Introdução à Estática

Rafael - Lumen Edu

October 25, 2024

1 Introdução

A estática é a parte da física que estuda os corpos em equilíbrio, ou seja, aqueles que estão em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Para que um corpo esteja em equilíbrio, é necessário que a soma de todas as forças e torques que agem sobre ele seja zero.

2 Conceitos Fundamentais

2.1 Forças em Equilíbrio

Quando falamos de equilíbrio de forças, nos referimos à anulação das forças que atuam em um objeto. Para que um corpo esteja em equilíbrio translacional, a soma vetorial de todas as forças atuando sobre ele deve ser zero:

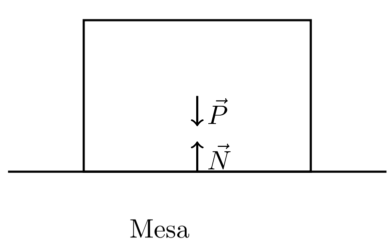
$$\sum \vec{F} = 0$$

Isso significa que as forças se cancelam mutuamente, e o corpo não acelera.

2.1.1 Exemplo de Forças em Equilíbrio

Imagine um bloco em repouso sobre uma mesa. Existem duas forças principais agindo sobre ele: a força peso ($\vec{P}$) para baixo e a força normal ($\vec{N}$) exercida pela mesa para cima. Como o bloco está em equilíbrio, essas forças se anulam:

$$\vec{N} + \vec{P} = 0$$



2.2 Torque

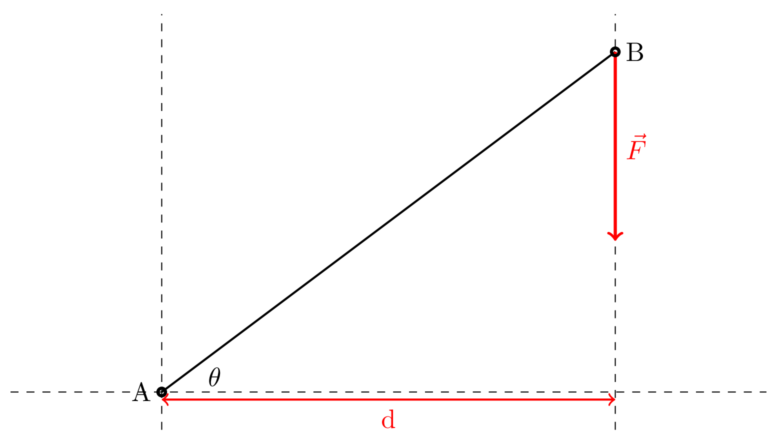
O torque (ou momento) é a grandeza física que mede a capacidade de uma força provocar rotação em um corpo. Ele depende da força aplicada e da distância entre o ponto de aplicação da força e o ponto de rotação (braço de alavanca). A fórmula para o torque é:

$$\tau = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$$

Onde:

- τ é o torque.
- F é a força aplicada.
- d é a distância do ponto de rotação (braço de alavanca).
- θ é o ângulo entre a força e o braço de alavanca. Normalmente o ângulo é de 90° e portanto o seno é igual à 1.

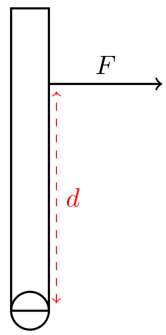
Outra maneira de se pensar para um torque com ângulo de aplicação diferente de 90° é com o "braço efetivo", que é a distância do ponto de aplicação da força até a reta paralela à força que contém o ponto no qual se quer obter o torque. Isso é mais fácil de se explicar com uma imagem:



Nesse caso a distância do ponto de aplicação B para a reta paralela à força que contém o ponto A é igual à d. Portanto, o torque em A é $\tau = Fd$

2.2.1 Exemplo de Torque

Imagine uma porta sendo aberta. A força F é aplicada perpendicularmente à porta em sua extremidade, e o ponto de rotação é a dobradiça. Quanto maior a distância d (distância da força ao ponto de rotação), maior o torque. Veja no exemplo uma representação da porta vista por cima:



Logo, o torque sobre a dobradiça nesse caso é $\tau = Fd$

3 Condições de Equilíbrio

Para que um corpo esteja em equilíbrio estático, duas condições devem ser atendidas:

- **Equilíbrio Translacional:** A soma de todas as forças atuando no corpo deve ser zero:
$$\sum \vec{F} = 0$$
- **Equilíbrio Rotacional:** A soma de todos os torques em relação a um ponto deve ser zero:
$$\sum \tau = 0$$

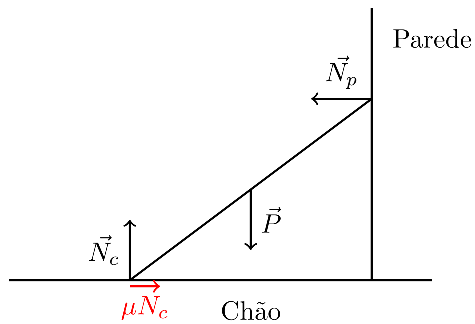
3.0.1 Exemplo Prático

Um exemplo clássico de equilíbrio estático é o de uma barra apoiada em dois pontos (como uma gangorra). Para que a barra fique em equilíbrio, as forças de cada lado devem se anular, e os torques em relação a um ponto de apoio devem ser iguais em magnitude, mas opostos em sentido.

4 Aplicações de Torque e Equilíbrio

4.1 Exemplo 1: Equilíbrio de uma Escada

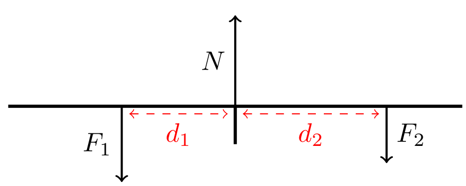
Uma escada de comprimento l e inclinação com o solo θ está encostada em uma parede e está em equilíbrio. As forças que atuam sobre a escada são o peso da escada, a força normal da parede, a força normal do chão e atritos com o chão e possivelmente com a parede. É possível que haja atrito apenas com o chão, porém este é obrigatório, já que as forças na horizontal tem que se conservar e a única força que pode anulas a normal da parede é o atrito com o chão.



Além disso, a soma dos torques para qualquer ponto da escada (contato com a parede, centro e contato com o chão) deve ser nula. Por exemplo, escolhendo o contato com o chão o torque do atrito e da normal com o chão são nulos. Já o torque do peso e da normal com a parede são $\tau_p = \vec{P}.\frac{l}{2}.\cos\theta$ e $\tau_{N_p} = \vec{N}_p.l.\sin\theta$ (o cosseno é utilizado porque o ângulo entre o braço de alavanca e a força é complementar com o ângulo entre a escada e o chão). Para o equilíbrio estático:
$\mu N = \vec{N}_p \quad$ e $\quad \vec{P} = \vec{N}_c$
$\vec{P}.\frac{l}{2}.\cos\theta = \vec{N}_p.l.\sin\theta$
$\vec{P}.\frac{l}{2}.\cos\theta + \mu.N_c.l\sin\theta = \vec{N}_c.l.\cos\theta$

4.2 Exemplo 2: Alavanca

Uma alavanca é uma aplicação direta do conceito de torque. Para que uma alavanca fique em equilíbrio, o torque aplicado de um lado deve ser igual ao torque aplicado do outro lado.



Nesse caso, para o sistema estar estático, teremos que:

$$F_1.d_1 = F_2.d_2 \quad \text{e} \quad F_1 + F_2 = N$$

5 Conclusão

O estudo da estática é fundamental para entender como forças e torques interagem para manter os corpos em equilíbrio. Através de exemplos práticos como a aplicação de forças em escadas, portas e alavancas, conseguimos perceber a importância do equilíbrio de forças e torques no nosso cotidiano. Esses conceitos são aplicáveis em diversas áreas, como a engenharia civil, mecânica e arquitetura, garantindo que estruturas e máquinas funcionem de forma estável e segura.