

Força de Atrito



Autor: Ricardo Gafeira

Instituição: Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra

E-mail: gafeira@mat.uc.pt

Link: http://bit.do/PTE_2_ATRITO

Resumo

Pretende-se que os alunos determinem o coeficiente de atrito entre duas superfícies usando um plano inclinado.

Contextualização da tarefa

Quando dois corpos estão em contacto, existe uma força contrária ao movimento que se chama força de atrito. É esta força que nos permite agarrar em canetas, andar de carro sem sair da estrada, entre outros exemplos. Como muitos de nós já experienciámos, se tentarmos mover um objeto que esteja em repouso sobre uma superfície, com uma força de intensidade fraca $\vec{F}$, esse objeto não se moverá. Isto acontece devido à força de atrito estática. Esta força é proporcional à reação, $\vec{F}_a = \mu_e \cdot \vec{N}$, onde $\vec{N}$ representa a força de reação normal contrária ao movimento. Contudo, esta força tem um máximo que é definido pelo coeficiente de atrito estático (estático significa parado) μ_e entre o objecto que a superfície onde este se encontra em repouso. Quando esta força é excedida, o corpo entra em movimento, entrando em ação a força de atrito cinética que tem origem no coeficiente de atrito cinético (cinético significa movimento) μ_c .

Neste caso, o movimento do corpo pode ser descrito pela equação de um corpo uniformemente acelerado que segue a seguinte fórmula:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Onde t é o tempo, a a aceleração, v_0 e x_0 são respetivamente a velocidade e posição iniciais do objeto e x a posição do objeto ao longo do tempo.



Material

//Plano inclinado
//Bloco de madeira
//Fita métrica
//Cronômetro
//Transferidor

Tempo de duração

60 Minutos

Procedimento

1) Inicialmente, o professor deverá explorar alguns exemplos de situações familiares aos alunos, onde estejam presentes a força de atrito estática e cinética. Há exemplos na contextualização da tarefa.

2) O professor deverá propor aos alunos, que determinem esses coeficientes a partir do material disponível. Deverá ser lembrado que a inclinação representa o ângulo entre o plano horizontal o plano inclinado, medido no sentido positivo. A experiência deve decorrer em duas fases distintas.

2.1) Determinação do coeficiente de atrito estático. Para cada medição, incentive os alunos a estimarem a grandeza da incerteza para o valor obtido. A ideia é que o aluno reflita sobre o instrumento/método de medida e tente quantificar um erro. Por exemplo, tipicamente numa régua graduada o erro considerado é metade da menor divisão fornecida pela régua. Isto pode ser justificado por ser a região onde não é claro, para o observador, qual o valor a atribuir. 2.1.1) Colocar o cubo sobre o plano inclinado com o ângulo igual a 0° (Imagem 1).

2.1.2) Aumentar o ângulo α até o cubo começar a escorregar. Nesse momento dever-se-á fixar o ângulo e, com um transferidor, medir a amplitude do ângulo agudo entre as duas tábuas do plano inclinado. Cada grupo de alunos deverá ter uma tabela para anotar a medida da amplitude do ângulo em causa (Imagem 2). 2.1.3) Este procedimento deverá ser repetido 10 vezes. Os registos deverão ser recolhidos pelos alunos, contudo, para minimizar o enviesamento dos dados, deverão ser os mesmos alunos a assumir a posição de movimentar o plano inclinado e a de efetuar as medições. Todos os grupos deverão registar os dados recolhidos na respetiva tabela.

2.2) Para determinar o coeficiente de atrito cinético.

2.2.1) Colocar o plano inclinado num ângulo superior ao determinado na experiência 2.1).

2.2.2) Medir o comprimento desde a aresta do cubo mais próxima do horizonte até ao final da tábua do plano inclinado, junto ao horizonte. Para facilitar, o professor poderá sugerir designar essa medida de comprimento por s . Essa distância deverá ser a maior possível (Imagem 3).

2.2.3) Deixar escorregar o cubo ao longo do percurso s e anotar o tempo que ele demorou a percorrer essa distância. Cada grupo de alunos deverá ter uma tabela para anotar a tempo ângulo em causa.

O professor deve enfatizar que, nesta fase, o momento em que o cubo começa o movimento corresponde ao momento em que deixa de estar em repouso.

2.2.4) Este procedimento deverá ser repetido 10 vezes. Os registos deverão ser recolhidos pelos alunos, contudo, para minimizar o enviesamento dos dados, deverão ser os mesmos alunos a assumir a posição de movimentar o plano inclinado e a de efetuar as medições. Todos os grupos deverão registar os dados recolhidos na respetiva tabela.

DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

- Física



NÍVEL DE ENSINO

- 10° e 11°



PALAVRAS CHAVE

- Atrito
- Plano inclinado
- Coeficiente de atrito estático
- Coeficiente de atrito cinético



OBSERVAÇÕES

- Trabalho em grupo com a supervisão do professor



Análise e interpretação dos resultados

Numa discussão em plenário, comece por perguntar aos alunos qual a relação entre a força de atrito e o ângulo (medido) do plano inclinado. É variável? É constante? Porquê?

O facto da força de atrito estática depender da inclinação do plano deverá ser explorado pelo professor, de modo a que fique explícito que quanto maior é a inclinação do plano, maior será o coeficiente de atrito estático. Contudo, essa inclinação deverá variar entre 0° e 90° .

De seguida, o professor poderá perguntar aos alunos qual o valor a adotar para ângulo de inclinação, uma vez que têm um conjunto dos 10 dados. Questões como: Qual a importância da repetição da experiência?, O que justifica a diferença entre os valores obtidos?, Quanto será um valor representativo deste conjunto de dados?, poderão ajudar a desbloquear indecisões.

Debata com a turma o facto do coeficiente ser um número e não um ângulo (como é a inclinação), e por isso, ter de ser aplicada alguma ferramenta matemática relacionada com o valor da inclinação. Na verdade, o coeficiente de atrito estático, corresponde ao declive do plano inclinado, isto é, a razão entre a variação vertical e variação horizontal do objeto sob o plano inclinado. Essa razão, declive, resulta do cálculo da tangente da inclinação.

Em conjunto, dever-se-á registar que a determinação do coeficiente de atrito estático, começa pela determinação da inclinação a partir do valor médio dos ângulos obtidos, para obter α_c .

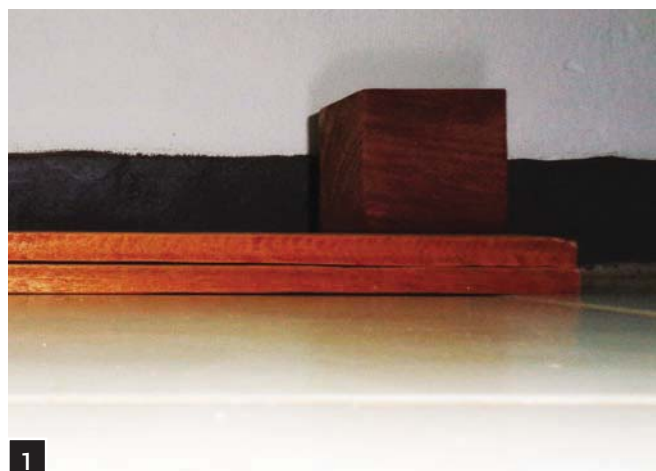
A relação $\mu_c = \tan(\alpha_c)$, para determinar o coeficiente de atrito estático, deverá resultar da exploração da definição de declive como tangente da inclinação.

Algumas questões para refletir com os alunos serão: Analisando o diagrama de forças, perceber para o ângulo de qual é a relação entre as componentes do peso (a paralela e a perpendicular em relação ao plano), a reação normal e a força de atrito. É de notar que para α_c a reação normal anula com a componente perpendicular e a força de atrito anula com a componente paralela do peso do corpo.

A mesma atitude deve ser adotada para os alunos intuïrem o valor do coeficiente de atrito cinético a partir da recolha de dados. Antes de proceder ao cálculo do coeficiente de atrito cinético, crie um ambiente de debate para que os alunos reflitam sobre as experiências realizadas.

Para obter o coeficiente de atrito cinético, comece por determinar a média dos tempos que o cubo levou a percorrer a distância s , não sem antes questionar um valor representativo para s .

Procedimentos



1



2

Usando a expressão que traduz o movimento uniformemente acelerado, podemos calcular a aceleração a que o corpo está sujeito.

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

Sabendo a aceleração a que o corpo está sujeito, podemos obter o coeficiente de atrito cinético usando a expressão:

$$a = g(\sin(\alpha) - \mu_c \cos(\alpha))$$

Onde, α é o ângulo definido no ponto 2.2 a), μ_c o coeficiente de atrito cinético, g a aceleração da gravidade e a a aceleração total a que o corpo está sujeito.

Algumas questões para refletir com os alunos serão: Existe alguma relação de ordem entre o coeficiente de atrito estático e o coeficiente de atrito cinético?

Uma extensão destas experiências poderá ser: Será que o coeficiente de atrito estático /cinético depende da área de contacto do objeto com o plano inclinado? Será que o coeficiente de atrito estático/ cinético depende na natureza das superfícies em contacto?

Tecnografia

Fundamentos de Física, Maria José B. Marques de Almeida, Maria Margarida Ramalho R. Costa, Almedina, 2012, 3.ª Edição.



Do Planeta Terra ao **Espaço**

*Sugestões de tarefas experimentais
para dentro e fora da sala de aula*



FICHA TÉCNICA

Título: Do Planeta Terra ao Espaço - Sugestões de tarefas experimentais para dentro e fora da sala de aula

Novembro 2014

Editores:

Joana Latas, Lina Canas e Paulo Jorge Lourenço

Revisores científicos:

Ricardo Gafeira, Rosa Doran e Paulo Crawford

Revisores ortográfico:

Paulo Rodrigues

Autores:

Cláudio Paulo, Joana Latas, Leonor Cabral, Lina Canas, Lúcio Carvalho, Luís Cardoso, Manuel Penhor, Paula Furtado, Paulo Jorge Lourenço, Ricardo Gafeira, Rita Guerra, Rosa Doran

Capa e composição gráfica: João daSilva

Fotografias: ESO (www.eso.org); Free Images (www.freeimages.com)

Editor: HBD, Santo António, Príncipe, São Tomé e Príncipe – Projecto Eclipse 2013

Depósito legal: 381730/14

ISBN: 978-989-20-5053-9

Impressão: Excelências Portugal – Artes gráficas

Organizações:

Projecto Eclipse 2013: História e Ciência no Príncipe

Governo da Região Autónoma do Príncipe

HBD

Matemática do Planeta Terra

NUCLIO – Núcleo Interativo de Astronomia



Apoios:

Banco Internacional de São Tomé e Príncipe

Office of Astronomy for Development – International Astronomical Union



Colaborações:

Galileo Teacher Training Program



ISBN 978-989-20-5053-9

