UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO - IEF029
RELATÓRIO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

UNIDADE 4 - LEIS DE NEWTON

Manaus - AM
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO - IEF029
RELATÓRIO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

UNIDADE 4 - LEIS DE NEWTON

Prof° Cláudio Natálio Lima

Al Mateus Claros de Oliveira - 22250348
Al Júlio Melo Campos - 22250349
Al João Vitor de Freitas Pinheiro - 22250364
Al Rodson de Lima Pereira - 22250368
Al Mateus Souza de Jesus - 22250369

Manaus - AM
2022

Introdução

Neste trabalho, iremos mostrar como se definem as Leis de Newton e suas forças, essenciais básica para a Mecânica, como também o resultado dos cálculos feitos a partir do resultados de tempo, espaço e velocidade instantânea das 3 etapas do experimento a partir do MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado). Assim, temos como objetivo, usando o trilho de ar, comprovar experimentalmente as Leis de Newton para um movimento unidimensional uniformemente acelerado, em especial o Princípio Fundamental da Dinâmica, tendo com objeto de estudo, um sistema de corpos ligados com um fio de tração T, usando equipamentos apresentados na Figura 3 para determinação matemática das relações num trilho de ar.

Parte Teórica

Leis de Newton

As Leis de Newton fundamentam a base da Mecânica Clássica. São um conjunto de três leis capazes de explicar a dinâmica que envolve o movimento dos corpos. Essas leis foram publicadas pela primeira vez pelo físico inglês Isaac Newton, no ano de 1687, em sua obra de três volumes intitulada Princípios Matemáticos da Filosofia Natural. Tais leis podem ser observadas em seguida:

1° Lei de Newton

A 1° Lei de Newton é conhecida como **Lei da Inércia** que se baseia no seguinte enunciado:

"Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele"

Ou seja, quando um objeto está em repouso, se não há forças envolvidas, ele tende a continuar em repouso, o mesmo é aplicado quando o objeto está em movimento, assim quando não há forças dissipativas, ele tende a continuar em movimento. Assim esta lei é aplicada quando:

$$F_R = 0$$

$$F_R = m \cdot a \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$0 = 0$$

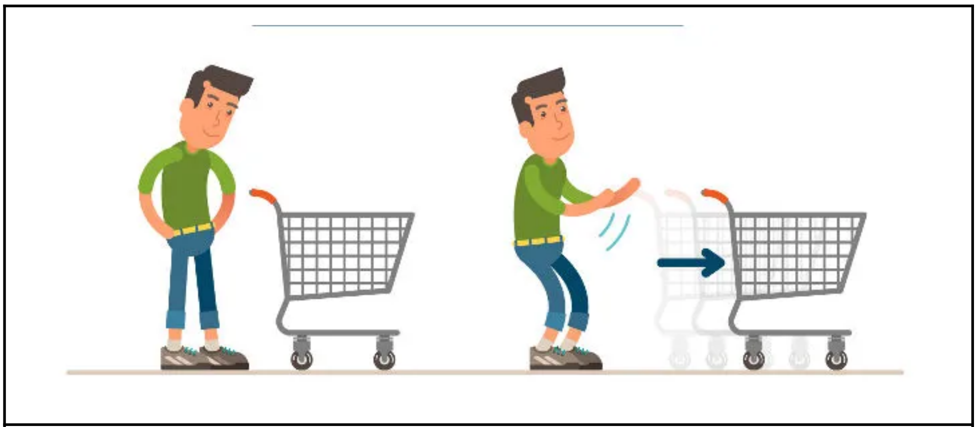


Figura 1 - Objeto em sua inércia de movimento (desconsidera-se o atrito)

2° Lei de Newton

A 2° Lei de Newton é conhecida como **Princípio Fundamental da Dinâmica** que se baseia no seguinte enunciado:

"A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção de linha reta na qual aquela força é aplicada."

Ou seja, quanto maior for a massa do objeto, é necessária uma maior Força para fazê-lo produzir tal mudança de movimento, diretamente ligada à aceleração do sistema, caso for mais de um corpo. Há cinco tipos de forças básicas que rondam esta lei, que são **Força-peso**, **Tração**, **Atrito**, **Normal** e **Elástica**, sendo todas a mercê da fórmula geral das forças resultantes:

$$F_R = m \cdot a \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$F_R = F_1 + F_2 + \dots + F_n \qquad \text{(Equação 2)}$$

$$F_R \neq 0$$

Figura 2 - Sistema de objeto necessita de um F_R dada a massa total e aceleração

3° Lei de Newton

A 3° Lei de Newton é conhecida como **Lei da Ação e Reação** que se baseia no seguinte enunciado:

"A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos."

Ou seja, qualquer força aplicada em um corpo, sempre existirá uma força de módulo e direção iguais, mas de sentido contrário. Também é conhecida como força de contato, em caso de contato direto, ou até, com um mesmo leva o nome de **Tração**, quando essa força é transmitida entre fios, ou até mesmo mais comum, a força de **Atrito**. Além disso, vale lembrar que é **impossível** uma força de ação e reação se formarem no mesmo corpo. Então, assim temos:

$$F_{at} = -\mu \cdot N \qquad \text{(Equação 3)}$$

$$F_{1,2} = -F_{2,1} \qquad \text{(Equação 4)}$$

$$T_{1,2} = -T_{2,1} \qquad \text{(Equação 5)}$$

Figura 3 - Força aplicada no carrinho tem um reação, a Força de Atrito, no sentido contrário

Parte Experimental

➔ Material:

- 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

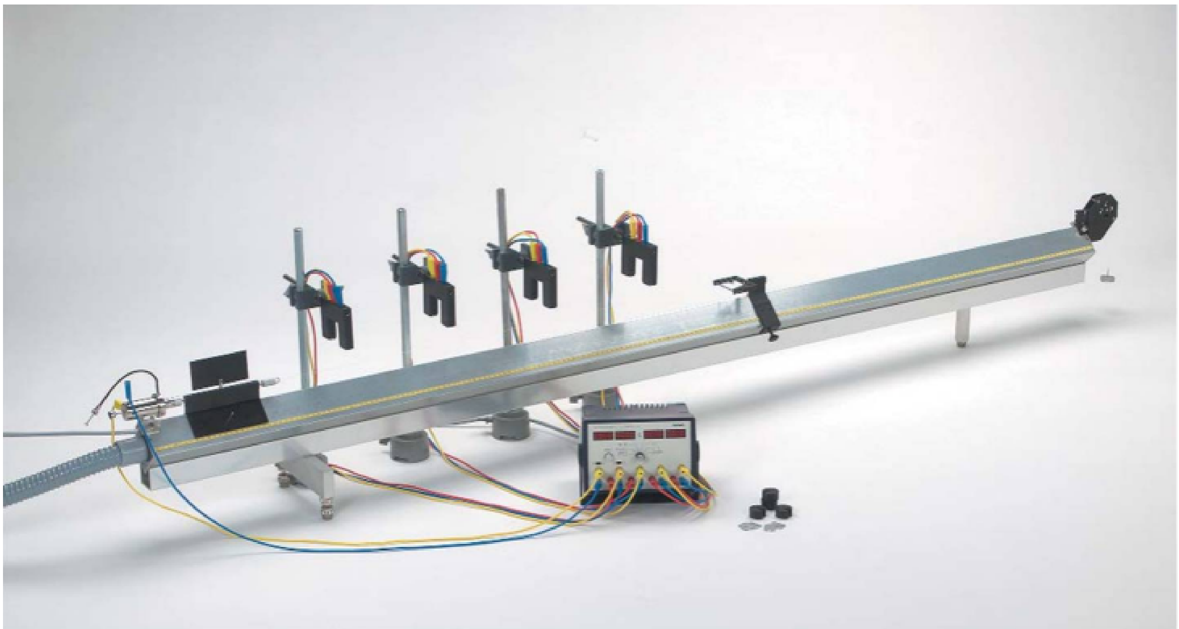


Figura 4 - Experimento montado (observa-se todos os materiais)

➔ Procedimentos:

1. Colocamos uma massa de 1 g no porta-peso que tem massa de 10g, assim temos um sistema de massa 11g dependurado.
2. Colocamos um anteparo de 10 mm de comprimento no planador.
3. Fixamos um ponto inicial de referência no trilho, tendo s0 = 0 m, v0 = 0 m/s e t0 = 0 s, e depois ajustamos a posição do primeiro sensor de luz para ser acionado ao ser coberto pelo anteparo de 10mm do planador quando este iniciar seu movimento.
4. Fixamos outro ponto a 200mm do ponto inicial, também usando o planador, ajustando o outro sensor para ser interrompido pelo anteparo e assim poder parar a contagem do tempo. Com a velocidade do compressor igual ¾, ligamos e encontramos a Tempo Gasto para tal distância. Fizemos um total de 3 vezes e tiramos uma média.
5. Em seguida para o cálculo da velocidade instantânea, obtivemos apenas o tempo de passagem somente do anteparo na posição final de cada espaço percorrido. Fizemos um total de 3 vezes e também e tiramos outra média.
6. No final, repetimos este processo para as distâncias de: 300, 400, 500 e 600 mm.

Resultados

Tabela 1 - Tempo médio da veloc. média

Tempo Gasto (s)	*S = 200 mm*	*S = 300 mm*	*S = 400 mm*	*S = 500 mm*	*S = 600 mm*
T_1	0,618 s	0,805 s	0,979 s	1,117 s	1,268 s
T_2	0,615 s	0,816 s	0,970 s	1,155 s	1,290 s
T_3	0,635 s	0,818 s	0,967 s	1,123 s	1,292 s
$T_{médio}$	0,623 s	0,813 s	0,972 s	1,132 s	1,283 s

Tabela 2 - Tempo médio da veloc. instantânea

S anteparo (mm)	*10 mm*	*10 mm*	*10 mm*	*10 mm*	*10 mm*
t_1	0,02432 s	0,01992 s	0,01799 s	0,01609 s	0,01486 s
t_2	0,02458 s	0,02049 s	0,01806 s	0,01610 s	0,01495 s
t_3	0,02463 s	0,02017 s	0,01798 s	0,01606 s	0,01498 s
$t_{médio}$	0,02451 s	0,02019 s	0,01801 s	0,01608 s	0,01493 s

Tabela 3 - Velocidade instantânea em mm/s e m/s

$v_{final-inst.}(mm/s)$	407,99	495,29	555,24	621,89	669,79
$v_{final-inst.}(m/s)$	0,40799	0,49529	0,55524	0,62189	0,66979

Gráfico 1 - s = f(t) referente a valores da tabela 1

x = Δt em s

y = Δs em m

$f\colon\ y\ =\ 0,4369352611\ +\ 0.5505406816\cdot ln(x)$

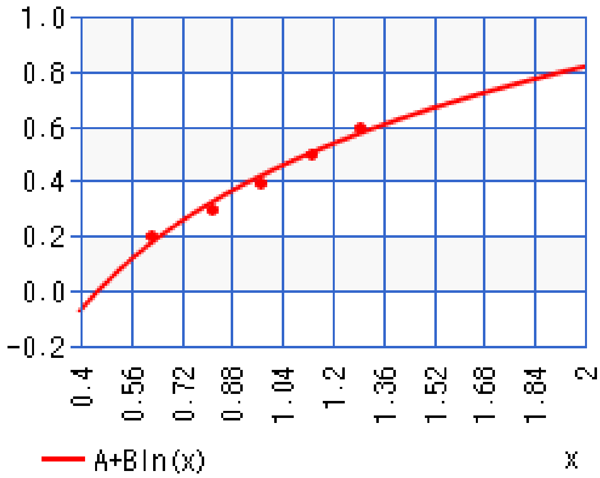
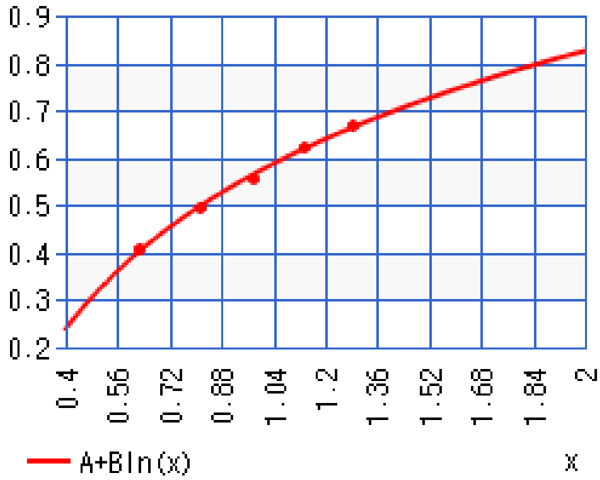


Gráfico 2 - v = f(t) referente a valores da tabela 1

x = Δt em s

y = Δv em m/s^2

$f\colon\ y\ =\ 0,5744072168\ +\ 0,3632069668\cdot ln(x)$



Para pegar o $T_{médio}$, usamos: $\frac{T_1+T_1+T_1}{3}\ =\ T_{médio}$

$\frac{0,618+0,615+0,635}{3}\Rightarrow\frac{1,868}{3}\Rightarrow \mathbf{t_{médio}\simeq 0,623}$

$\frac{0,805+0,816+0,818}{3}\Rightarrow\frac{2,439}{3}\Rightarrow \mathbf{T_{médio}\simeq 0,813}$

$\frac{0{,}979 + 0{,}970 + 0{,}967}{3} \Rightarrow \frac{2{,}916}{3} \Rightarrow \mathbf{T_{médio} \simeq 0{,}972}$

$\frac{1{,}117 + 1{,}155 + 1{,}123}{3} \Rightarrow \frac{3{,}395}{3} \Rightarrow \mathbf{T_{médio} \simeq 1{,}132}$

$\frac{1{,}268 + 1{,}290 + 1{,}292}{3} \Rightarrow \frac{3{,}850}{3} \Rightarrow \mathbf{T_{médio} \simeq 1{,}283}$

Agora para pegar o $t_{médio}$ (veloc. instantânea), usamos a mesma fórmula acima:

$\frac{0{,}02432 + 0{,}02458 + 0{,}02463}{3} \Rightarrow \frac{0{,}07353}{3} \Rightarrow \mathbf{t_{médio} \simeq 0{,}02451}$

$\frac{0{,}01992 + 0{,}02049 + 0{,}02017}{3} \Rightarrow \frac{0{,}06058}{3} \Rightarrow \mathbf{t_{médio} \simeq 0{,}02019}$

$\frac{0{,}01799 + 0{,}01806 + 0{,}01798}{3} \Rightarrow \frac{0{,}05403}{3} \Rightarrow \mathbf{t_{médio} \simeq 0{,}01801}$

$\frac{0{,}01609 + 0{,}01610 + 0{,}01606}{3} \Rightarrow \frac{0{,}04825}{3} \Rightarrow \mathbf{t_{médio} \simeq 0{,}01608}$

$\frac{0{,}01486 + 0{,}01495 + 0{,}01498}{3} \Rightarrow \frac{0{,}04479}{3} \Rightarrow \mathbf{t_{médio} \simeq 0{,}01493}$

Agora, para calcularmos a veloc. instantânea, temos como:

$\frac{10\,mm}{t_{médio}} = veloc.\ instantânea\ (mm/s)\ /\ (v.\ inst) \div 1000 = veloc.\ instantânea\ (m/s)$

$\frac{10}{0{,}02451} \Rightarrow$ $v_{final\text{-}inst.}$ **= 407,99 mm/s ou 0,40799 m/s**

$\frac{10}{0{,}02019} \Rightarrow$ $v_{final\text{-}inst.}$ **= 495,29 mm/s ou 0,49529 m/s**

$\frac{10}{0{,}01801} \Rightarrow$ $v_{final\text{-}inst.}$ **= 555,24 mm/s ou 0,55524 m/s**

$\frac{10}{0{,}01608} \Rightarrow$ $v_{final\text{-}inst.}$ **= 621,89 mm/s ou 0,62189 m/s**

$\frac{10}{0{,}01493} \Rightarrow$ $v_{final\text{-}inst.}$ **= 669,79 mm/s ou 0,66979 m/s**

Agora, considerando $g = 9{,}8\ m/s^2$, $m_1 = 0{,}1987$ kg, $m_2 = 0{,}011$ kg, podemos medir a aceleração do sistema no SI, com a seguinte fórmula:

$$a = \frac{g \cdot m_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{9{,}8 \cdot 0{,}011}{(0{,}1987 + 0{,}011)}$$

$$a = \frac{0{,}1078}{(0{,}2097)}$$

$$a \simeq 0{,}514\ m/s^2$$

Por fim, podemos tomar o caminho inverso e usando a função (espaço X tempo) com a equação teórica + aceleração, e encontrar a gravidade:

$$a = \frac{g \cdot m_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{\frac{\Delta S}{\Delta t}}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{\Delta S}{(\Delta t)^2}$$

$$\frac{\Delta S}{(\Delta t)^2} = \frac{g \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} \Rightarrow g = \frac{\Delta S \cdot (m_1 + m_2)}{(\Delta t)^2 \cdot m_2}$$

$$g = \frac{0{,}2 \cdot (0{,}1987 + 0{,}011)}{(0{,}623)^2 \cdot 0{,}011}$$

$$g = \frac{0{,}2 \cdot (0{,}2097)}{0{,}388129 \cdot 0{,}011}$$

$$g = \frac{0{,}04194}{0{,}004269419}$$

$$g \simeq 9{,}8233\ m/s^2$$

Conclusão

No fim deste trabalho, notamos que as Leis de Newton, em especial a segunda lei, o Princípio Fundamental da Dinâmica, cria um movimento acelerado a partir do momento em que aplicamos uma força resultante sobre um corpo, produzindo um deslocamento que a aceleração é inversamente proporcional à massa, sendo o planador junto ao anteparo puxados e tendendo ao porta-peso, assim conseguimos atingir o objetivo de comprovar as Leis de Newton, a partir de experimentos realizados, para um movimento unidimensional uniformemente acelerado.

Utilizando suas equações que nascem do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e a equação de movimento de Newton para um ponto material de massa m, na qual é aplicada uma força F, em conjunto com a força de contato Tração (T) numa superfície sem atrito devido ao ar constante no trilho de ar, podemos, para o caso unidimensional particular, mensurar um movimento unidimensional uniformemente acelerado com aceleração e gravidade mostradas abaixo:

$$a = \frac{g \cdot m_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$g = \frac{\Delta S \cdot (m_1 + m_2)}{(\Delta t)^2 \cdot m_2}$$

Percebemos, então, que as funções: espaço × tempo e velocidade × tempo apresentam uma escala logarítmica na qual o vetor velocidade v e o vetor posição s, obtidos pela aplicação de uma força constante, são dados como função do tempo t, demonstrando movimentos acelerados no percurso, satisfazendo as condições iniciais onde vetor v e s são iguais a zero, obtendo assim a aceleração do sistema, cumprindo o objetivo apresentado.

Aplicando as equações da força aplicada num corpo, com a aceleração e suas derivadas de espaço e tempo, até movimentos retilíneos uniformemente variados, podemos em contrapartida, mensurar a aceleração da gravidade, encontrando $g \simeq 9,8233\, m/s^2$ que comparada o valor real $g \simeq 9,80665\, m/s^2$, denotamos uma margem de erro bem pequena:

$$Erro\,\% = \left(\frac{9,80665}{9,8233} - 1\right) \cdot 100$$

$$Erro\,\% = -0,1694\%$$

Encontramos uma porcentagem negativa, pois o valor encontrado é maior que a aceleração da gravidade adotada.

Notamos também que aceleração, por sua vez, é inversamente proporcional à sua massa, ou seja, quanto maior for a massa, menor será a aceleração adquirida pelo corpo, assim dependem do seu tamanho e da força que imprime para que ocorra a alteração de velocidade, conseguindo assim nos cálculos com a aceleração em função do tempo. Juntamente, constatamos que a força é necessária, pois atua sobre um corpo na qual é igual:

$$F_R = m \cdot a$$

Com isso é essencial assumir que o conjunto de forças resultantes adquirem uma aceleração, seja constante ou não, no qual o objetivo de determinar força como função da aceleração, foi cumprido.

Referências Bibliográficas

OLIVEIRA, Gláucia Maria Gleibe de; GUERREIRO, Haroldo Almeida; BESSA, Heyrton; FROTA, Hidembergue Ordozgoith da; SILVA, Marcelo Brito da; GUSMÃO, Marta Silva dos Santos; FREITAS, Marcílio de; MORAES, Simara Seixas de; MACHADO, Waltair Vieira; JÚNIOR, Walter Esteves de Castro. **FÍSICA GERAL**: Parte I: Mecânica. 4° edição. Manaus-AM: UFAM, 2015. Acesso em 27 de dezembro de 2022.

HELERBROCK, Rafael. "Leis de Newton"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm. Acesso em 27 de dezembro de 2022.

Anexo

Folha de assinatura -