www.estudar.com.vc

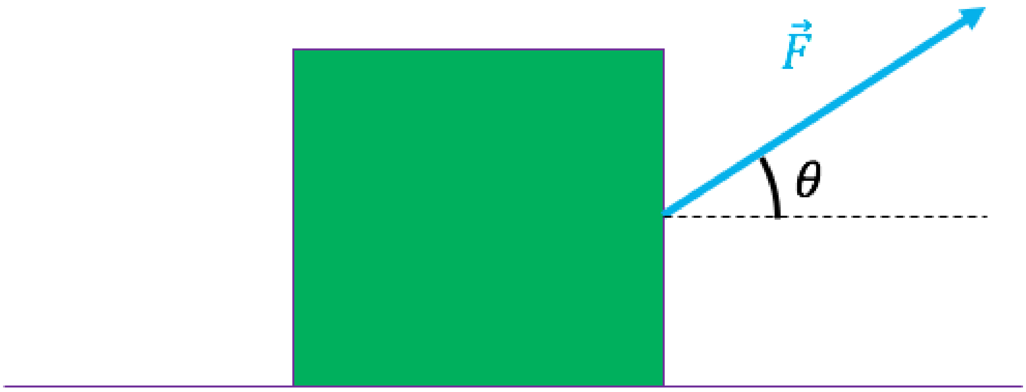
Dinâmica Fundamental

Componentes da Resultante I

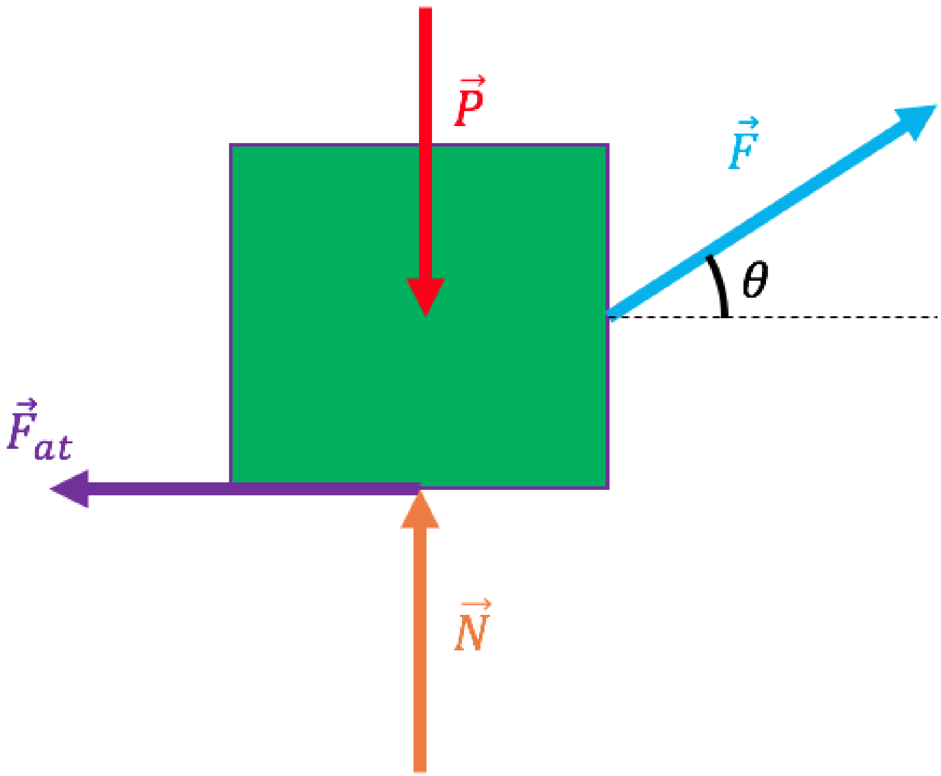
Explicação

Em muitos exercícios, é interessante dividir a força resultante nas suas **componentes** para obter alguns dados úteis.

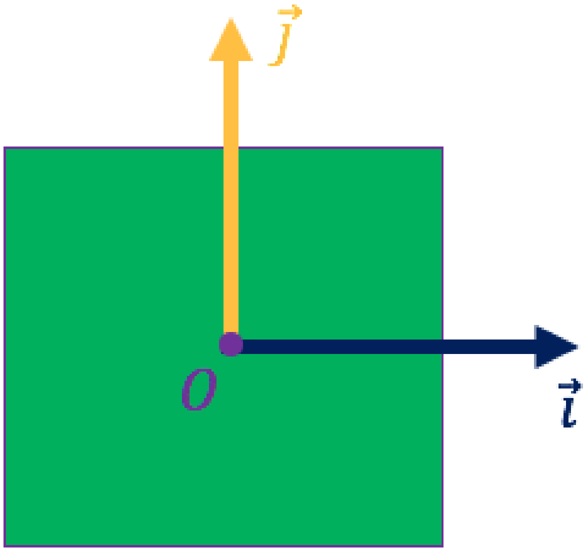
Imagine que um bloco de massa m em um planeta com gravidade g sofra um força de intensidade F. Tudo isso numa superfície rugosa de coeficiente de atrito cinético μ, como mostrado abaixo:



Caso a gente queira obter a aceleração desse bloquinho, vamos precisar, primeiro, do diagrama de forças:



Algo que torna nosso problema mais prático e rigoroso é adotar um **sistema de coordenadas**. Para corpos que aceleram **em linha reta**, recomenda-se usar o **cartesiano** com origem no centro do bloquinho no início do movimento:



Agora para encontrar a aceleração, é preciso usar a **Segunda Lei de Newton**:

$$\vec{F}_R = m\vec{a}$$

E as forças mostradas no diagrama de corpo livre devem ser decompostas em vetores nas direções $\hat{\imath}$ e $\hat{\jmath}$. A força **peso**, por exemplo, aponta na **vertical** para **baixo**, ou seja, **mesma direção** de $\hat{\jmath}$ mas **sentido oposto**. Usando o fato do módulo da força peso ser $P = mg$:

$$\vec{P} = -mg\,\hat{\jmath}$$

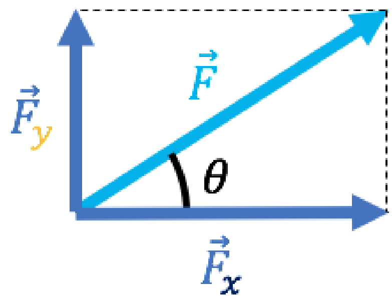
Já a **Normal** aponta na **mesma direção e sentido** de $\hat{\jmath}$ e que possui módulo N:

$$\vec{N} = N\,\hat{\jmath}$$

A **força de atrito** tem mesma direção de $\hat{\imath}$ porém sentido diferente. Se usarmos que a força de atrito cinética tem módulo $F_{at} = \mu N$:

$$\vec{F}_{at} = -\mu N\ \hat{\imath}$$

E a última força aplicada no bloquinho é a força de intensidade F indicada na figura. Ela não aponta diretamente para nenhuma das direções dos versores descritos, então precisa ser **decomposta**:



Nessa situação, a decomposição ficaria:

$$\vec{F} = F\cos\theta\ \hat{\imath} + F\sin\theta\ \hat{\jmath}$$

E por fim, com a aplicação da Segunda Lei de Newton, teremos:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{at} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$-mg\ \hat{\jmath} + N\ \hat{\jmath} + (-\mu N\ \hat{\imath}) + (F\cos\theta\ \hat{\imath} + F\sin\theta\ \hat{\jmath}) = m\vec{a}$$

Separando tudo por componentes $\hat{\imath}$ e $\hat{\jmath}$ e escrevendo a aceleração como $\vec{a} = a_x\hat{\imath} + a_y\hat{\jmath}$:

$$(F\cos\theta - \mu N)\hat{\imath} + (F\sin\theta + N - mg)\hat{\jmath} = ma_x\hat{\imath} + ma_y\hat{\jmath}$$

Agora entra a **divisão da resultante** em componentes. Para que a igualdade seja válida, o que acompanha $\hat{\imath}$ e $\hat{\jmath}$ deve ser igual dos **dois lados da igualdade**:

$$F\cos\theta - \mu N = ma_x$$

$$F\sin\theta + N - mg = ma_y$$

E para chegar na resposta final esperada, deve-se analisar cada componente em questão. Em y, ou na vertical, considera-se que **não há aceleração** $a_y = 0$, pois o chão é rígido e a força F não é o suficiente para levantar o bloco. Então teremos aceleração apenas em x.

Mesmo assim, precisamos do módulo da força normal em função das variáveis do problema, para calcular a força de atrito. Para isso, usamos a **componente vertical**:

$$F\sin\theta + N - mg = 0$$

Descobrimos que N, nesse caso, seria:

$$N = mg - F\sin\theta$$

E, para descobrir a aceleração em x, vamos usar a **componente horizontal**:

$$F\cos\theta - \mu N = ma_x$$

Ficando então:

$$F\cos\theta - \mu mg + \mu F\sin\theta = ma_x$$

$$a_x = \frac{F\cos\theta - \mu mg + \mu F\sin\theta}{m}$$

Escrevendo na forma vetorial:

$$\vec{a} = a_x\hat{\imath} + a_y\hat{\jmath}$$

$$\vec{a} = \frac{F\cos\theta - \mu mg + \mu F\sin\theta}{m}\hat{\imath}$$