

# ROTEIRO p SIMULAÇÃO: SEGUNDA LEI DE NEWTON

Prof. Nildo Loiola Dias

## 1 OBJETIVOS

- Estudar a segunda lei de Newton.
- Determinar a aceleração da gravidade local pela aplicação da segunda lei de Newton.
- Determinar a massa de um corpo pela aplicação da segunda lei de Newton.
- Determinar a força sobre um corpo pela aplicação da segunda lei de Newton.
- Determinar o coeficiente de atrito cinético entre duas superfícies.

## 2 MATERIAL

Simulação sobre a segunda lei de Newton:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/segunda-lei-newton>

## 3 FUNDAMENTOS

A **Segunda Lei de Newton** afirma que um corpo sob a ação de uma força resultante  $\mathbf{F}$ , não nula, em um referencial inercial, adquire uma aceleração  $\mathbf{a}$  na mesma direção e sentido da força resultante, com magnitude proporcional à intensidade da força  $\mathbf{F}$  e inversamente proporcional à massa  $m$  do corpo:

$$\mathbf{a} = \mathbf{F}/m \quad (1)$$

No caso particular de uma força  $\mathbf{F}$  constante, o corpo de massa  $m$  terá uma aceleração  $\mathbf{a}$  constante, e o movimento descrito pelo corpo será um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Assim, em uma dimensão, podemos analisar as relações entre essas grandezas usando apenas seus módulos.

$$a = F/m \quad (2)$$

A equação 2 acima pode ser reescrita como:

$$F = ma \quad (3)$$

A equação 3 acima sintetiza a segunda lei de Newton. Ela não é uma definição de força, ela indica que se uma força  $F$  (ou uma resultante  $F$ ), for aplicada sobre um corpo de massa  $m$ , o mesmo se deslocará com aceleração  $a$ .

## VERIFICAÇÃO DA SEGUNDA LEI DE NEWTON

Na simulação **Segunda Lei de Newton**, o usuário poderá verificar a segunda lei de Newton escolhendo somente parâmetros conhecidos (aceleração da gravidade, sem atrito, força e massa) e calculando a aceleração do movimento a partir do tempo “medido” no cronômetro da própria simulação.

A aceleração do movimento,  $a$ , pode ser determinada conhecendo-se o tempo de movimento  $t$  e a distância percorrida (20 m), uma vez que o movimento é uniformemente acelerado, com velocidade inicial zero:

$$x = (1/2) at^2 \quad (4)$$

assim,

$$a = 2x/t^2 \quad (5)$$

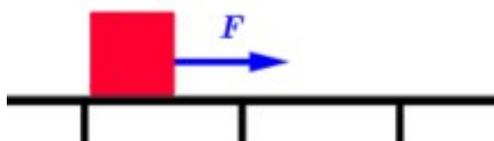
Desta forma, a aceleração obtida de acordo com a Equação 5 poderá ser comparada com aquela baseada na **segunda lei de Newton**, Equação 2.

## DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DESCONHECIDOS; ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE, COEFICIENTE DE ATRITO CINÉTICO, FORÇA E MASSA

### a) SISTEMA SEM ATRITO

Consideremos o sistema sem atrito, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Corpo sobre uma superfície horizontal sem atrito, sujeito a uma força F.



Fonte: próprio autor.

Como sobre o corpo de massa  $m$  atua apenas a força de módulo  $F$  (na direção horizontal), vale a segunda lei de Newton:

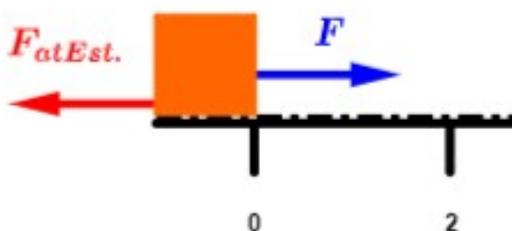
$$F = ma$$

A aceleração pode ser determinada pela equação 5, então, usando uma força conhecida é possível determinar uma massa desconhecida e vice-versa.

### b) SISTEMA COM ATRITO

Consideremos o sistema com atrito, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Corpo sobre uma superfície horizontal com atrito, sujeito a uma força F.



Fonte: próprio autor.

Pode acontecer que a força  $F$  sobre o corpo, não tenha intensidade suficiente para vencer a força de atrito que se opõe ao movimento, assim, como a resultante é nula, o corpo permanece parado. Entretanto, se a força  $F$ , for maior do que a força de atrito máxima entre o bloco e a superfície, Figura 3, haverá uma resultante diferente de zero e o corpo terá movimento acelerado de acordo com a segunda lei de Newton:

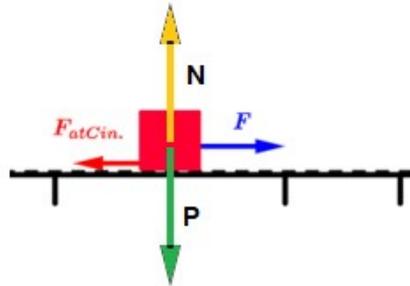
$$F - F_{atCin} = m.a \quad (6)$$

Como a força de atrito cinético é dada por:

$$F_{\text{atCin}} = \mu_{\text{Cin}}N \quad (7)$$

Onde  $\mu_{\text{Cin}}$  é o coeficiente de atrito cinético e  $N$  a força normal, que por sua vez é igual ao peso ( $N=P$ ).

Figura 3 – Corpo sobre uma superfície horizontal com atrito, sujeito a uma força  $F$  em movimento.



Fonte: próprio autor.

Podemos reescrever a equação 6 como:

$$F - \mu_{\text{Cin}}N = m.a \quad (8)$$

$$F - \mu_{\text{Cin}}mg = m.a \quad (9)$$

Assim, a aceleração da gravidade ou o coeficiente de atrito cinético podem ser determinados, usando na simulação, valores conhecidos das demais grandezas.

#### 4 PROCEDIMENTOS

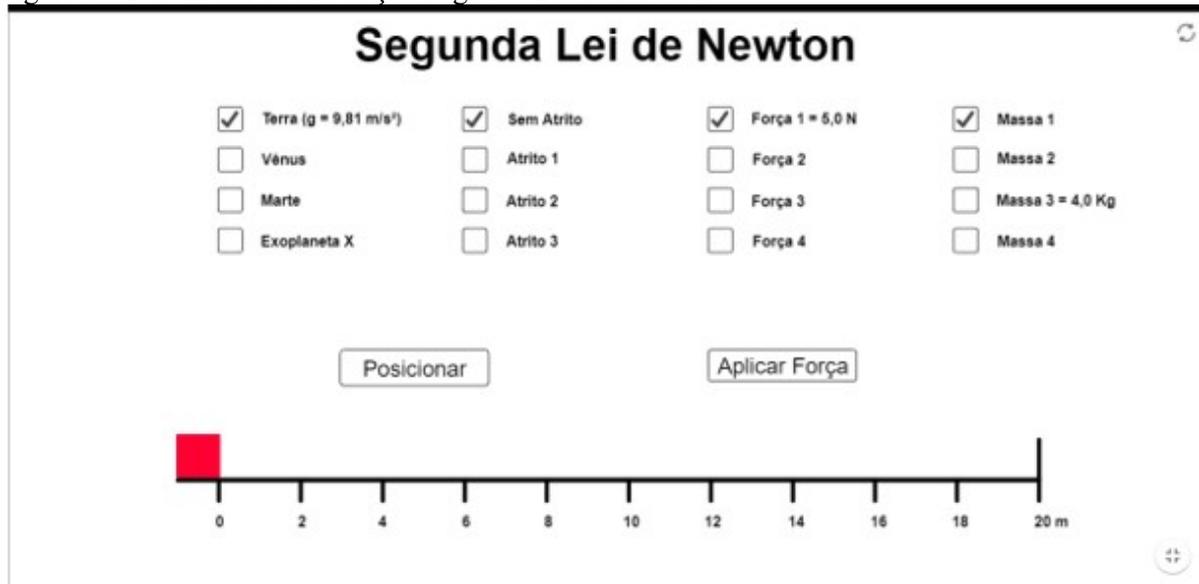
Para a realização dos procedimentos a seguir será necessário acessar a simulação Segunda Lei de Newton através do link: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/segunda-lei-newton>

Na Figura 4 podemos ver a tela inicial da simulação sobre a Segunda Lei de Newton. Esta simulação permite o estudo da segunda lei de Newton ao aplicar uma força horizontal constante sobre um corpo que pode se movimentar sobre uma superfície horizontal. Uma escolha de parâmetros conhecidos (gravidade, coeficiente de atrito, força e massa) permite a verificação da segunda lei de Newton. A segunda lei de Newton também pode ser utilizada para determinar os parâmetros desconhecidos (gravidade, coeficiente de atrito, força e massa). Um cronômetro permite medir o tempo de movimento e com isso calcular a aceleração do sistema de modo a relacionar com a força resultante. A simulação permite determinar os coeficientes de atrito cinético, mas não permite a determinação dos coeficientes de atrito estático.

A seguir os controles da simulação:

- Escolha um planeta dentre 4 possibilidades. Assim será escolhida a aceleração da gravidade local.
- Escolha um coeficiente de atrito dentre 4 possibilidades.
- Escolha uma força horizontal constante, dentre 4 possibilidades.
- Escolha a massa do corpo dentre 4 possibilidades.
- O botão APLICAR FORÇA permite verificar o movimento do corpo (se a força aplicada for maior do que a força de atrito estático) e ao mesmo tempo aciona o cronômetro.
- O botão POSICIONAR coloca o bloco na posição inicial, zera o cronômetro e permite uma nova escolha das variáveis.

Figura 4 - Tela inicial da simulação Segunda Lei de Newton.



Fonte: próprio autor.

#### PROCEDIMENTO 1: Verificação da Segunda Lei de Newton.

1.1 Escolha Terra.

1.2 Marque Sem Atrito, Força 1 e massa 3.

1.3 Pressione “Aplicar Força” e anote o tempo de movimento: \_\_\_\_\_.

1.4 Calcule a aceleração:

(a) de acordo com a equação 5. Anote: \_\_\_\_\_.

(b) de acordo com a equação 2. Anote: \_\_\_\_\_.

Comente.

#### PROCEDIMENTO 2: Determinação de uma massa desconhecida.

2.1 Faça escolhas (Planeta, Força, etc) de modo a determinar a Massa 1.

2.2 Anote suas escolhas e descreva o procedimento usado para a determinação da Massa 1.

#### PROCEDIMENTO 3: Determinação do coeficiente de atrito cinético.

3.1 Faça escolhas (Planeta, Força, etc) de modo a determinar o coeficiente de atrito cinético (Atrito 1).

3.2 Anote suas escolhas e descreva o procedimento usado para a determinação do coeficiente de atrito cinético (Atrito 1).

#### PROCEDIMENTO 4: Determinação da aceleração da gravidade do Exoplaneta X.

4.1 Faça escolhas (Força, Massa, etc) de modo a determinar a aceleração da gravidade do Exoplaneta X.

4.2 Anote suas escolhas e descreva o procedimento usado para a determinação da aceleração da gravidade do Exoplaneta X.

### 5 QUESTIONÁRIO

- 1- Escolhendo: Terra, Sem Atrito, Força 1 e Massa 3, é possível determinar o tempo de movimento para o corpo percorrer 20 m. Calcule o tempo para o corpo percorrer os primeiros 10 m.
- 2- Escolha: Terra, Sem Atrito e Força 1. Escolha sucessivamente, Massa 1, Massa 2, Massa 3 e Massa 4. Anote os tempos para o deslocamento de 20 m de cada massa. Baseado nos tempos obtidos ordene as massas em ordem crescente. Justifique.
- 3- Escolha: Terra, Sem Atrito e Massa 3. Escolha sucessivamente, Força 1, Força 2, Força 3 e Força 4. Anote os tempos para o deslocamento de 20 m da Massa 3 para cada força. Baseado nos tempos obtidos ordene as forças em ordem crescente. Justifique.
- 4- Escolha: Terra, Atrito 1, Força 4 e Massa 1. Anote o tempo para o deslocamento de 20 m da Massa 1. Repita o procedimento para os outros planetas. Baseado nos tempos obtidos ordene as acelerações da gravidade dos planetas em ordem crescente. Justifique.
- 5- Baseado nos resultados da questão anterior, considerando uma mesma massa, onde é maior a força de atrito cinético, em Vênus ou no Exoplaneta X? Justifique.