de atrito dinâmico.

$$F_{\text{at}} = \mu_d \cdot N \implies F_{\text{AT}} = 0,2 \cdot 200 = \mathbf{40 \text{ N}}$$



LEITURA COMPLEMENTAR I

Força de Atrito Viscoso

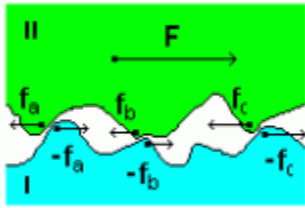


A força de resistência que aparece durante o movimento de um corpo em um fluido depende da forma do corpo, da sua velocidade em relação ao fluido e da viscosidade do fluido. Também entre duas superfícies em movimento relativo separadas por uma fina película contínua de fluido existe atrito viscoso. Nos dois casos, se o módulo da velocidade relativa é pequeno, o fluido se separa em camadas paralelas. Para entender a origem da viscosidade e, portanto, da força de resistência, consideremos duas placas planas e paralelas, com um fluido contínuo entre elas. Aplicando uma força F a uma das placas, ela é acelerada até atingir uma velocidade terminal constante, cujo módulo é proporcional ao módulo da força aplicada. O fluido entre as placas se separa em lâminas paralelas. A lâmina adjacente à placa móvel se move com ela, a lâmina seguinte se move com uma velocidade de módulo um pouco menor e assim por diante, até a lâmina adjacente à placa imóvel que, como ela, tem velocidade nula. A viscosidade vem da interação entre lâminas adjacentes. Cada lâmina é puxada para trás por uma força devida à lâmina inferior e para frente, por uma força devida à lâmina superior.

Num gás, como as forças de coesão não são efetivas porque as moléculas estão longe umas das outras, a viscosidade vem da transferência de quantidade de movimento entre camadas adjacentes. As moléculas que passam de uma camada a outra, que se move mais lentamente, transferem a ela uma quantidade de movimento maior do que a quantidade de movimento que as moléculas dessa camada transferem àquela ao cruzarem, em sentido contrário, a mesma fronteira. Assim, a velocidade da camada mais rápida diminui e a velocidade da camada mais lenta, aumenta, e a velocidade relativa diminui. A viscosidade dos líquidos vem das forças de coesão entre moléculas relativamente juntas. Desta maneira, enquanto que nos gases a viscosidade cresce com o aumento da temperatura, nos líquidos ocorre o oposto já que, com o aumento da temperatura, aumenta a energia cinética média das moléculas, diminui o intervalo de tempo que as moléculas passam umas junto das outras e menos efetivas se tornam as forças intermoleculares.

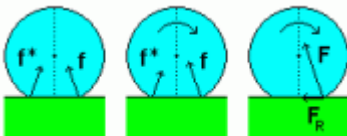
Forças de Atrito Seco

Os dados referentes às forças de atrito estático e cinético são muito aproximados, dependendo dos diferentes graus de polimento das superfícies e/ou dos diferentes graus de contaminação com substâncias estranhas. Esses fatores é que realmente determinam os coeficientes de atrito e a dependência da força de atrito cinético com a velocidade relativa das superfícies em questão. Assim, não tem sentido tabelar coeficientes de atrito entre superfícies diversas, a menos que elas sejam padronizadas. O atrito nunca é entre uma superfície de cobre e uma de alumínio, por exemplo, mas entre uma superfície de cobre com certo polimento e com algumas impurezas e uma superfície de alumínio com outro polimento e com outras impurezas. Para entender a origem das forças de atrito seco deve-se considerar que, ao nível atômico, as superfícies tem pequenas irregularidades e que o contato ocorre num número relativamente pequeno de pontos, onde as irregularidades se interpenetram e se deformam, exercendo forças mútuas cujas intensidades dependem da intensidade da força que empurra as superfícies uma contra a outra. Nos pontos de contato existem ligações dos átomos de uma superfície com os átomos da outra, como soldas microscópicas.



Se uma força externa horizontal F é aplicada à superfície II, por exemplo, aparecem as forças horizontais $f_a, -f_a, f_b, -f_b, f_c, -f_c$, etc., associadas às deformações locais originadas pela tendência de movimento relativo entre as superfícies. Se as superfícies permanecem em repouso relativo, $f_a + f_b + f_c + \dots$ é a força de atrito estático sobre a superfície II e $-(f_a + f_b + f_c + \dots)$ é a força de atrito estático sobre a superfície I. Quanto maior for o módulo da força F , maiores são as deformações locais e maiores os módulos das respectivas forças. Se o módulo da força F é grande o suficiente para romper as soldas microscópicas nos pontos de contato, uma superfície desliza em relação à outra e, nesse movimento, as irregularidades de uma superfície colidem com as irregularidades da outra e as forças que surgem devido a essas colisões se somam para dar as respectivas forças de atrito cinético. As colisões originam oscilações locais que se propagam e são amortecidas pelo resto do material. Assim, a energia mecânica associada ao movimento relativo das superfícies se transforma em energia interna, aumentando suas temperaturas.

Força de Atrito de Rolamento



Um cilindro que rola sem deslizar sobre uma superfície horizontal termina por parar porque atua sobre ele a força de atrito de rolamento. Essa força depende das propriedades das substâncias de que são feitos o cilindro e a superfície horizontal. O cilindro e a superfície se deformam pela ação das forças de deformação mútuas, mas para o argumento que se segue vamos supor que apenas o cilindro se deforma. Se o cilindro está em repouso em relação à superfície, a cada força f que a superfície exerce sobre o cilindro, existe uma força f^* , simétrica em relação ao plano vertical que passa pelo centro do cilindro. A resultante de todas essas forças é a força normal que, nesse caso, é vertical e está no plano mencionado.

Se o cilindro está em movimento em relação à superfície, a cada força f que a superfície exerce sobre o cilindro adiante do plano vertical que passa pelo centro do cilindro, existe uma força f^* , atrás desse plano, de módulo menor. Essa diferença aparece porque a região do cilindro onde aparece a força f tem um movimento local no sentido de se aproximar da superfície e a região do cilindro onde aparece a força f^* tem um movimento local no sentido de se afastar da superfície. Como a aceleração linear do cilindro é negativa, a resultante F de todas essas forças deve ser inclinada para trás, isto é, deve ter uma componente horizontal dirigida no sentido contrário ao da velocidade, e como a aceleração angular também é negativa, o ponto de aplicação dessa resultante deve estar situado a frente do plano vertical que passa pelo centro do cilindro e mais, a linha de atuação dessa resultante deve passar por cima do centro do cilindro. A componente vertical dessa resultante é a força normal e a componente horizontal, F_R , é a força de atrito de rolamento.

Fonte: <http://www.algosobre.com.br/fisica>

LEITURA COMPLEMENTAR II

Freio ABS



Sensor de freio ABS na roda de uma motocicleta BMW

O **freio ABS** ou **travão ABS** (acrônimo para a expressão alemã *Antiblockier-Bremssystem*, embora mais freqüentemente traduzido para a inglesa *Anti-lock Braking System*) é um sistema de frenagem (travagem) que evita que a roda bloqueie (quando o pedal de freio é pisado fortemente) e entre em derrapagem, deixando o automóvel sem aderência à pista. Assim, evita-se o descontrole do veículo (permitindo que obstáculos sejam desviados enquanto se freia) e aproveita-se mais o atrito estático, que é maior que o atrito cinético (de deslizamento). A derrapagem é uma das maiores causas ou agravantes de acidentes; na Alemanha, por exemplo, 40% dos acidentes são causados por derrapagens.

O ABS atual é um sistema eletrônico que, utilizando sensores, monitora a rotação de cada roda e a compara com a velocidade do carro. Em situações de frenagem cotidianas, o sistema ABS não é ativado. Quando a velocidade da roda cai muito em relação à do carro, ou seja, na iminência do travamento, o sistema envia sinais para válvulas e bombas no sistema de óleo do freio, aliviando a pressão. Essa operação causa uma vibração quando se "pisa fundo" no pedal do freio, o que deve ser considerado pelo motorista como operação normal do sistema (leia mais em Efetividade do ABS).

A vantagem do freio ABS se baseia num conhecimento da física. Quando as rodas ainda não estão em movimento, elas sofrem com a superfície na qual deslizam com uma força na hora de atrito estático. Quando derrapam, elas sofrem uma força de atrito cinético. Como a força máxima de atrito estático tem sempre um valor maior do que a força máxima de atrito cinético, é mais vantajoso para a frenagem que a roda diminua sua rotação em movimento do que simplesmente travar.

Efetividade do ABS

Em superfícies como asfalto e concreto, tanto secas quanto molhadas, a maioria dos carros equipados com ABS são capazes de atingir distâncias de frenagem melhores (menores) do que aqueles que não o possuem. Um motorista experiente sem ABS pode ser capaz de quase reproduzir ou até atingir, através de técnicas como o *threshold breaking*, o efeito e a performance do carro que possui ABS. Entretanto, para a maioria dos motoristas, o ABS reduz muito a força do impacto ou as chances de se sofrer impactos. A técnica recomendada para motoristas não experientes que possuem um carro com ABS, em uma situação de frenagem completa de emergência, é pressionar o pedal de freio o mais forte possível e, quando

necessário, desviar dos obstáculos. Com freios normais, o motorista não pode desviar de obstáculos enquanto freia, já que as rodas estarão travadas. Dessa maneira, o ABS irá reduzir significativamente as chances de derrapagem e uma subsequente perda de controle.

Em pedregulhos e neve forte, o ABS tende a aumentar a distância de frenagem. Nessas superfícies, as rodas travadas escavam o solo e param o veículo mais rapidamente. O ABS impede que isso ocorra. Algumas calibrações de ABS reduzem esse problema por diminuir o tempo de ciclagem, deixando as rodas rapidamente travar e destravar. O benefício primário do ABS nessas superfícies é aumentar a capacidade do motorista em manter o controle do carro em vez de derrapar, embora a perda de controle seja por vezes melhor em superfícies mais suaves como pedregulhos e deslizantes como neve ou gelo. Em uma superfície muito deslizante como gelo ou pedregulhos é possível que se trave todas as rodas imediatamente, e isso pode ser melhor que o ABS (que depende da detecção da derrapagem de cada roda individualmente). A existência do ABS não deve intimidar os motoristas a aprender a técnica do threshold breaking.

Distância de frenagem de 80 a 0 km/h:

	rodas travadas	ABS
superfície seca	60 m	47 m
neve	68 m	79 m
gelo	270 m	419 m

Note, entretanto, que essa comparação é de certa forma simplista. Um bom motorista com um sistema de frenagem bem projetado, feito para minimizar as possibilidades de travagem acidental das rodas durante uma parada imediata, se sairá melhor do que o apresentado.

Quando ativado, o ABS faz com que o pedal de freio pulse notavelmente. Como a maioria dos motoristas raramente ou nunca freou forte o suficiente para causar a travagem das rodas, e um número significativo raramente se importa em ler o manual do carro, essa característica pode ser descoberta só no momento da emergência. Quando os motoristas se defrontam com a emergência que faz com que freiem forte e conseqüentemente enfrentam a pulsação do pedal pela primeira vez, muitos estranham e diminuem a pressão do pedal, conseqüentemente aumentando as distâncias de frenagem, contribuindo muitas vezes para um número de acidentes maior do que a habilidade especial do ABS seria capaz de reduzir. Alguns fabricantes implementaram então sistemas de avaliação de frenagem que determinam se o motorista está tentando fazer uma frenagem de emergência e mantêm a força nesta situação. Apesar de tudo, o ABS pode significativamente melhorar a segurança e o controle dos motoristas sobre o carro em situações de trânsito se eles souberem que não devem soltar o pedal quando o sentir pulsar, graças ao ABS.

Perfil do usuário

Os freios ABS são objeto de estudo de muitos experimentos em favor da teoria da compensação de risco, que defende que os motoristas se adaptam à segurança proporcionada pelo sistema ABS e passam a dirigir mais agressivamente.

Os dois maiores exemplos destes estudos são os das cidades de Munique e Oslo. Em ambos os casos, foram comparados taxistas de diferentes frotas, provando que os que possuíam carros equipados com ABS apresentavam um comportamento de risco maior do que aqueles que não possuíam ABS. No entanto, as taxas de colisões entre os que utilizavam ABS e os que não utilizavam não foram significativamente diferentes.

Fonte: wikipedia

EXERCÍCIOS

01. (UFV) Uma corda de massa desprezível pode suportar uma força tensora máxima de 200N sem se romper. Um garoto puxa, por meio desta corda esticada horizontalmente, uma caixa de 500N de peso ao longo de piso horizontal. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o piso é 0,20 e, além disso, considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine:

- a) a massa da caixa;
- b) a intensidade da força de atrito cinético entre a caixa e o piso;
- c) a máxima aceleração que se pode imprimir à caixa.

02. (UNICAMP) Um caminhão transporta um bloco de ferro de 3,0t, trafegando horizontalmente e em linha reta, com velocidade constante. O motorista vê o sinal (semáforo) ficar vermelho e aciona os freios, aplicando uma desaceleração constante de valor $3,0 \text{ m/s}^2$. O bloco não escorrega. O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a carroceria é 0,40. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Qual a intensidade da força de atrito que a carroceria aplica sobre o bloco, durante a desaceleração?
- b) Qual é a máxima desaceleração que o caminhão pode ter para o bloco não escorregar?

Testes:

03. (FUND. CARLOS CHAGAS) Um bloco de madeira pesa $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$. Para deslocá-lo sobre uma mesa horizontal, com velocidade constante, é necessário aplicar uma força horizontal de intensidade $1,0 \cdot 10^2 \text{ N}$. O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a mesa vale:

- a) $5,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $1,0 \cdot 10^{-1}$
- c) $2,0 \cdot 10^{-3}$
- d) $2,5 \cdot 10^{-1}$
- e) $5,0 \cdot 10^{-1}$

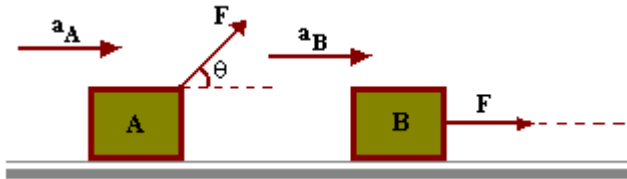
04. (UNIFOR) Um bloco de massa 20 kg é puxado horizontalmente por um barbante. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano horizontal de apoio é 0,25. Adota-se $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sabendo que o bloco tem aceleração de módulo igual a $2,0 \text{ m/s}^2$, concluímos que a força de atração no barbante tem intensidade igual a:

- a) 40N
- b) 50N
- c) 60N
- d) 70N
- e) 90N

05. No asfalto seco de nossas estradas o coeficiente de atrito estático entre o chão e os pneus novos de um carro vale 0,80. Considere um carro com tração apenas nas rodas dianteiras. Para este carro em movimento, em uma estrada plana e horizontal, 60% do peso total (carro + passageiros) está distribuído nas rodas dianteiras. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e não considerando o efeito do ar, a máxima aceleração que a força de atrito pode proporcionar ao carro é de:

- a) 10 m/s^2
- b) $8,0 \text{ m/s}^2$
- c) $6,0 \text{ m/s}^2$
- d) $4,8 \text{ m/s}^2$
- e) $0,48 \text{ m/s}^2$

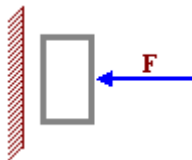
06. Nos dois esquemas da figura temos dois blocos idênticos A e B sobre um plano horizontal com atrito. O coeficiente de atrito entre os blocos e o plano de apoio vale 0,50. As dois blocos são aplicados forças constantes, de mesma intensidade F , com as inclinações indicadas, onde $\cos \alpha = 0,60$ e $\sin \alpha = 0,80$. Não se considera efeito do ar.



Os dois blocos vão ser acelerados ao longo do plano e os módulos de suas acelerações são a_A e a_B . Assinale a opção correta:

- a) $a_A = a_B$;
- b) $a_A > a_B$;
- c) $a_A < a_B$;
- d) não podemos comparar a_A e a_B porque não conhecemos o valor de F ;
- e) não podemos comparar a_A e a_B porque não conhecemos os pesos dos blocos.

07. (UESPI) O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a parede vertical, mostrados na figura abaixo, é 0,25. O bloco pesa 100N. O menor valor da força F para que o bloco permaneça em repouso é:



- a) 200N
- b) 300N
- c) 350N
- d) 400N
- e) 550N

08. (AMAN) Um bloco de 1,0kg está sobre outro de 4,0kg que repousa sobre uma mesa lisa. Os coeficientes de atrito estático e cinemático entre os blocos valem 0,60 e 0,40. A força F aplicada ao bloco de 4,0kg é de 25N e a aceleração da gravidade no local é aproximadamente igual a 10 m/s^2 . A aceleração da gravidade é aproximadamente igual a 10 m/s^2 . A força de atrito que atua sobre o bloco de 4,0kg tem intensidade de:



- a) 5,0N
- b) 4,0N
- c) 3,0N
- d) 2,0N
- e) 1,0N

09. (VUNESP) Um trator se desloca em uma estrada, da esquerda para a direita, com movimento acelerado. O sentido das forças de atrito que a estrada faz sobre as rodas do carro é indicado na figura a seguir:



É correto afirmar que:

- a) o trator tem tração nas quatro rodas;
- b) o trator tem tração traseira;
- c) o trator tem tração dianteira;
- d) o trator está com o motor desligado;
- e) a situação apresentada é impossível de acontecer.

10. Existem na natureza apenas quatro tipos de forças citadas a seguir em ordem decrescente de intensidade:

1. Força nuclear forte: atua em escala nuclear, tendo, portanto, um alcance extremamente pequeno. É esse tipo de força que mantém os quarks unidos para formarem os prótons e nêutrons e mantém os prótons e nêutrons no núcleo de um átomo.

2. Força eletromagnética: é a força que existe entre partículas dotadas de carga elétrica; pode ser atrativa ou repulsiva.

3. Força nuclear fraca: atua em escala nuclear com alcance ainda menor que o da força nuclear forte; é responsável pelo processo de emissão radioativa.

4. Força gravitacional: é a força atrativa que existe entre partículas dotadas de massa.

Baseado no texto, responda: o que é força de atrito?

- a) é de natureza diferente das quatro forças citadas;
- b) é de natureza gravitacional;
- c) é de natureza eletromagnética;
- d) é de natureza nuclear forte;
- e) é de natureza nuclear fraca.

GABARITO

01 - a) 50kg
b) 100N
c) 2,0 m/s²

02 - a) 9,0 kN
b) 4,0 m/s²

03 - A

04 - E

05 - D

06 - A

07 - A

08 - C

09 - C

10 - C