

1
livro

5
aula

DINÂMICA II - 2ª LEI DE NEWTON

META

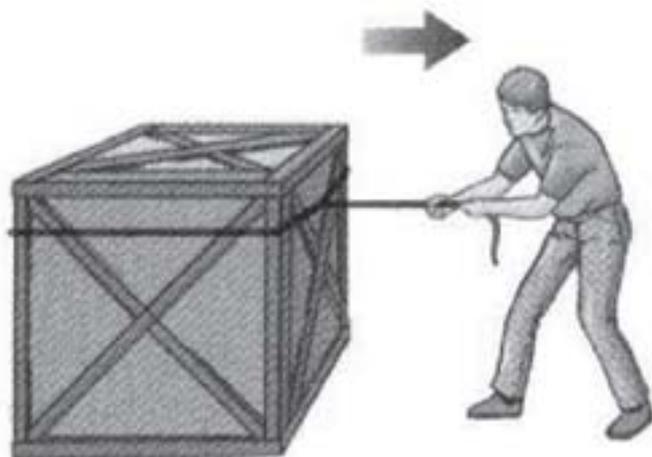
Realizar pequenos experimentos para introduzir conceito de massa e a segunda lei de Newton.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
definir massa, calcular a aceleração que uma massa sofre ao ser aplicada uma força sobre ela, identificar as forças de contato e de tração em cordas que ligam corpos e utilizar a segunda lei de Newton para calcular mudanças nos estados de movimentos de corpos.

PRÉ-REQUISITOS

Saber utilizar gráficos em papel milimetrado, distinguir grandeza vetorial e grandeza escalar, representar uma grandeza vetorial, identificar as características de uma grandeza vetorial e somar vetores.



(Fonte: <http://www.trabalhonota10.com>)

Olá, caro aluno! Seja bem-vindo a mais um de nossos encontros nesta disciplina. Esperamos que você esteja assimilando os conteúdos abordados até agora. Na última aula, você aprendeu a realizar pequenos experimentos para introduzir o conceito de força e a 1ª Lei de Newton (Princípio da inércia).

INTRODUÇÃO

Nesta aula, vamos estudar mais uma das leis ou princípios fundamentais utilizada na análise dos movimentos dos corpos, ou seja, a 2ª lei de Newton (Princípio Fundamental da Mecânica). Essa lei constitui uma das três leis básicas da Mecânica. O principal responsável na elaboração dessa lei do movimento dos corpos foi Newton. Seus ensinamentos permitiram verificar a dependência da intensidade da força \mathbf{F} e da massa \mathbf{m} do corpo com aceleração \mathbf{a} .



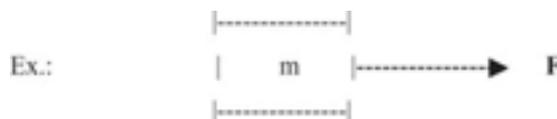
(Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br>)

O CONCEITO DE MASSA E A 2ª LEI DE NEWTON

Quando estudamos o movimento de um corpo sujeito à ação de uma força, queremos observar qual o efeito da força sobre o corpo. Sabe-se que a FORÇA altera a velocidade de um corpo. A variação da velocidade Δv durante certo intervalo de tempo Δt é aceleração **a**.

CONCEITO DE MASSA

Portanto, um corpo sob ação de uma força única adquire uma aceleração de mesma direção e sentido da força **F**. O efeito da força sobre o corpo é chamado **aceleração**.



O valor da força **F** que atua num corpo de massa **m** é diretamente proporcional à aceleração adquirida pelo corpo.

Boxe $F = m \cdot a$ 2ª lei de Newton.

A 2ª lei de Newton também é definida por $F = dp / dt$. De acordo com essa equação, FORÇA é a taxa temporal do momento.

Sabe-se que $p = m \cdot v$ logo,
 $F = m \cdot dv / dt = m \cdot a$

Experimentalmente, verificou - se o seguinte:



- | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
| a. $F = m \cdot a$ | 2. $2F = m \cdot a$ | 3. $3F = m \cdot a$ |
| $20 = 10 \cdot a$ | $40 = 10 \cdot a$ | $60 = 10 \cdot a$ |
| $a = 2 \text{ m/s}^2$ | $a =$ | $a =$ |

Caro aluno observe nos exemplos acima que quando uma força age no corpo ele adquire uma aceleração. À medida que o valor da força foi aumentando, o valor da aceleração também aumentou. Portanto, duplicando o valor da força a aceleração será duplicada. Triplicando o valor da força, o valor da aceleração será triplicado. Quadruplicando o valor da força o valor da aceleração será quadruplicado....

Newton observou que o valor da FORÇA aplicado a um corpo é diretamente proporcional à aceleração produzida por ela.

Para um corpo ou partícula a relação \mathbf{F} / \mathbf{a} experimentalmente constatou – se que é constante e característico para cada partícula. A constante de proporcionalidade foi chamada de massa do corpo.

MASSA de uma partícula é a relação entre o módulo da força aplicada à partícula e o valor da aceleração adquirida.

$$m = F / a$$

$$F = m \times a$$

$$a = F / m \quad \text{equação 1}$$

Observe a equação 1 e veja que para uma mesma força \mathbf{F} apli-



(Fonte: <http://garatujando.blogs.sapo.pt>)

cada a corpos diferentes (m_1 , m_2 ...), quanto maior a massa do corpo menor a aceleração adquirida por ele, ou seja, maior a dificuldade de modificar sua velocidade ou estado de inércia.

Caro aluno, se você for aplicar uma força para empurrar uma moto ou um caminhão, é fácil perceber que a velocidade do caminhão

será mais difícil de ser modificada, pois ele tende a permanecer parado ou em **inércia de repouso**. Quanto maior for a massa de

uma partícula, maior será sua inércia. Portanto, a massa de uma partícula é uma medida da inércia dessa partícula.

ENUNCIADO DA SEGUNDA LEI DE NEWTON

A resultante das forças aplicada a uma partícula é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida.

A segunda lei de Newton fornece a intensidade da força que modifica o estado de movimento dos corpos. A resultante das forças aplicada a um ponto material é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida. Este princípio estabelece uma proporcionalidade entre causa (força) e efeito (aceleração).

No Sistema Internacional de unidades (SI), a unidade de massa é o **quilograma (kg)** e a unidade de aceleração é o **m/s²**.

Aplicando o princípio fundamental da Dinâmica temos a unidade de força Newton (N).

$$F_r = m \cdot a$$

$$1 \text{ N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

No sistema CGS a unidade de massa é o grama (g), a unidade de aceleração é o cm/s² e a unidade de força é o dina (dyn).

$$\text{Dyn} = \text{g} \cdot \text{cm/s}^2$$

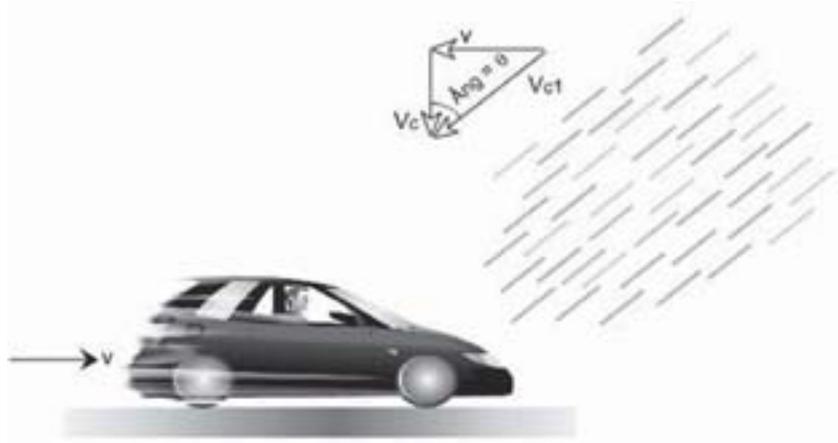
Relação entre o Newton e o dina:

$$1 \text{ N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ N} = 10^3 \text{g} \cdot 10^2 \text{cm/s}^2$$

$$1 \text{ N} = 10^3 \cdot 10^2 \text{g} \cdot \text{cm/s}^2$$

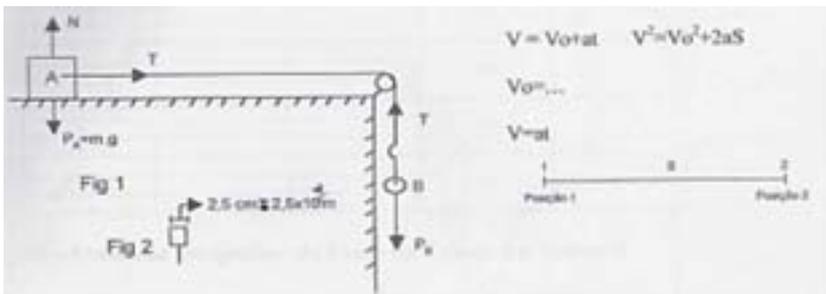
$$1 \text{ N} = 10^5 \text{dyn}$$



(Fonte: <http://www.deducoeslogicas.com/luz>)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. O carrinho é posicionado no disparador do trilho de ar e preso a outra extremidade de um fio que passa por uma roldana praticamente sem atrito. A outra extremidade desse fio é amarrada a um porta pesos que fica suspenso na vertical. Ao desligarmos a chave, a corrente que alimenta o eletroímã do disparador do carrinho cessa, o carrinho entra em movimento e sob ação da força peso das massas penduradas no porta – peso, adquire Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). O Tempo de percurso desde o lançamento em X_0 até certa posição X é medido colocando – se a fotocélula em determinada posição escolhida.
2. Ligue a turbina e aumente o fluxo de ar até o máximo. Posicione o carrinho sobre o trilho de ar e verifique se ele está nivelado.
3. Determine a massa do carrinho com a haste e o conector do fio.
4. Instale o fio no carrinho e prenda – o ao eletroímã ligando a chave.
5. Ligue o cronômetro digital e verifique se está zerado.
6. Coloque massas aferidas no porta – peso, desligue a chave e anote os valores das massas dos corpos, dos pesos pendurados, o tempo registrado no cronômetro e as posições S escolhidas.
7. Meça três vezes o tempo de lançamento do carrinho.
8. Preencha as tabelas 1 e 2.



A - Tabela 1

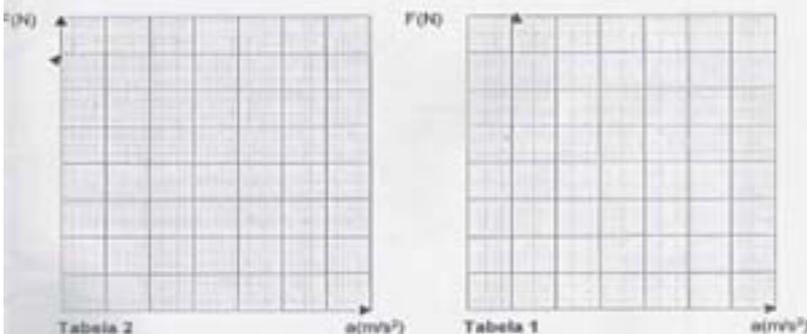
M_2 (kg)...	t(s)	$\frac{V^2 - V_0^2}{d}$ (m/s ²)	$\frac{V^2}{d}$ (m/s ²)	t(s)	$\frac{V^2 - V_0^2}{d}$ (m/s ²)	$\frac{V^2 - V_0^2}{2d}$ (m/s ²)	$\frac{V^2}{2d}$ (m/s ²)
60							
90							
120							
150							
200							

A força que causa aceleração nas massas M_1 e M_2 é o
 $V = V_0 + at$

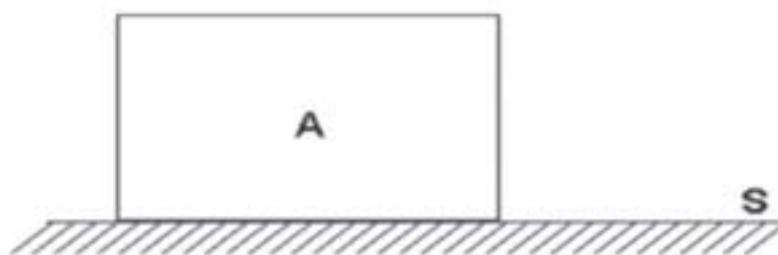
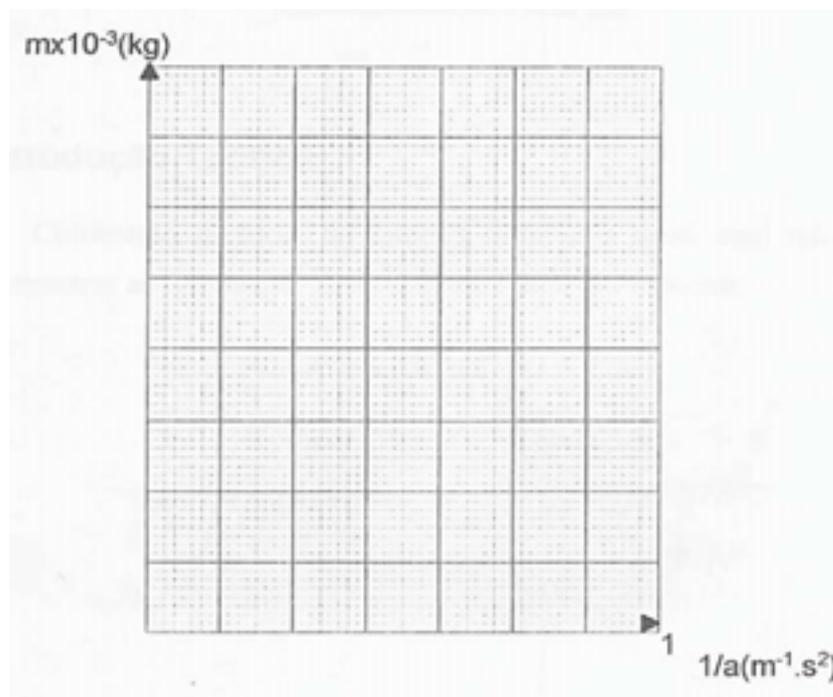
B - Tabela 2

$\frac{V^2 - V_0^2}{d}$ (m/s ²)	$\frac{V^2 - V_0^2}{d}$ (m/s ²)	$\frac{V^2 - V_0^2}{d}$ (m/s ²)	M_2	$P_A = m_2 g$ (N)
			60	
			90	
			120	
			150	
			200	

C - Construa um gráfico de F vs. a da Tabela 2 e Tabela 1



D - Construa um gráfico de $m \times 1/2$



(Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/>)

Exemplo de aplicação:

Um corpo de massa m é puxado através de uma corda ligada a ele por uma força de 10 N. Qual a aceleração adquirida pelo corpo?



Pela segunda lei de Newtono

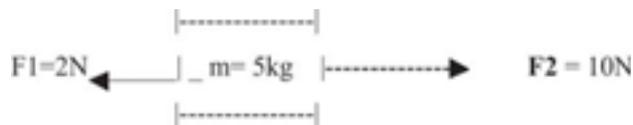
$$F = m \times a$$

$$10 = 5 \times a$$

$$a = 10 / 5$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

Aplicação da lei de Newton quando mais de uma força age em um corpo.



Neste caso, quem vai causar modificação na velocidade do corpo é a força resultante F_r

$$F_r = m \times a$$

$$(F_2 - F_1) = 5 \times a$$

$$(10 - 2) = 5a$$

$$8 = 5a$$

$$a = 8 / 5$$

$$a = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Diante do conteúdo estudado nesta aula, podemos concluir que quanto maior for a massa de uma partícula, maior será sua inércia, e que a massa de uma partícula é uma medida da inércia dessa partícula. Além disso, constatamos que o valor

CONCLUSÃO

da FORÇA aplicado a um corpo é diretamente proporcional à aceleração produzida por ela, e que a aceleração adquirida por uma partícula é diretamente proporcional à força aplicada sobre ela.

RESUMO



Nesta aula, aprendemos como a velocidade de um corpo pode ser modificada e que a aceleração adquirida por uma partícula é diretamente proporcional à força aplicada sobre ela. Que a massa de uma partícula é uma medida da inércia dessa partícula. A resultante das forças aplicada a um ponto material é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida.

$$F_r = m \times a$$

NOTA EXPLICATIVA

O segundo princípio de Newton estabelece uma proporcionalidade entre causa (força) e efeito (aceleração). A massa de uma partícula é uma medida da inércia dessa partícula.

No Sistema Internacional de unidades (SI) a unidade de massa é o quilograma (kg) e a unidade de aceleração é o m/s^2 .



Na próxima aula, prezado aluno, você vai trabalhar com a força de resistência de movimento dos corpos, a força de atrito **F_a** com aplicação da 2ª lei de Newton.

REFERÊNCIAS

MORETTO, Vasco Pedro; Lenz, Urbano. Mecânica – Física em Módulos de Ensino. 2º grau. São Paulo: Editora Ática S.A. 1980.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê; ROBILLOTA, Cecil. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row, 1982.

PUGLIESI NETTO, Humberto; SUAREZ, Francisco; CARNEIRO NETO; RODRIGUES, Oscar de Sá;. **Física Experimental**. São Paulo: Nobel, 1975.

ALONSO, Marcelo. E FINN, Edward J. **Física**. Tradutoras, Maria Alice Gomes da Costa e Maria de Jesus Vaz de Carvalho. São Paulo: Addison Wesley Longman do Brasil Ltda, 1999