



Forças como grandezas vetoriais

Objetivos: Demonstrar as propriedades vetoriais das forças e abordar suas direções de aplicação.

Pré Requisitos: Para o entendimento do experimento o aluno deverá ter noções de vetores e forças vetoriais.

Fundamentos Teóricos

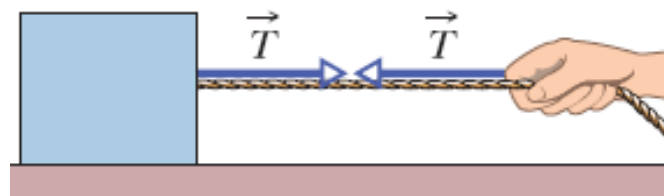
A força gravitacional é a força exercida sobre um objeto quando este está sob o efeito de um campo gravitacional de um objeto massivo, e a mesma se dá pela equação

$$\mathbf{F}_g = m\mathbf{g}, \quad (1)$$

onde \mathbf{F}_g é a força gravitacional, m é a massa do objeto em que a força gravitacional está aplicada e \mathbf{g} é a aceleração gravitacional. A força gravitacional, para um observador que se encontra na superfície de um corpo celeste (no nosso caso, a Terra), é uma força vertical, pois a mesma aponta para o centro da Terra.

Imagine uma corda amarrada em um objeto. Ao puxarmos a corda a partir da extremidade oposta à extremidade em que o objeto está amarrado, a corda aplicará uma força de **tração** ao objeto que terá o mesmo módulo da força que estamos aplicando à corda. A corda também aplicará uma força de tração à nossa mão, que é contrária e de mesmo módulo à força que estamos aplicando na corda (**Figura 1**).

Figura 1: Corda com forças de tração. Extraído de [1].



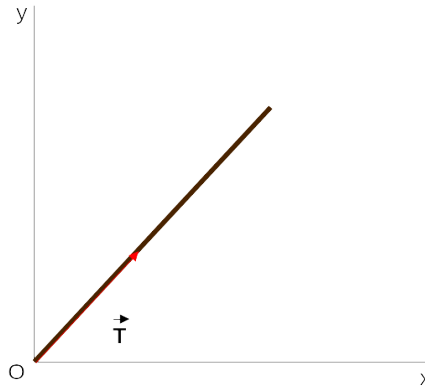
Uma corda que tem forças opostas em ambas as extremidades está sujeita a uma grandeza chamada **tensão**, que está caracterizada pela capacidade das forças de produzirem dilatação, compressão ou torção na corda. Imaginemos uma ponte sustentada por cabos de aço; não é difícil concluir que os cabos estão sob tensão, o que causa o alongamento dos mesmos. É válido ressaltar que a tensão será

a mesma em todos os pontos de um cabo de aço em específico [2].

Imaginemos um sistema bidimensional com coordenadas x e y (**Figura 2**). O eixo y é paralelo a uma parede. Em O (origem do sistema) está presa uma corda, que está sujeita a uma força em sua extremidade oposta, gerando assim tensão sob a mesma. Com isto, podemos concluir que a corda está aplicando força de tração na parede (no ponto O) e, por questão de simplificação, desprezaremos o motivo da força na outra extremidade da corda.

Sabendo o módulo da força de tração aplicada à parede e o ângulo θ entre a corda e eixo x ,

Figura 2: Sistema para demonstração de decomposição de forças.



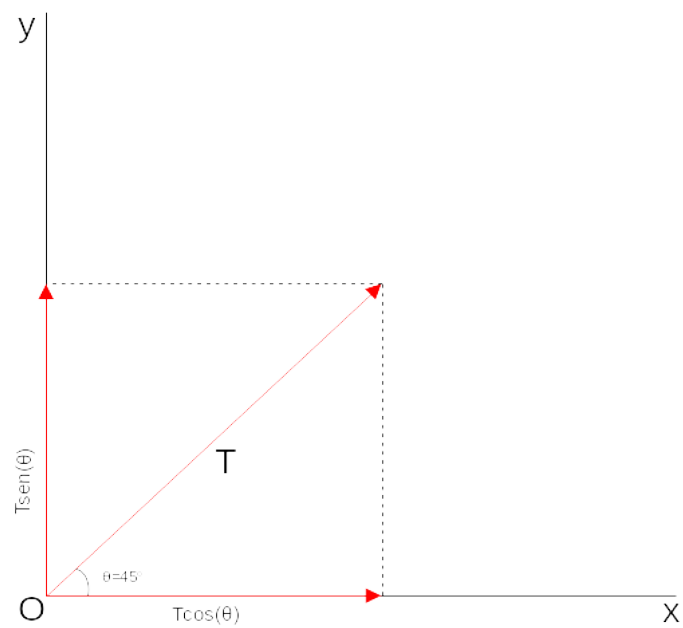
podemos decompor a força de tração em suas componentes x e y (**Figura 3**). Assim, a componente x da força de tração será

$$T_x = T \cos \theta;$$

e a componente y será

$$T_y = T \sin \theta.$$

Figura 3: Decomposição de forças.



Material Utilizado

- Corda de aproximadamente 1,5 m
- Corda de aproximadamente 0,5 m
- Livros

Procedimentos Experimentais

Empilhe os livros de sua escolha (comece com poucos ou até mesmo um). Amarre uma das extremidades da corda de 0,5 m aos livros, como mostra a **Figura 4**. Amarre a outra extremidade da

Figura 4: Livros amarrados a corda de 0,5 m



corda de 0,5 m ao centro da corda de 1,5 m, como indica a **Figura 5**.

Figura 5: Corda de 0,5 m amarrada a corda de 1,5 m.



Atividades

1. Agarrando a corda (de 1,5 m) pelas extremidades, suspenda a mesma.
2. Puxe a corda, aplicando força horizontal, pelas extremidades.
3. Aplique a força que achar necessário, com o objetivo de alinhar a corda de 1,5 m horizontalmente.

4. Adicione mais livros na extremidade da corda de 0,5 m e repita o experimento quantas vezes quiser, adicionando cada vez mais livros (peso). É importante lembrar que o peso dos livros é mais importante que a quantidade dos mesmos.

A **Figura 6** ilustra como ficou o experimento com um livro, a **Figura 7** ilustra como ficou o experi-

Figura 6: Experimento com um livro.



mento com três livros e a **Figura 8** ilustra como ficou o experimento com cinco livros.

Figura 7: Experimento com três livros.



Figura 8: Experimento com cinco livros.



Questões

1. Faça um diagrama de forças para o sistema cordas-livros.
2. Por que, ao adicionarmos cada vez mais livros, ficou cada vez mais difícil alinharmos a corda de 1,5 m?
3. Somos capazes de anular a força gravitacional imposta pela Terra nos livros aplicando forças horizontais na corda de 1,5 m?

Referências

- [1] Halliday, David; Resnick, Robert e Walker, Jearl. *Fundamentos de física, volume 1: mecânica*, tradução Ronaldo Sérgio de Biasi; - 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- [2] Sears e Zemansky, Young e Freedman. *Física 1 - Mecânica*, tradução Sonia Midori Yamamoto; revisão técnica Adir Moysés Luiz; - 12. ed. - São Paulo: Pearson Education 2008.