

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO PARA INTERFACE PLÁSTICO-MADEIRA EM PLANO INCLINADO

Celso Eduardo dos Santos¹, Diego Cabral T. Fonseca¹, Renato Ukita dos Santos¹, Paulo Roxo Barja²

1- Universidade do Vale do Paraíba - Faculdade de Ciência da Computação - Eng. de Computação
Av. Shishima Hifümi, 2911 CEP 12244-000 São José dos Campos - SP - Brasil
E-mail: eduardo_sme@yahoo.com.br

2 - Laboratório de Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos (FASBio)
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D II) - Universidade do Vale do Paraíba
Av. Shishima Hifümi, 2911 CEP 12244-000 São José dos Campos - SP - Brasil
E-mail: barja@univap.br

Palavras-chave: Plástico, Madeira, Coeficiente de atrito, Plano inclinado.

Área do Conhecimento: I - Ciências Exatas e da Terra

Resumo: Este experimento busca determinar o coeficiente de atrito entre duas superfícies a partir do ângulo de inclinação de um plano na iminência de movimento de um objeto colocado sobre este plano. Para isso, foram colocados dois objetos na parte superior de um plano inclinado, um de cada vez, e aumentado gradativamente o ângulo de inclinação em relação à base (chão), até que o objeto deslizesse sobre este plano. O experimento foi realizado seis vezes para cada objeto; a seguir, foi calculada a altura média da extremidade superior do plano na iminência de movimento, obtendo-se assim o ângulo médio de inclinação para cada objeto. A partir do cálculo deste ângulo, foi calculado o coeficiente de atrito para os dois objetos em relação à rampa de madeira utilizada, assumindo que a força peso está equilibrada com a força de atrito na iminência de movimento. Concluímos que os diferentes valores de coeficientes de atrito dependem da superfície de contato do objeto com a base sob o mesmo. No presente trabalho, determinamos um coeficiente de atrito aproximado de 0,38 para plástico deslizando sobre madeira.

Introdução

A força de contato que atua na superfície de um corpo e sempre se opõe à tendência de escorregamento ou deslizamento em relação à superfície de um plano é chamada força de atrito [1].

As forças de atrito são muito importantes na vida cotidiana. Provocam desgaste nas peças móveis das máquinas e são responsáveis pelo aumento da energia interna das mesmas, porque as peças aquecem. Por outro lado, sem atrito não haveria transmissão do movimento por correias, não poderíamos caminhar, nem escrever e até mesmo uma corrente de ar poderia fazer com que em nossas casas os móveis se movessem [2].

Para demonstrar a força e determinar o coeficiente de atrito, deslizamos dois corpos sobre a superfície de um plano inclinado; o ângulo de inclinação deste plano é então aumentado até que a força peso vença a força de atrito, fazendo com que este corpo deslize sobre a rampa de madeira. Pode-se assim determinar o coeficiente de atrito.

O objetivo do experimento proposto foi determinar o coeficiente de atrito a partir da obtenção do ângulo de inclinação do plano na iminência de movimento. No presente experimento, obteve-se o coeficiente de atrito referente a plástico deslizando sobre madeira.

A tabela 1 mostra valores de alguns coeficientes de atrito estático. Por se tratar de grandezas macroscópicas que dependem das propriedades microscópicas dos dois

materiais, os coeficientes de atrito variam conforme o par de superfícies consideradas [1].

Tabela 1 – Coeficientes de atrito para alguns pares de materiais [1]

Superfícies	Coeficiente de atrito estático
Gelo / gelo	0,10
Madeira / madeira	0,40
Cobre / aço	0,53
Aço / aço	0,74
Níquel / níquel	0,74
Vidro / vidro	0,94
Cobre / ferro	1,05

Materiais e Métodos

Utilizamos os seguintes materiais: a) rampa de madeira (lixada com lixa 320); b) carteira de sala de aula; c) macaco automotivo (de carro Pálio); d) disquete (de 3 ½ polegadas, Maxell); e) calculadora científica (Casio, FX 82Super FRACTION); f) trena (Vonder, 5m).

Para a realização do experimento, montou-se um plano inclinado, sendo a parte superior deste plano apoiada sobre o macaco automotivo e a parte inferior encostada numa carteira de sala de aula, para que houvesse maior estabilidade no posicionamento do plano.

Foram colocados dois objetos, uma calculadora e um disquete, um de cada vez, na parte superior do plano inclinado de madeira. Um integrante do grupo ficou encarregado de girar vagarosamente a manivela do macaco.

O ângulo de inclinação do plano foi assim aumentado gradativamente até que o objeto deslizesse pelo plano. Outro integrante do grupo mediu o comprimento total do plano inclinado, ficando também encarregado de medir a altura do plano em relação ao chão. Ambas as medidas foram feitas por uma trena, para posteriormente calcular o valor do ângulo no momento de deslize do objeto.

Foram feitas seis medições com cada objeto e encontrado o ângulo de inclinação na iminência do movimento para cada objeto.

Resultados e Discussão

Depois de obtidas as medidas, comprimento (distância) e altura do plano inclinado, foi calculada a média da altura e utilizou-se uma equação para encontrar o ângulo para essa altura média.

Montamos então a tabela 2, a seguir, com todas as medidas efetuadas e valores médios calculados.

Tabela 2 – Medidas e médias obtidas

Disquete						
Medidas	1	2	3	4	5	6
Altura (m)	0,542	0,544	0,546	0,538	0,545	0,544
Média (m)	0,543					
Distância (m)	1,502					
Ângulo (graus)	21,2					

Calculadora						
Medidas	1	2	3	4	5	6
Altura (m)	0,515	0,518	0,527	0,525	0,529	0,524
Média (m)	0,523					
Distância (m)	1,502					
Ângulo (graus)	20,4					

A equação utilizada para encontrar o ângulo foi:

$$\text{Sen } \theta = h / D \quad (\text{eq.1})$$

onde h é a altura, D é o comprimento da rampa e θ , o ângulo de inclinação do plano.

Para o disquete, obtivemos:

$$\begin{aligned} \text{Sen } \theta &= 0,543 / 1,502 \\ \text{Sen } \theta &= 0,362 \\ \theta &= \text{Sen}^{-1} 0,362 \\ \theta &= 21,2 \text{ graus} \end{aligned}$$

Para a calculadora, o resultado foi:

$$\begin{aligned} \text{Sen } \theta &= 0,523 / 1,502 \\ \text{Sen } \theta &= 0,348 \\ \theta &= \text{Sen}^{-1} 0,348 \\ \theta &= 20,4 \text{ graus} \end{aligned}$$

Encontrado o ângulo, e visto que este ângulo é obtido no momento em que o corpo começa a deslizar, assumimos que a força peso (sua componente na horizontal P_x , que depende do ângulo θ) está equilibrada com a força de atrito (F_a) na situação de iminência

de movimento. Existe ainda a força normal (N), neste caso igual a componente da força peso (Py) perpendicular ao plano de deslizamento, como mostra a figura 1 [2].

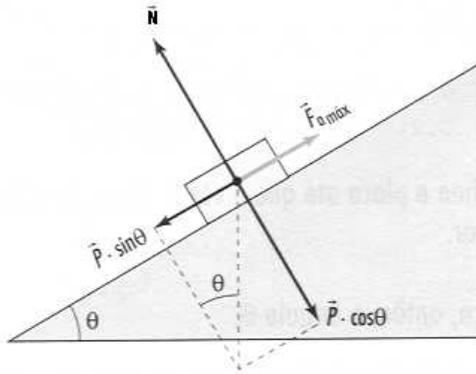


Figura 1 – Representação das forças

Na iminência de movimento, podemos afirmar que a soma das forças é igual a zero, e determinamos o coeficiente de atrito com o auxílio da equação abaixo [1].

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ P_x &= m \cdot g \cdot \text{sen}\theta \\ F_a &= \mu \cdot N \end{aligned}$$

Como a força de atrito (Fa) se opõe à força peso (Px):

$$\begin{aligned} P_x - F_a &= 0 \text{ ou} \\ m \cdot g \cdot \text{sen}\theta - \mu \cdot N &= 0 \end{aligned}$$

A partir da afirmação que $N = P_y = m \cdot g \cdot \text{cos}\theta$, temos então:

$$m \cdot g \cdot \text{sen}\theta - \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{cos}\theta = 0$$

O objetivo do relatório é de obter o coeficiente de atrito (μ):

$$\begin{aligned} \mu &= \text{sen}\theta / \text{cos}\theta \\ \mu &= \text{tg}\theta \end{aligned}$$

Pode-se então calcular os seguintes coeficientes de atrito (μ):

a) Para o disquete e a rampa:

$$\begin{aligned} \mu &= \text{tg } 21,2 \text{ graus} \\ \mu &= 0,39 \end{aligned}$$

b) Para a calculadora e a rampa:

$$\mu = \text{tg } 20,4 \text{ graus}$$

$$\mu = 0,37$$

Deste modo, o coeficiente de atrito médio para plástico deslizando num plano de madeira é dado por:

$$\begin{aligned} &(\mu_{\text{disquete}} + \mu_{\text{calculadora}}) / 2 \\ &(0,39 + 0,37) / 2 \\ \mu_{\text{médio}} &= 0,38 \end{aligned}$$

Conclusão

Podemos concluir que não é necessário saber a massa do objeto para determinar o coeficiente de atrito, bastando saber o ângulo da iminência de movimento.

O ângulo encontrado é aproximado, visto que a obtenção das medidas ocorreu quando o objeto começou a deslizar.

Os valores dos coeficientes de atrito encontrado entre os dois objetos e a rampa de madeira foram bem próximos, apesar da visível diferença de formato, espessura e massa dos dois objetos. Pode-se explicar este fato observando que ambos os objetos eram constituídos basicamente por plástico. Deste modo, determinamos um coeficiente de atrito aproximado de 0,38 para plástico deslizando sobre madeira.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Alan Ricardo da Silva Oliveira pelo empréstimo do macaco automotivo utilizado na realização do experimento.

Referências Bibliográficas

[1] Biscuola, Gualter J. e Maiali, André C. "Física". Volume único, 1ª edição, editora: Saraiva, 1996.

[2] AS FORÇAS DE ATRITO http://web.rcts.pt/luisperna/forca_atrito.htm – Acesso em 17/06/2004.