

UNIDADE 4

UNIDADE IV

4.1 TÍTULO : LEIS DE NEWTON

4.2 OBJETIVO

Usando o trilho de ar, comprovar experimentalmente as Leis de Newton para um movimento unidimensional uniformemente acelerado.

4.3 TEORIA

A equação de movimento de Newton para um ponto material de massa m , na qual é aplicada uma força \vec{F} , é dada por

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

onde

$$\vec{a} = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2}$$

é a aceleração, \vec{s} o vetor posição e t o tempo.

O vetor velocidade \vec{v} e o vetor posição \vec{s} , obtidos pela aplicação de uma força constante, são dados como função do tempo t pelas seguintes expressões:

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \frac{\vec{F}}{m}t, \\ \vec{s}(t) &= \frac{1}{2} \frac{\vec{F}}{m}t^2,\end{aligned}$$

satisfazendo as condições iniciais $\vec{v}(0) = \vec{s}(0) = \vec{0}$.

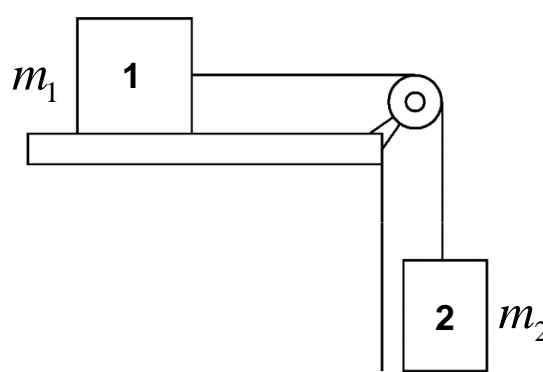


Figura 4.1: Mostra o sistema análogo ao estudado nesta experiência.

Para o caso unidimensional particular representado na Fig.4.1, cuja a força é produzida pelo peso de m_1 , isto é,

$$|\vec{F}| = P_1 = m_1 |\vec{g}| = m_1 g,$$

onde g é a aceleração da gravidade. Se a massa total do bloco 2 é m_2 , a equação de movimento é dado por:

$$a(t) = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} = \frac{F}{m_1 + m_2}. \quad (4.1)$$

A velocidade e a posição são dadas por

$$|\vec{v}| = v(t) = \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} t, \quad (4.2)$$

$$|\vec{s}| = \frac{1}{2} \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} t^2. \quad (4.3)$$

Em nosso experimento a seguir, m_1 é a massa do conjunto porta-peso mais massas adicionais, e m_2 é a massa do conjunto planador, anteparo mais massas adicionais. A massa do conjunto planador + anteparo vale 200 g.

4.4 PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 trilho de ar
- 1 cronômetro digital
- 1 compressor de ar
- 1 polia de precisão
- 2 barreiras de luz
- 1 porta-peso de 1g
- 1 fio de seda de 2000 mm
- 20 massas de 1 g
- 10 massas de 10 g
- 2 massas de 50 g
- 1 planador
- 1 anteparo de 10 mm
- 1 anteparo de 100 mm
- 6 cordas de conexão

A montagem do experimento é como mostra na Fig.4.2. Antes de começar a medir é viável verificar o nivelamento do trilho. O compressor de ar deve estar ligado em seu 5º volume.

4.4.1 EXPERIMENTO 1

OBJETIVO

Determinar as funções: espaço×tempo e velocidade×tempo. Obter a aceleração da

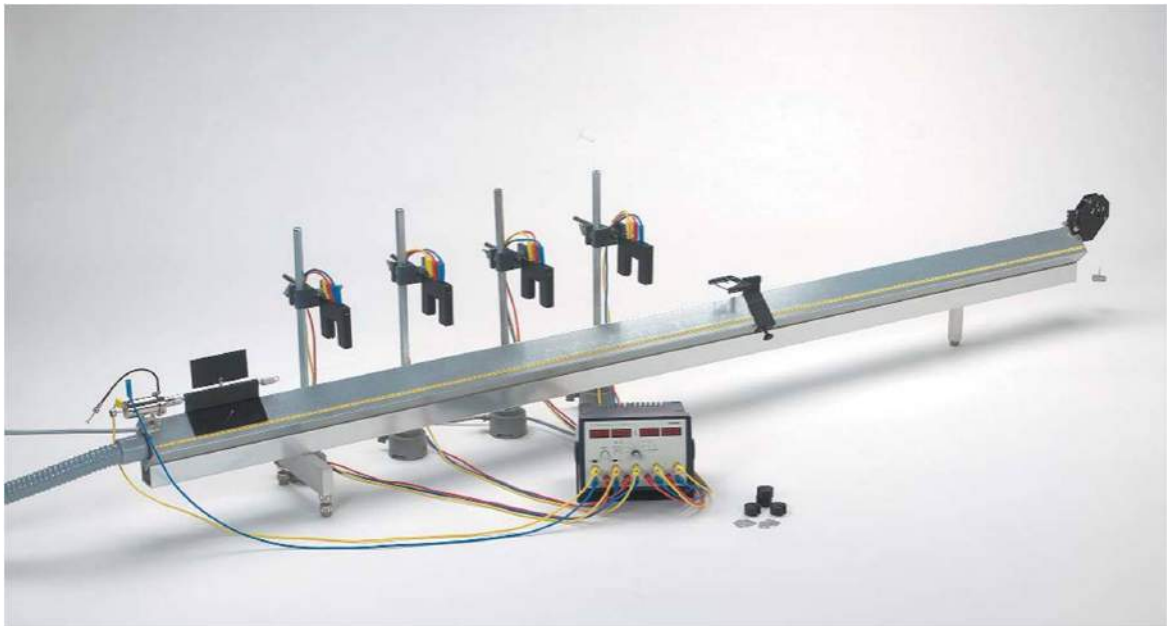


Figura 4.2: Montagem do experimento para determinação matemática das relações para o movimento uniformemente acelerado num trilho de ar.

gravidade.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque uma massa de 10 g no porta-peso.
2. Coloque um anteparo de 10 mm de comprimento no planador.
3. Fixe um ponto inicial, ou seja, $s_0 = 0$ m, $v_0 = 0$ m/s e $t_0 = 0$ s.
4. Fixe outro ponto (por exemplo 200 mm), anote esta distância, e obtenha o tempo que o planador percorre a mesma¹. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média.
5. Em seguida para o cálculo da velocidade instantânea², obtenha o tempo de passagem do anteparo neste ponto. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média.

¹Para obter esse intervalo, use o “TIMER” da função, com o 4º comando do TRIGGER no cronômetro digital.

²Para determinar a velocidade instantânea, é necessário conhecer o período da escuridão do anteparo na barreira de luz, Δt . Se ΔS é o comprimento do anteparo então: $v(t) \cong \frac{\Delta S}{\Delta t}$. A aceleração durante o tempo Δt é negligenciável, se anteparo é muito pequeno (10mm). Para obter esse intervalo, use o “TIMER” da função, com o 5º comando do TRIGGER no cronômetro digital.

6. Repita este procedimento para as distâncias de: 300, 400, 500 e 600 mm.

TRATAMENTO DE DADOS

1. Calcule a velocidade instantânea em cada ponto (com exceção do ponto inicial).
2. Tabele seus resultados (tempo, espaço e velocidade), usando o Sistema Internacional.
3. Através de um programa gráfico, construa em escala logarítmica: $s = f(t)$ e $v = f(t)$.
4. Use a regressão linear e obtenha as funções espaço \times tempo e velocidade \times tempo.
5. Verifique se as funções obtidas coincidem com as funções esperadas teoricamente.
6. Compare sua função obtida para o espaço \times tempo com a equação teórica, Eq.(4.3), e a partir desta obtenha um valor para g .
7. Compare o valor da aceleração da gravidade obtido nesta experiência com o valor adotado, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

4.4.2 EXPERIMENTO 2

OBJETIVO

Determinar a aceleração em função da massa do planador.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque uma massa de 10 g no porta-peso.
2. Coloque o anteparo de 10 mm de comprimento no planador.
3. Fixe um ponto inicial, ou seja, $s_0 = 0 \text{ m}$, $v_0 = 0 \text{ m/s}$ e $t_0 = 0 \text{ s}$.
4. Fixe outro ponto e obtenha o tempo que o planador percorre essa distância¹. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média.

5. Em seguida para o cálculo da velocidade instantânea, obtenha o tempo de passagem do anteparo neste ponto². Repita esta medida 3 vezes e tire uma média. Anote a massa m_2 .
6. Repita este procedimento cinco vezes, variando a massa do planador, para isto aumente sucessivamente 20 g (10 g em cada lado) no planador.

TRATAMENTO DE DADOS

1. Para cada massa adicionada no planador, calcule a velocidade instantânea do planador do ponto fixado no trilho de ar. Com essas velocidades e com intervalo entre os dois pontos fixos, calcule as respectivas acelerações do planador.
2. Tabele seus resultados (m_2 e aceleração), usando o Sistema Internacional.
3. Através de um programa gráfico, construa em escala logarítmica: $a = f(m_2)$.
4. Use a regressão linear e obtenha a função aceleração-massa do planador.
5. Verifique se a função obtida coincide com a função esperada teoricamente, Eq.(4.1).

4.4.3 EXPERIMENTO 3

OBJETIVO

Determinar força como função da aceleração.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque 20 peças de 1 g (10 em cada lado) no planador.
2. Adicione 4 peças de 1 g no porta-peso.
3. Coloque o anteparo de 10 mm no planador.
4. Fixe um ponto inicial, ou seja, $s_0 = 0$ m, $v_0 = 0$ m/s e $t_0 = 0$ s.

5. Fixe outro ponto e obtenha o tempo que o planador percorre essa distância. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média.¹
6. Em seguida para o cálculo da velocidade instantânea, obtenha o tempo de passagem do anteparo neste ponto. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média. Anote a massa m_1 .²
7. Repita este procedimento cinco vezes, variando a massa do planador. Para isso retire 2 gramas do planador (1 de cada lado) e coloque no porta-peso.

TRATAMENTO DE DADOS

1. Para cada massa adicionada no porta peso, calcule a velocidade instantânea do planador do ponto fixado no trilho de ar. Com essas velocidades e com intervalo entre os dois pontos fixos, calcule as respectivas acelerações do planador.
2. Para cada aceleração calcule a força peso devido a m_1 . Adote $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
3. Tabele seus resultados (aceleração e força), usando o Sistema Internacional.
4. Através de um programa gráfico, construa em escala logarítmica: $F = f(a)$.
5. Use a regressão linear para achar a função força \times aceleração.
6. Verifique se a função obtida coincide com a função esperada teoricamente, Eq.(4.1).