

AL 1.2- ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

1. Metas Específicas

1. Investigar a dependência da força de atrito estático com a área da superfície de contacto, para o mesmo corpo e material da superfície de apoio, concluindo que são independentes.
2. Concluir que a força de atrito estático depende dos materiais das superfícies em contacto, para o mesmo corpo e a mesma área das superfícies de contacto.
3. Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de materiais.
4. Comparar os coeficientes de atrito estático e cinético para o mesmo par de materiais.
5. Avaliar os resultados experimentais confrontando-os com as leis do atrito.
6. Justificar por que é mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

2. Introdução Teórica

Quando se tenta deslizar uma caixa pesada que está parada numa superfície horizontal, verifica-se que é difícil iniciar o movimento. É a força de atrito estático que se opõe ao movimento da caixa. Se empurrar-mos com mais força, a força de atrito estático aumenta anulando a força aplicada. Há no entanto um limite para o valor da força de atrito estático. Assim se eventualmente pudermos aplicar uma força mais intensa do que a força de atrito estático máxima, a caixa mover-se-á. A intensidade de força de atrito máxima (F_{aemax}) depende da intensidade da força normal (N), definida como a componente perpendicular da força exercida pela superfície. $F_{aemax} = \mu_e N$ onde μ_e é o coeficiente de atrito estático.

Se a força aplicada for horizontal, a intensidade de N é igual à intensidade do peso.

Quando a caixa começa a deslizar deve-se continuar a exercer uma força para manter o objeto em movimento, ou a força de atrito retardá-lo-á até que pare. A força de atrito que atua na caixa quando esta se move é chamada de força de atrito cinético. Para fazer deslizar a caixa com uma velocidade constante, tem de se aplicar uma força equivalente, em valor, à força de atrito cinético. As forças de atrito estático e cinético dependem do tipo das superfícies de contacto e da intensidade da reação normal exercida entre a caixa e a superfície.

$F_{acinético} = \mu_c N$, onde μ_c é o coeficiente de atrito cinético.

3. Previsão

1. Ao empurrar uma caixa pesada no chão, a força que é necessária aplicar para a caixa se começar a mover é maior, menor, ou igual à força necessária para manter a caixa em movimento? Fundamente a sua resposta?



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

2. Como é que a força de atrito se relaciona com o peso da caixa?
 3. Um corpo é colocado em repouso num plano inclinado de inclinação θ

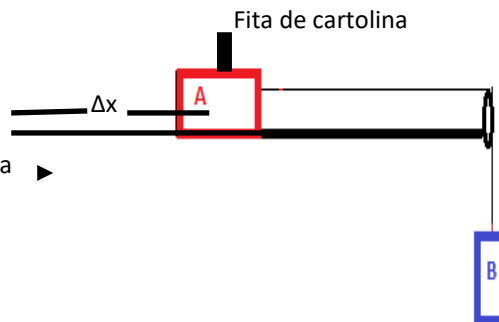
3.1 Represente o sistema de forças que nele atua.

3.2 Aumentando a inclinação para um ângulo θ' o bloco fica na iminência de deslizar. Para esta situação prove que $\mu_e = \text{tg}\theta_{\text{max}}$

4. Observe a figura ao lado e indique;

4.1 As forças que atuam em cada um dos corpos.

4.2 Demonstre que $\mu = \frac{m_B g - (m_A + m_B) a}{m_A g}$ e $F_a = \mu_c m_A g$



4. Material

Unidade portátil TI-Nspire

Lab Cradle

Photogate

Fio

Blocos com gancho

Massas marcadas

Plano inclinado

5. Procedimento

Atrito estático

Meça a massa dos blocos (m_A) e registe numa tabela os dados.

Coloque o bloco no plano inclinado e vá aumentando o ângulo até que este comece a deslizar.

Repita o procedimento utilizando outros blocos com diferentes áreas de contacto e a mesma superfície, e com a mesma superfície, mesma área de contacto e diferente massa.

Atrito cinético

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle

Ligue a célula a um dos canais digitais do Lab Cradle.

Abra a aplicação Vernier DataQuest 

Este sensor normalmente não é reconhecido de imediato então deve proceder do seguinte modo:

 → 1: Experiência → A: Configuração avançada → 3: Configurar sensor →

selecione o canal onde tem o sensor ligado.

Procure o sensor Photogate.

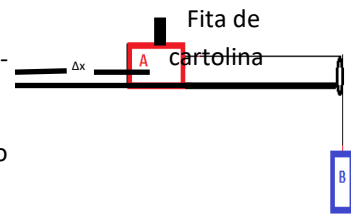
Como, por defeito aparece seleccionada a aplicação Picket Fence, terá de escolher o que lhe interessa para esta experiência que é "Porta".




☰ → 1: Experiência → 8: Configuração de Recolha → Porta

Registe a largura da fita de cartolina colocada sobre o bloco para podermos saber a velocidade com que o bloco passa na célula.

Meça Δx (distância desde o início do movimento até à célula) para calcular a aceleração a partir das leis do movimento.



Monte a roldana na calha como indicado na figura ao lado prendendo o bloco ao corpo de massa m_B

Inicie a experiência premindo a seta verde 

Solte o corpo B.

Repita o procedimento para cada bloco pelo menos 3 vezes.

Repita o procedimento para blocos de massas diferentes ou superfícies diferentes para o mesmo bloco.

6. Resultados

Numa tabela registe a massa de cada bloco (m_A), a área de superfície de contacto, o tipo de superfície e a aceleração (a) e a massa do corpo suspenso (m_B).

7. Cálculos

Complete a tabela indicando os valores calculados de:

Força de atrito;

Coefficiente de atrito estático;

Coefficiente de atrito cinético.

8. Reflexão

1. Com base nos valores das massas dos dois blocos com a mesma superfície de contacto e os valores dos coeficientes de atrito, que conclusões pode tirar?
2. Será que a área das superfícies de contacto afeta o valor do coeficiente de atrito. Justifique com base nos resultados obtidos.
3. Com base nos resultados faça uma breve explicação do modo como o coeficiente de atrito depende dos materiais de que são feitos os materiais em contacto.
4. Comparar e analisar os resultados obtidos com as leis conhecidas para o atrito.



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

AL 1.2- ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

1. Metas Específicas

1. Investigar a dependência da força de atrito estático com a área da superfície de contacto, para o mesmo corpo e material da superfície de apoio, concluindo que são independentes.
2. Concluir que a força de atrito estático depende dos materiais das superfícies em contacto, para o mesmo corpo e a mesma área das superfícies de contacto.
3. Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de materiais.
4. Comparar os coeficientes de atrito estático e cinético para o mesmo par de materiais.
5. Avaliar os resultados experimentais confrontando-os com as leis do atrito.
6. Justificar por que é mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

2. Introdução Teórica

Quando se tenta fazer deslizar uma caixa pesada que está parada numa superfície horizontal, verifica-se que é difícil iniciar o movimento. É a força de atrito estático que se opõe ao movimento da caixa. Se se aplicar um ligeiro empurrão horizontal que não mova a caixa, a força de atrito estático é também pequena e oposta à força aplicada. Se empurrar-mos com mais força, a força de atrito estático aumenta anulando a força aplicada. Há no entanto um limite para o valor da força de atrito estático. Assim se eventualmente pudermos aplicar uma força mais intensa do que a força de atrito estático máxima, a caixa mover-se-á. A intensidade de força de atrito máxima (F_{aemax}) depende da intensidade da força normal (N), definida como a componente perpendicular da força exercida pela superfície. $F_{aemax} = \mu_e N$ onde μ_e é o coeficiente de atrito estático.

Se a força aplicada for horizontal, a intensidade de N é igual à intensidade do peso .

Quando a caixa começa a deslizar deve-se continuar a exercer uma força para manter o objeto em movimento, ou a força de atrito retardá-lo-á até que pare. A força de atrito que atua na caixa quando esta se move é chamada de força de atrito cinético. Para fazer deslizar a caixa com uma velocidade constante, tem de se aplicar uma força equivalente, em valor, à força de atrito cinético. As forças de atrito estático e cinético dependem do tipo das superfícies de contacto e da intensidade da reação normal exercida entre a caixa e a superfície.

$F_{a(cinético)} = \mu_c N$, onde μ_c é o coeficiente de atrito cinético.

3. Previsão

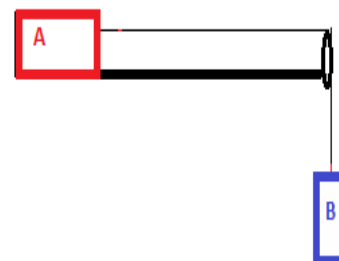
1. Ao empurrar uma caixa pesada numa superfície horizontal, a força que é necessária aplicar para que a caixa se comece a mover é maior, menor, ou igual à força necessária para manter a caixa em movimento? Fundamente a sua resposta?



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

2. Como é que a força de atrito se relaciona com o peso da caixa, se força aplicada for paralela à superfície?
3. Um corpo é colocado em repouso num plano inclinado de inclinação θ
 - 3.1 Represente o sistema de forças que nele atuam.
 - 3.2 Aumentando a inclinação para um ângulo θ_{\max} o bloco fica na iminência de deslizar. Para esta situação prove que $\mu_e = \tan \theta_{\max}$
4. Observe a figura ao lado e indique;
 - 4.1 As forças que atuam em cada um dos corpos.
 - 4.2 Demonstre que $\mu_c = \frac{m_B g - (m_A + m_B) a}{m_A g}$ e $F_{ac} = \mu_c m_A g$



4. Material

Unidade portátil TI-Nspire CX
 Lab Cradle
 Photogate com Smart pulley
 Fio
 Blocos com gancho
 Massas marcadas
 Plano inclinado
 Calha

5. Procedimento

Atrito estático

Meça a massa do bloco (A) e registe numa tabela os dados.

Coloque o bloco no plano inclinado e vá aumentando o ângulo até que este fique na iminência de deslizar.

Registe o valor do ângulo.

Repita o procedimento utilizando o bloco com um lado de área de contacto diferente.

Repita o procedimento utilizando blocos com diferentes superfícies constituídas por materiais diferentes.

Atrito cinético

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle

Ligue a célula a um dos canais digitais do Lab Cradle.

Abra a aplicação Vernier DataQuest

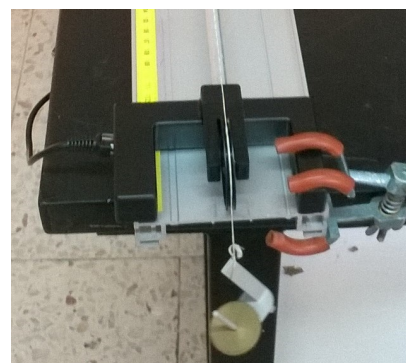
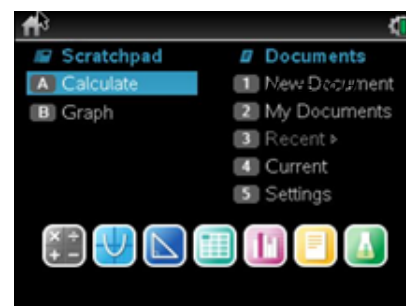
Por defeito ao ligar a Photogate aparece a aplicação PicketFence

Prima sobre o campo **tempo** e seleccione **Tempo de movimento - Polia (10 raios)- OK**

Inicie a experiência premindo a seta verde

Solte o corpo (B).

Repita o procedimento pelo menos 3 vezes.



Repita o procedimento para o bloco com superfícies de contacto diferentes e utilizando a mesma área de contacto, e usando o mesmo bloco mas com lados de áreas diferentes e o mesmo tipo de superfície de contacto

Monte a roldana na Photogate como está na figura ao lado prendendo o bloco ao corpo de massa m_B

6. Resultados

Numa tabela registe a massa de cada bloco (m_A), a área de superfície de contacto, o tipo de superfície, a aceleração (a) e a massa do corpo suspenso (m_B).

7. Cálculos

Construa a tabela indicando os valores calculados de:

- ⇒ Força de atrito;
- ⇒ Coeficiente de atrito estático;
- ⇒ Coeficiente de atrito cinético.

8. Reflexão

1. Será que a área das superfícies de contacto afeta o valor do coeficiente de atrito. Justifique com base nos resultados obtidos.
2. Com base nos resultados, faça uma breve explicação do modo como o coeficiente de atrito depende dos materiais de que são feitos os materiais em contacto.
3. Comparar e analisar os resultados obtidos com as leis conhecidas para o atrito.



AL 1.2- ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

1. Metas Específicas

1. Investigar a dependência da força de atrito estático com a área da superfície de contacto, para o mesmo corpo e material da superfície de apoio, concluindo que são independentes.
2. Concluir que a força de atrito estático depende dos materiais das superfícies em contacto, para o mesmo corpo e a mesma área das superfícies de contacto.
3. Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de materiais.
4. Comparar os coeficientes de atrito estático e cinético para o mesmo par de materiais.
5. Avaliar os resultados experimentais confrontando-os com as leis do atrito.
6. Justificar por que é mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

2. Introdução Teórica

Quando se tenta fazer deslizar uma caixa pesada que está parada numa superfície horizontal, verifica-se que é difícil iniciar o movimento. É a força de atrito estático que se opõe ao movimento da caixa. Se se aplicar um ligeiro empurrão horizontal que não mova a caixa, a força de atrito estático é também pequena e oposta à força aplicada. Se empurrar-mos com mais força, a força de atrito estático aumenta anulando a força aplicada. Há no entanto um limite para o valor da força de atrito estático. Assim se eventualmente pudermos aplicar uma força mais intensa do que a força de atrito estático máxima, a caixa mover-se-á. A intensidade de força de atrito máxima (F_{aemax}) depende da intensidade da força normal (N), definida como a componente perpendicular da força exercida pela superfície. $F_{aemax} = \mu_e N$ onde μ_e é o coeficiente de atrito estático.

Se a força aplicada for horizontal, a intensidade de N é igual à intensidade do peso.

Quando a caixa começa a deslizar deve-se continuar a exercer uma força para manter o objeto em movimento, ou a força de atrito retardá-lo-á até que pare. A força de atrito que atua na caixa quando esta se move é chamada de força de atrito cinético. Para fazer deslizar a caixa com uma velocidade constante, tem de se aplicar uma força equivalente, em valor, à força de atrito cinético. As forças de atrito estático e cinético dependem do tipo das superfícies de contacto e da intensidade da reação normal exercida entre a caixa e a superfície.

$F_{acinético} = \mu_c N$, onde μ_c é o coeficiente de atrito cinético.



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution—NonCommercial 4.0.

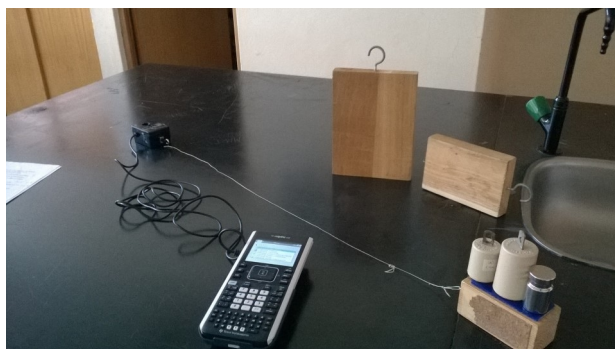
Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

3. Previsão

1. Ao empurrar uma caixa pesada no chão, a força que é necessária aplicar para que a caixa se comece a mover é maior, menor, ou igual à força necessária para manter a caixa em movimento? Fundamente a sua resposta?
2. Como é que a força de atrito se relaciona com o peso da caixa?
3. Construa uma tabela para registar todos os dados da atividade que lhe permita calcular o coeficiente de atrito estático e a força de atrito para diferentes situações previstas para a atividade.

4. Material

Unidade portátil TI-Nspire CX
 Lab Cradle
 Sensor de força
 Fio
 Blocos com gancho
 Massas marcadas



5. Procedimento


Meça a massa dos blocos e registe numa tabela de dados.

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle

Ligue o sensor a um dos canais analógicos do Lab Cradle.


Abra a aplicação Vernier DataQuest 

Antes de iniciar a atividade deve colocar o sensor a zero.

Para isso coloque o cursor sobre o campo do sensor e faça **enter** e deslocando o cursor prima sobre **zero** ou  → **1**: Experiência → **9**: Configurar sensores.

Prenda uma das extremidade de um fio ao gancho do sensor de força e a outra extremidade ao gancho do bloco de madeira.

No máximo coloque um total de 1 kg de massa em cima do bloco, preso de modo a que as massas não se possam deslocar.

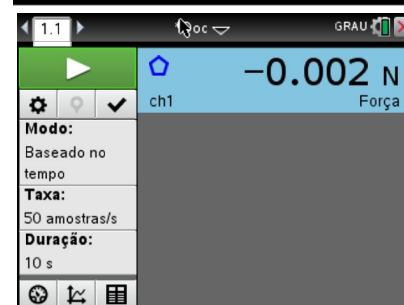
Inicie a experiência premindo a seta verde 

Num movimento em linha reta, puxe lentamente e delicadamente na horizontal com pouca força, *muito gradualmente*, durante um segundo completo, aumentar a força até que o bloco comece a deslizar, e manter então o bloco a mover-se a uma velocidade constante durante um segundo.

Repetir o procedimento pelo menos 3 vezes.

Fazer o mesmo procedimento usando superfícies diferentes.

Para a mesma superfície usar áreas diferentes.



6. Resultados

A partir dos gráficos obtidos, registre na tabela que construiu o valor da força de atrito estático máxima e a força de atrito cinético correspondente a cada ensaio.

7. Cálculos

Calcule o valor do coeficiente de atrito estático e de atrito cinético e registre na tabela que construiu.

8. Reflexão

1. Com base nos valores das massas dos dois blocos com a mesma superfície de contacto e os valores dos coeficientes de atrito, que conclusões pode tirar?
2. Será que a área das superfícies de contacto afeta o valor do coeficiente de atrito? Justifique com base nos resultados obtidos.
3. Com base nos resultados faça uma breve explicação do modo como o coeficiente de atrito depende dos materiais de que são feitos os materiais em contacto.
4. Será que os valores das intensidades das forças de atrito obtidas estão de acordo com as leis do atrito?



AL 1.2- ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

1. Metas Específicas

1. Investigar a dependência da força de atrito estático com a área da superfície de contacto, para o mesmo corpo e material da superfície de apoio, concluindo que são independentes.
2. Concluir que a força de atrito estático depende dos materiais das superfícies em contacto, para o mesmo corpo e a mesma área das superfícies de contacto.
3. Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de materiais.
4. Comparar os coeficientes de atrito estático e cinético para o mesmo par de materiais.
5. Avaliar os resultados experimentais confrontando-os com as leis do atrito.
6. Justificar por que é mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

2. Introdução Teórica

Quando se tenta fazer deslizar uma caixa pesada que está parada numa superfície horizontal, verifica-se que é difícil iniciar o movimento. É a força de atrito estático que se opõe ao movimento da caixa. Se se aplicar um ligeiro empurrão horizontal que não mova a caixa, a força de atrito estático é também pequena e oposta à força aplicada. Se empurrar-mos com mais força, a força de atrito estático aumenta anulando a força aplicada. Há no entanto um limite para o valor da força de atrito estático. Assim, se eventualmente pudermos aplicar uma força mais intensa do que a força de atrito estático máxima, a caixa mover-se-á. A intensidade de força de atrito máxima (F_{aemax}) depende da intensidade da força normal (N), definida como a componente perpendicular da força exercida pela superfície. $F_{aemax} = \mu_e N$ onde μ_e é o coeficiente de atrito estático.

Se a força aplicada for horizontal, a intensidade de N é igual à intensidade do peso .

Quando a caixa começa a deslizar deve-se continuar a exercer uma força para manter o objeto em movimento, ou a força de atrito retardá-lo-á até que pare. A força de atrito que atua na caixa quando esta se move é chamada de força de atrito cinético. Para fazer deslizar a caixa com uma velocidade constante, tem de se aplicar uma força equivalente, em valor, à força de atrito cinético. As forças de atrito estático e cinético dependem do tipo das superfícies de contacto e da intensidade da reação normal exercida entre a caixa e a superfície.

$F_{a(cinético)} = \mu_c N$, onde μ_c é o coeficiente de atrito cinético.

3. Previsão

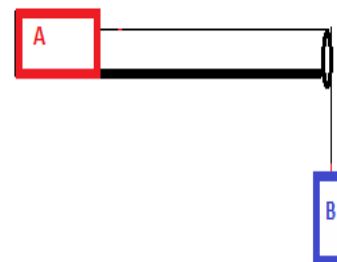
1. Ao empurrar uma caixa pesada no chão, a força que é necessária aplicar para a caixa se começar a mover é maior, menor, ou igual à força necessária para manter a caixa em movimento? Fundamente a sua resposta?
2. Como é que a força de atrito se relaciona com o peso da caixa?



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

3. Um corpo é colocado em repouso num plano inclinado de inclinação θ
 - 3.1 Represente o sistema de forças que nele atua.
 - 3.2 Aumentando a inclinação para um ângulo θ' o bloco fica na iminência de deslizar. Para esta situação prove que $\mu_e = \text{tg}\theta_{\text{max}}$
4. Observe a figura ao lado e indique;
 - 4.1 As forças que atuam em cada um dos corpos.
 - 4.2 Demonstre que $\mu = \frac{m_B g - (m_A + m_B) a}{m_A g}$ e $F_a = \mu_c m_A g$



4. Material


Unidade portátil TI-Nspire CX
 CBR-2
 Fio
 Blocos com gancho
 Massas marcadas
 Plano inclinado

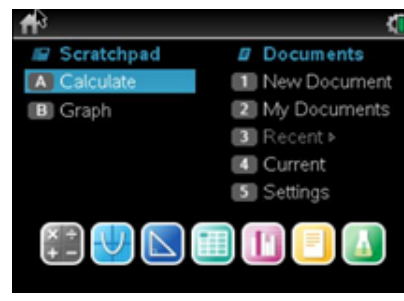
5. Procedimento

Atrito estático


Meça a massa dos blocos (**m**) e registe numa tabela dos dados.
 Coloque o bloco no plano inclinado e vá aumentando o ângulo até que este fique na iminência de deslizar.
 Repita o procedimento utilizando outros blocos com diferentes áreas de contacto mas a mesma superfície e com a mesma área mas superfícies de contacto diferentes.

Atrito cinético

Ligue o CBR à calculadora.
 Abra a aplicação Vernier DataQuest 

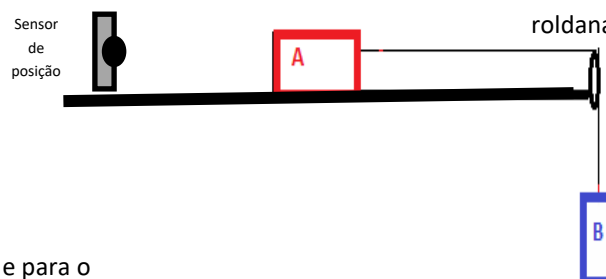


Monte a roldana na calha como está na figura ao lado, prendendo o bloco ao corpo de massa **m_B**

Inicie a experiência premindo a seta verde 


Solte o corpo **B**.
 Repita o procedimento pelo menos 3 vezes.


Repita o procedimento para blocos com lados de áreas diferentes e para o mesmo bloco com superfícies de contacto diferentes e áreas iguais.



6. Resultados

O gráfico obtido na calculadora é $x = f(t)$

Transfira os dados para listas e folhas de cálculo ( -> Enviar para) e numa outra coluna calcule o quadrado da variável t .

Trace o gráfico de $x = f(t^2)$, para isso abra uma página de Dados e Estatística 

7. Cálculos e Análise de dados

O que traduz o declive do gráfico $x = f(t^2)$?

Na tabela e para cada ensaio calcule:

O valor da aceleração;

O valor da força de atrito;

O coeficiente de atrito estático;

Coeficiente de atrito cinético.

8. Reflexão

1. Com base nos valores das massas dos dois blocos com a mesma superfície de contacto e os valores dos coeficientes de atrito, que conclusões pode tirar?
2. Será que a área das superfícies de contacto afeta o valor do coeficiente de atrito. Justifique com base nos resultados obtidos.
3. Com base nos resultados faça uma breve explicação do modo como o coeficiente de atrito depende dos materiais de que são feitos os materiais em contacto.
4. Comparar e analisar os resultados obtidos com as leis conhecidas para o atrito.



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>