

Experimentação

Determinação dos coeficientes de atrito estático e cinético

Objetivos: Observar e diferenciar atrito estático e cinético.
Medir a dependência da força de atrito estático em função do peso do bloco usado.
Calibrar um dinamômetro para medir forças.
Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético de diferentes blocos.

Material: Você vai precisar de uma superfície lisa com aproximadamente 30cm de largura e 1m de comprimento. Pode ser uma placa de madeira muito lisa (sem envernizar!) ou recoberta de fórmica ou plástico liso.

Você vai precisar também de blocos de madeira ou de outro material, com formato de paralelepípedo, como caixas.

Escolha em 5 blocos iguais a superfície mais uniforme, de mesma área. Corte um pedaço de lixa fina, um de lençol de borracha lisa, um de feltro e um de plástico, de modo que toda a superfície escolhida fique recoberta. No último bloco, a superfície deve ser muito bem lixada cada vez com lixa mais fina, até que fique bem lisa.

Cada conjunto de 5 blocos deve ter a mesma área recoberta com os diferentes materiais. Os blocos usados na sala de aula pelos diferentes grupos de alunos devem ter praticamente a mesma massa, para possibilitar a comparação dos valores dos coeficientes de atrito. Espera-se a dependência do coeficiente de atrito apenas com o par de materiais em contato.

Prenda ganchos em uma superfície do bloco para poder acoplá-lo ao dinamômetro, como mostra a figura.

Use uma mola de aço e experimente se a deflexão causada pela tração dos diferentes blocos não ultrapassa 10cm e se não causa deformação irreversível da mola. Caso isso ocorra, é necessário obter outra mola ou reduzir o tamanho dos blocos.

No conjunto testado, os blocos de madeira têm as dimensões aproximadas de 7cm, 4cm e 5cm, a massa é de aproximadamente $170g \pm 5g$. A mola foi obtida usando um arame de aço de 0,5mm de diâmetro e o comprimento total da mola é de 3cm. O diâmetro do enrolamento é de 2,5cm.

Escolhido o conjunto adequado de blocos e mola, faça um treinamento para tracionar os blocos, de modo a manter uma velocidade praticamente uniforme. Nas primeiras tentativas, o bloco depois de iniciado o movimento chega até a parar, por causa da reação da pessoa que traciona o conjunto.

Você já vai notar a diferença entre o atrito estático e o cinético. Observe qual é a maior e qual é a menor deflexão observada com os 5 blocos.

Você vai precisar de um suporte para massas e massas que serão usadas como padrões. Foram usadas arruelas com um rasgo e um suporte, como mostra a figura ao lado, para calibrar o dinamômetro.

Procedimento:

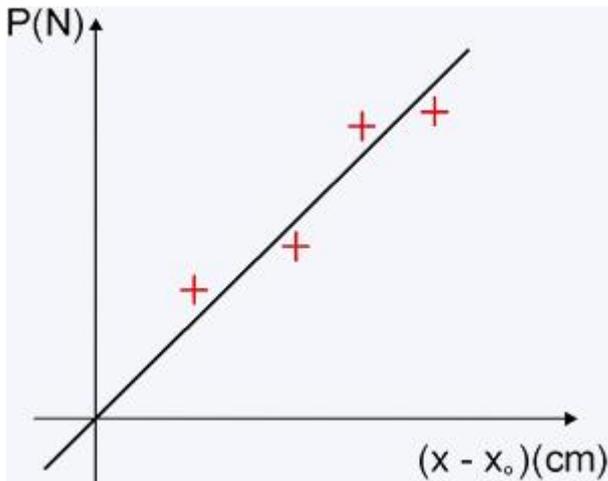
1. calibre o dinamômetro escolhido. Para isso, prenda a mola no suporte, como mostra o desenho ao lado. Na outra extremidade da mola, acople um suporte para colocar massas conhecidas, os padrões de massa. Meça as massas dos padrões escolhidos. Organize os dados da calibração numa tabela, como a que segue.

Tabela 1 - Calibração do Dinamômetro			
massa (g)	peso (N)	indicação (x) (cm)	Deslocamento ($x - x_0$) (cm)

Observação:

- a) A escolha das massas deve considerar a menor e a maior deformação da mola observadas anteriormente.
- b) x_0 é a posição de equilíbrio da mola, sem nenhuma massa acoplada.

2. Faça o gráfico de calibração.



A reta deve passar pelo zero, pela forma como as deflexões são medidas.

3. Acople o dinamômetro nos diferentes blocos, tracione-os sobre a superfície lisa. para cada bloco, anote as deflexões $(x - x_0)_e$ e da mola no momento em que o bloco começa a se movimentar e também as deflexões $(x - x_0)_c$ q uando se mantém o bloco em movimento de forma uniforme. Repita as medições várias vezes e agrupe adequadamente os dados. Organize os dados em uma tabela.

Tabela 2 - Deslocamentos medidos				
madeira lisa	Feltro	plástico	lixa	borracha
$(x - x_0)_e$	$(x - x_0)_e$	$(x - x_0)_e$	$(x - x_0)_e$	$(x - x_0)_e$
$(x - x_0)_c$	$(x - x_0)_c$	$(x - x_0)_c$	$(x - x_0)_c$	$(x - x_0)_c$
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Média				
Desvio				

4. Utilize apenas os valores médios dos deslocamentos e, através do gráfico de calibração, obtenha os valores das forças aplicadas F_e e F_c , correspondentes aos atritos estático e cinético, respectivamente.

Tabela 3 - Coeficientes de atrito						
Tipo de bloco	de	massa		$\mu_e = \frac{F_e}{N}$	F_c	$\mu_c = \frac{F_c}{N}$
		(g)	(N)			
Madeira						
Feltro						
Plástico						
Etc.						

5. Utilize os desvios dos deslocamentos e atribua o desvio experimental correspondente para as forças obtidas através da calibração. Atenção: Os desvios são obtidos grosseiramente com apenas 1 significativo, então, quando você já tiver calculado dois ou três casos, pode até avaliar para os outros casos. Não trabalhe demais sem necessidade!

6. Lembre-se que, ao utilizar os deslocamentos médios, determinamos os valores médios das forças de atrito correspondentes e do coeficiente de atrito estático e cinético. O desvio experimental dos coeficientes deve ser obtido calculando-se os valores máximos e mínimos de cada quociente utilizado.

7. Compare os valores dos coeficientes obtidos por outros grupos para cada tipo de bloco. Organize-se como sugerido abaixo:

Tabela 4 - Resultados finais: Madeira lisa			
Nome do grupo	μ_e	μ_d	Área

8. Analise a tabela final obtida e discuta.

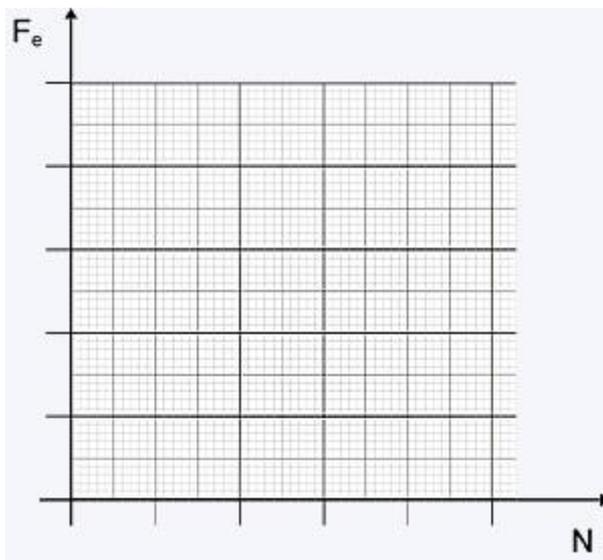
Determinação do coeficiente de atrito estático

Procedimento:

1. Utilizando vários blocos lisos idênticos ao do experimento anterior e o dinamômetro calibrado, medir as deflexões causadas pela superposição de vários blocos, sucessivamente. Organize a tabela sugerida abaixo.

Tabela de dados			
Nº de blocos	$(x - x_0)_e$	F_e	N = mg
1 bloco			
2 blocos			
.....			
.....			
.....			

2. Faça um gráfico entre F_e e as normais correspondentes



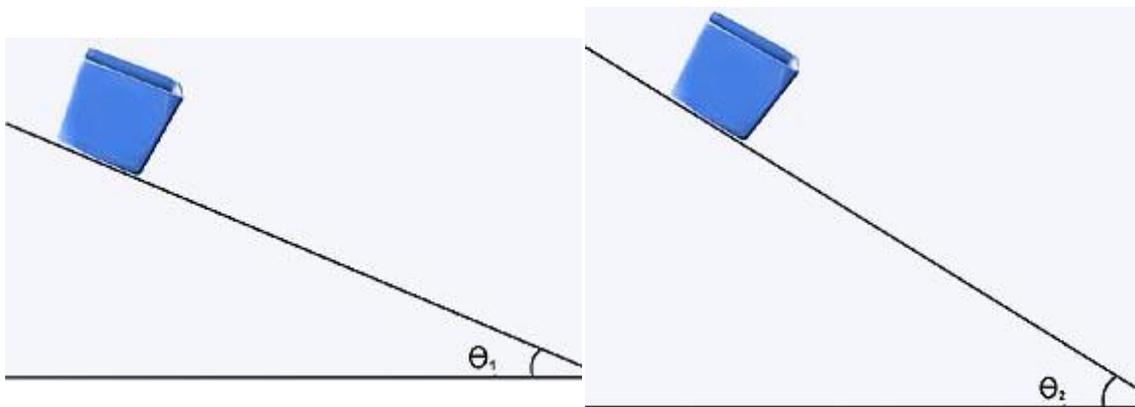
3. Trace a reta média pelos pontos experimentais. O coeficiente angular da reta é o coeficiente de atrito estático. Calcule o coeficiente angular.

4. Usando os mesmos dados do item 2, cada aluno deve traçar a reta escolhida individualmente. Diferentes alunos vão obter retas e, portanto, coeficientes angulares diferentes. Para cada conjunto de dados, o coeficiente angular médio é o que melhor representa os dados e o desvio é obtido pelo (valor máximo - valor mínimo)/2.

Atenção: A reta passa pelo zero.

Determinação do coeficiente de atrito estático

1. Use um bloco de cada vez sobre a superfície lisa. Incline a superfície, aumentando gradativamente o ângulo θ_m , conforme a figura. O ângulo θ a partir do qual o bloco desliza livremente é tal que $\text{tg}\theta_m = \mu_e$.



2. Meça os valores de a e b com uma régua. Repita o procedimento do item anterior para obter valores médios de a e de b e os respectivos desvios.

3. Determine o valor do coeficiente de atrito, calculando o quociente a/b com os valores médios e o desvio do coeficiente.

4. Use os outros blocos com diferentes superfícies. Determine os valores correspondentes de μ_c .

5. Compare com os valores obtidos por outros grupos ou com os obtidos por outros métodos.