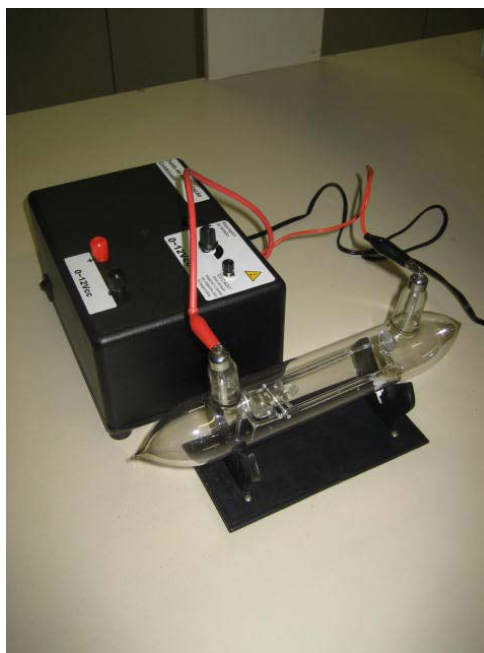


## **PROJETO:**

**“APOIO À MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DE MATEMÁTICA  
PROJETO ARQUIMEDES-MANAUS”**

**Convênio nº. 3621/06**

# **Manual de Práticas Experimentais de Física**



**Dr. Yuri Expósito Nicot**

**Dra. Josefina Barrera Kalhil**

**Dr. Wilfredo Falcón Urquiza**

**Dr. Augusto Fachín Terán**

**Prof. Luciana da Cunha Ferreira**

**BK Editora**



**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa – PROPESP**

## **ESCOLA NORMAL SUPERIOR**

**Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na  
Amazônia**

### **PROJETO:**

**“APOIO À MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DE MATEMÁTICA  
PROJETO ARQUIMEDES-MANAUS”  
Convênio nº. 3621/06**

# **Manual de Práticas Experimentais de Física**

### **Professores**

**Dr. Yuri Expósito Nicot  
Dra. Josefina Barrera Kalhil  
Dr. Wilfredo Falcón Urquiza  
Dr. Augusto Fachín Terán  
Prof. Luciana da Cunha Ferreira**

### **Estudantes**

**Arthur Silva Lopes  
Antonia Anita da Silva  
Audilene Marques da Cruz  
José Nildon Alves de Lima  
Monique de oliveira Paulo**

**BK-Editora**

**MANAUS-2009**

Capa: Augusto Fachín Terán

Produção e Editoração BK Editora

Ficha catalográfica **no livro impresso**

Nicot, Yuri Expósito  
2009

Manual de Práticas Experimentais de Física/ Nicot, Yuri Expósito  
et al. – Manaus: UEA edições/BK Editora, 2009.

133 p. 29 cm

ISBN: 978-85-61912-16-1

1. Ensino de Física. 2. Ciências. 3. Experimentação. I. Título

CDD 378.0  
CDU 378

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**

Reitora  
**MARILENE CORRÊA DA SILVA**

Vice-Reitor  
**CARLOS EDUARDO DE SOUZA GONÇALVES**

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa – PROPESP  
**JOSÉ LUIZ DE SOUZA PIO**

**ESCOLA NORMAL SUPERIOR**  
Direção  
**MARIA AMÉLIA ALCÂNTARA FREIRE**

Coordenador Geral do Projeto ARQUIMEDES-UEA  
**AUGUSTO FACHÍN TERÁN**

**SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO E QUALIDADE DE  
ENSINO – SEDUC**  
Secretario de Estado  
**GEDEÃO TIMÓTEO AMORIM**

Coordenador SEDUC  
**EDSON SANTOS MELO**

**FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS – FINEP**

**FUNDAÇÃO DE APOIO INSTITUCIONAL MURAKI**  
Presidente  
**PAULO ADROALDO RAMOS ALCÂNTARA**

# **ESCOLA NORMAL SUPERIOR**

**Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na  
Amazônia**

## **PROJETO:**

**“APOIO À MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DE  
MATEMÁTICA PROJETO ARQUIMEDES-MANAUS”  
Convênio nº. 3621/06**

## **Manual de Práticas Experimentais de Física**

### **Financiadora**

Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP

### **Conveniente**

Fundação de Apoio Institucional MURAKI

### **Executor:**

Universidade do Estado do Amazonas-UEA

### **Interveniente (s)**

Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino-SEDUC

## APRESENTAÇÃO

O Projeto Arquimedes é uma proposta educacional de motivar o gosto pela ciência para os alunos da escola pública. Foi iniciada em Manaus, em agosto de 2006, através de um trabalho interinstitucional com a participação da Universidade do Estado do Amazonas, Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino, e Secretaria de Ciência e Tecnologia; com articulação do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Escola Normal Superior da UEA; começando sua implementação em 2007. Neste Projeto a tarefa fundamental dos professores universitários é a elaboração de materiais didáticos, com uma redação clara e uma linguagem adequada para os alunos e professores do Ensino Médio.

Como Coordenador Geral do Projeto Arquimedes, apresento esta produção intitulada “Manual de Práticas Experimentais de Física”, realizada pelos professores e monitores do Projeto na área de Física. Este material didático além de orientar os conteúdos, inclui a metodologia de trabalho de cada prática de laboratório, assim como as medidas de segurança. O conteúdo apresentado faz parte de uma proposta direcionada a elaborar práticas usando os materiais adquiridos pelo projeto para o Laboratório de Ensino de Ciências: Física. Um dos objetivos que se pretende alcançar com este trabalho é treinar Monitores e Professores do Ensino Médio com a finalidade de fazer mais prazeroso o Ensino da Física nas escolas da rede pública.

Para concluir esta apresentação, é importante lembrar que a edição deste trabalho foi possível com o suporte financeiro da FINEP e SEDUC.

Dr. Augusto Fachín Terán  
Coordenador Geral do Projeto Arquimedes

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	p. 8
2. Velocidade Escalar Média.....	9
3. Movimento Retilíneo Uniforme.....	12
4. Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado.....	16
5. Movimento Retilíneo Uniformemente Retardado.....	21
6. Determinação da Constante Elástica da Mola.....	26
7. Teorema de Lamy.....	30
8. Plano Inclinado.....	35
9. Lei da Inércia.....	38
10. Lançamento Horizontal.....	41
11. Pendulo Simples.....	44
12. Pressão Atmosférica.....	47
13. Esfera de Pascal.....	50
14. Duplo Cone.....	53
15. Looping.....	55
16. Determinação da Aceleração Gravitacional.....	58
17. Dilatômetro Linear.....	62
18. Borbulhador.....	66
19. Princípio de Ignição.....	68
20. Lei de Boyle Mariotte.....	71
21. Capacidade Térmica do Calorímetro.....	73
22. Esferas de Ressonância.....	77
23. Diapasão 1.....	80
24. Diapasão 2. Determinação da Velocidade do Som.....	83
25. Spectroscope.....	85
26. Radiômetro I.....	87
27. Radiômetro II.....	90
28. Radiômetro III.....	92
29. Radiômetro IV.....	94
30. Reflexão da Luz.....	96
31. Determinação do Índice de Refração do Acrílico.....	99
32. Espelhos esféricos.....	102
33. Lentes.....	106
34. Espelhos Angulares.....	109
35. Circuito Base para Nove Montagens.....	111
36. Oscilador de Áudio.....	117
37. Metrônomo.....	119
38. Provedor de Continuidade.....	121
39. Foto-Oscilador.....	123
40. Sirene.....	125
41. Foto – Alarme.....	127
42. Lei de Ohm.....	129
43. Instrumentos de Medidas: Multímetro.....	132

## 1. Introdução

Na maioria das atividades propostas para alunos ou mesmo profissionais, em particular professores do Ensino médio, a melhor maneira de aprender é fazendo. Os livros e revistas em geral, sempre colocam sugestões de como fazer alguns experimentos. Chamando sempre a atenção do aluno para um determinado fenômeno, fornecendo uma sólida base de apoio nas aulas propostas. Porém nós só assimilamos verdadeiramente os conhecimentos quando colocamos em práticas as teorias. Por exemplo, para aprender matemática temos que resolver muitos problemas e exercícios, o mesmo ocorre com as ciências ditas naturais, em especial a Física. Aliás, uma das etapas de maior importância do método científico, é a experimentação. Se nosso trabalho foi bom, outros também poderão aprender com ele, para isso, devemos apresentá-lo de maneira adequada.

A equipe do Projeto Arquimedes-Manaus que trabalha na área de Física, propõe neste livro de práticas um conjunto de experimentos que podem ser realizados com os equipamentos adquiridos da empresa “Brink Móvel” e ao mesmo tempo são programados para acompanhar o conteúdo dos livros didáticos utilizados pelos alunos e professores do Ensino Médio. O laboratório proposto pelo projeto Arquimedes proporciona aos professores a vivência de um dado fenômeno, tornando mais fácil a assimilação e compreensão das teorias estudadas em questão.

As práticas de laboratório tem como objetivo a constatação das principais leis fundamentais da Física, no que diz respeito ao manuseio de equipamentos simples, bem como de um conhecimento básico sobre os experimentos e principalmente visualiza-los.

### Orientações para o correto cumprimento das tarefas do laboratório:

- a) **Auto preparação:** Ao chegar ao laboratório o estudante deve dominar os seguintes aspectos:
  - Título e objetivo da prática.
  - Equação de trabalho e principais dependências a comprovar.
  - Grandezas físicas que irão determinar algumas medidas diretas ou indiretas.
  - Descrição experimental.
- b) **Desenvolvimento da atividade:** O estudante deve cumprimentar as tarefas experimentais que aparecem no folheto.
- c) **Resultados e conclusão sobre o relatório:** A discussão será oral e os estudantes irão utilizar um método expositivo onde devem contemplar os aspectos seguintes.
  - Resultados teóricos esperados.
  - Resultados experimentais (gráficos, cálculos ou parâmetros, comprovação dependências, etc).
  - Comparação dos resultados teóricos com os experimentais se for o caso.
  - Conclusões às que chegam com os elementos da teoria de erros.

A nota final da atividade se dará tendo em conta os três passos anteriormente assinalados.



## 2. Velocidade Escalar Média

### Conhecimentos prévios

Um carro de Fórmula 1 ao percorrer um circuito muda a todo instante sua velocidade, nas retas atinge valores mais elevados e nas curvas valores mais baixos.

A Velocidade Escalar remete a idéia de quão rápido um corpo se movimenta. Isto pode estar relacionado a um intervalo de tempo (Velocidade Escalar Média) ou a um intervalo muito pequeno tempo (Velocidade Escalar Instantânea). Se o piloto leva sempre o mesmo tempo para completar uma volta pode-se afirmar que sua velocidade escalar média é sempre a mesma, o que não ocorre com a velocidade escalar instantânea. Define-se velocidade média como a razão entre o Espaço Percorrido e o Intervalo de Tempo gasto.

$$v_M = \frac{\text{Espaço Percorrido}}{\text{Intervalo de Tempo}}$$

O Espaço percorrido é determinado através da distância que o móvel percorre entre dois pontos e o intervalo de tempo é obtido pela diferença entre dois instantes determinados.

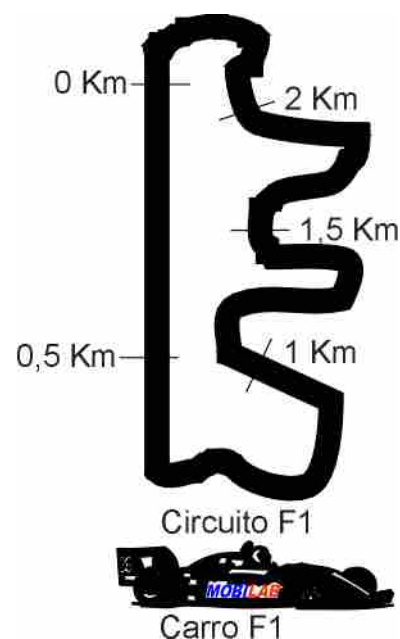
A letra grega  $\Delta$  (delta) indica variação e aparece constantemente quando se estuda física. A variação é obtida pela diferença de um valor final e inicial.

Observe abaixo como a letra grega  $\Delta$  (delta) aparece no cálculo do espaço percorrido e no intervalo de tempo.

Observe:

Espaço Percorrido  $\Rightarrow \Delta x = x - x_0$

Intervalo de tempo  $\Rightarrow \Delta t = t - t_0$

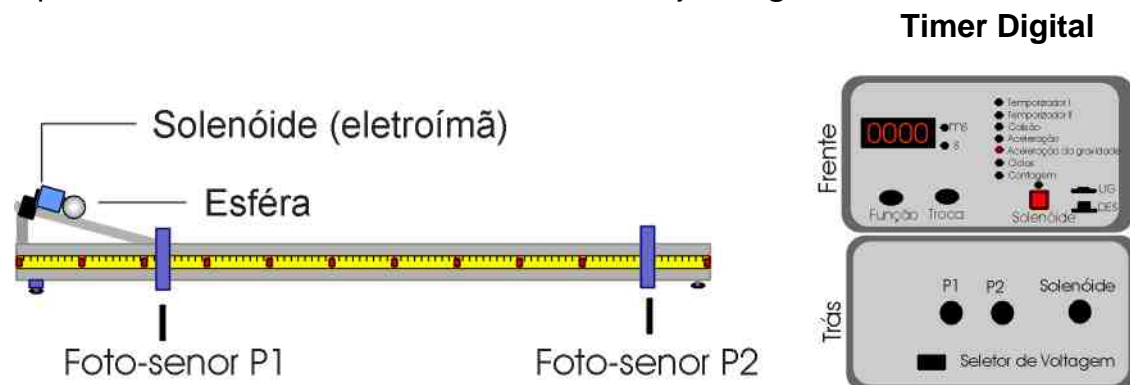


Observação  $\Rightarrow$  O índice zero aparece para indicar posição inicial e tempo inicial, pois quando se começa a observar um movimento geralmente utiliza-se um cronômetro que está marcando o zero. Então zero significa início do movimento.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização da experiência será necessário um solenóide (eletroímã), um trilho centimetrado, dois foto-sensores, um timer digital e uma esfera metálica.
2. Monte o trilho alocando os dispositivos auxiliares do seguinte modo: o solenóide (eletroímã) na parte mais alta do trilho, um dos foto-sensores na base do plano inclinado e o outro no final do trilho. Veja a **Figura** abaixo:



3. Conecte o cabo do foto-sensor da base do plano-inclinado na entrada P1 do Timer Digital, o outro foto-sensor na entrada P2 e o cabo do solenóide (eletroímã) na entrada solenóide.
4. Ajuste a tensão do Timer Digital para tensão da rede local (220 V / 110 V).
5. Ligue o timer Digital acionando o interruptor que se encontra na parte dianteira.
6. Ajuste o botão “Função” do Timer Digital para função Tempo entre sensores. Dessa forma, o Timer Digital contará o tempo de passagem da bolinha entre os foto-sensores, ou seja o foto-sensor P1 acionará o timer e o foto-sensor P2 travará a contagem.
7. Ligue o botão solenóide alocando a esfera metálica no eletroímã.

### Como realizar a experiência?

1. Anote na Tabela a posição do foto-sensor P1, esta será a posição inicial.
2. Anote na tabela a posição do foto-sensor P2, esta será a posição final do movimento.
3. Desligue o solenóide e marque na tabela o intervalo de tempo decorrido do movimento entre as duas posições.

**Tabela:**

t (ms)	t (s)	$X_0$ (cm)	$X_0$ (m)	x (cm)	x (m)

### Trabalho independente

**Questionário sobre a Atividade Experimental:**

1. Calcule a velocidade média no trajeto.
2. O valor da velocidade média encontrada na questão anterior significa que o móvel percorreu todo o trajeto com esta velocidade?
3. Defere da Velocidade Escalar Média e Velocidade Escalar Instantânea.

### 3. Movimento Retilíneo Uniforme

#### Conhecimentos prévios

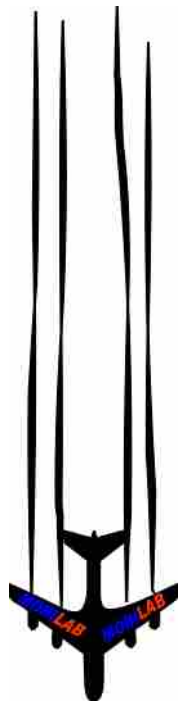
Um avião possui um grande poder de aceleração (mudança de velocidade), mas após a decolagem mantém sua velocidade constante em praticamente todo o intervalo de vôo, salvo as manobras para mudança de coordenadas e desvios ou mesmo diminuição na sua velocidade ocasionada pela turbulência.

Considere um intervalo de tempo em que a velocidade não varie e a trajetória seja uma reta, pode-se afirmar que o avião está executando um **Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)**.

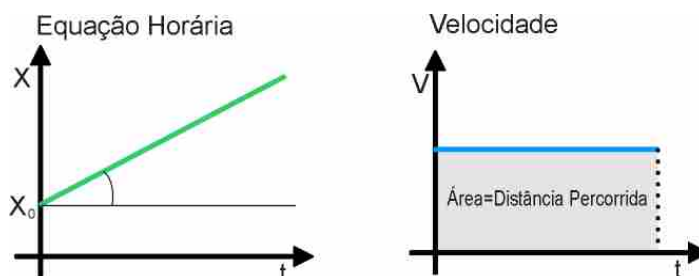
Quando trajetória dos moveis analisados é retilínea e a velocidade se mantém constante durante todo o movimento chama-se de movimento retilíneo uniforme (MRU).

No cotidiano é muito difícil de exemplificar um movimento que esteja livre da ação de forças, pois na grande maioria dos movimentos, forças agem sobre os corpos e lhe imprimem acelerações.

O **MRU** é importante, pois, traz a apreensão e formalização clara de conceitos que utilizamos no dia-a-dia, como por exemplo, velocidade, referencial, posição e deslocamento. Nesta prática, analisar-se-á o movimento descrito por uma esfera, que após a descida de uma parte mais elevada mantém sua velocidade praticamente constante.



#### Exemplos de Gráficos do MRU:

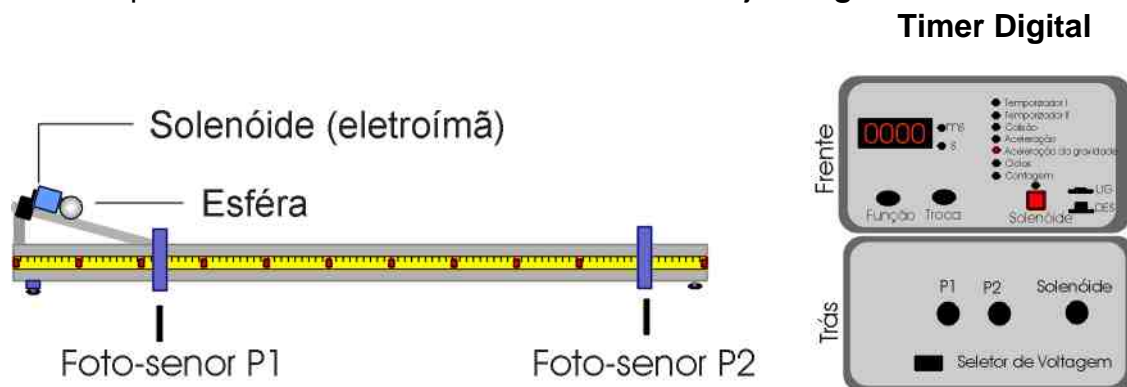


Equações MRU
$v = \frac{d}{t} \text{ onde } d = \Delta x = x - x_0$
$x = x_0 + vt$

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um solenóide (eletroímã), um trilho centimetrado, dois foto-sensor, um timer digital e, uma esfera metálica.
2. Monte o trilho alocando os dispositivos auxiliares do seguinte modo: o solenóide (eletroímã) na parte mais alta do trilho, um foto-sensor na base do plano inclinado e outro no final do trilho. Veja a **Figura** abaixo:



3. Conecte o cabo do foto-sensor da base do plano-inclinado na entrada P1 do Timer Digital, o outro foto-sensor na entrada P2 e o cabo do solenóide (eletroímã) na entrada solenóide.
4. Ajuste a tensão do Timer Digital (220 V/110 V) para tensão da rede local.
5. Ligue o timer digital acionando um interruptor que se encontra na parte dianteira.
6. Ajuste o botão função do Timer Digital para a função Tempo por sensor (Função Tempo por sensor: mede o tempo da passagem da esfera pelo foto-sensor).
7. Acione o botão do solenóide e prenda a esfera metálica.
8. Iniciar a leitura com o timer e verifique se o tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor é igual em ao menos três casas no display do Timer Digital.

**Observação:** Se o tempo de passagem em cada foto-sensor for praticamente o mesmo, a velocidade escalar instantânea de passagem pelos foto-sensores também será a mesma. Logo, a velocidade da esfera entre os dois foto-sensores é praticamente constante.

9. Para ajustar o tempo de passagem deve-se abaixar ou levantar uma das extremidades dos trilhos (as extremidades possuem pés reguláveis).

Exemplo: Se o tempo de passagem da esfera é menor no Foto-sensor P2, significa que a velocidade é maior em P2. Logo se deve levantar esta extremidade para diminuir a velocidade.

10. Ajuste o botão “Função” do Timer Digital para função Tempo entre sensor. Dessa forma, o Timer Digital contará o tempo de passagem da bolinha entre os foto-sensores, ou seja, o foto-sensor P1 acionará o timer e o foto-sensor P2 travará a contagem.

11. Coloque o foto-sensor da entrada P2 em uma posição a 5 cm do foto-sensor P1.

12. Ligue o botão solenóide e coloque a esfera metálica no eletroímã.

### **Como realizar a experiência?**

1. Anote na Tabela a posição do foto-sensor P1, esta será a posição inicial.
2. Anote na tabela a posição do foto-sensor P2, desligue o solenóide e marque o tempo na tabela decorrido da passagem da esfera entre os foto-sensores P1 e P2.
3. Afaste o foto-sensor P2, 5 cm da posição anterior.
4. Repita os itens **2** e **3** até preencher a tabela.

**Tabela:**

Nº da Coleta de dados	t (ms)	x(cm)	t (s)	x(m)
1	0	X <sub>0</sub> =	0	X <sub>0</sub> =
2				
3				
4				
5				
6				
7				

## Trabalho independente

**Questionário sobre a Atividade Experimental:**

1. Construa o gráfico  $x \times t$ .
2. Calcule a velocidade da esfera através do gráfico, pelo coeficiente angular.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

3. Qual a equação horária da posição para este movimento?
4. Em que posição estaria a esfera se continuasse a executar um MRU, após 7 s.

## 4. Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado

### Conhecimentos prévios

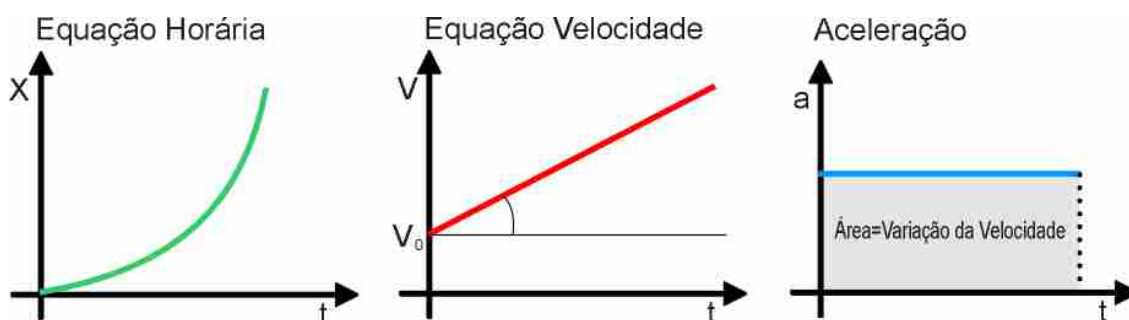
O movimento retilíneo uniformemente acelerado aproxima-se mais da realidade, pois aparece uma grandeza presente na maioria dos movimentos, a aceleração.

Este movimento apresenta-se de duas formas quando analisado considerando o sentido da velocidade e aceleração. O movimento é considerado acelerado se a velocidade e aceleração têm o mesmo sentido e retardado quando a velocidade e aceleração estão com sentidos contrários.

Quando o móvel se desloca em  $x$  e os valores da posição estão crescendo a velocidade é positiva e o movimento é dito progressivo e se a posição decresce a velocidade é negativa e o movimento é dito retrógrado.

Equações MRUV			
<p>Aceleração</p> $a = \frac{\Delta v}{t} \text{ onde}$ $\Delta v = v - v_0$	<p>Equação Horária da Velocidade</p> $v = v_0 + at$	<p>Equação Horária da Posição</p> $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	<p>Equação de Torricelli</p> $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta x$

Observe alguns exemplos de gráfico de movimento retilíneo uniformemente acelerados.



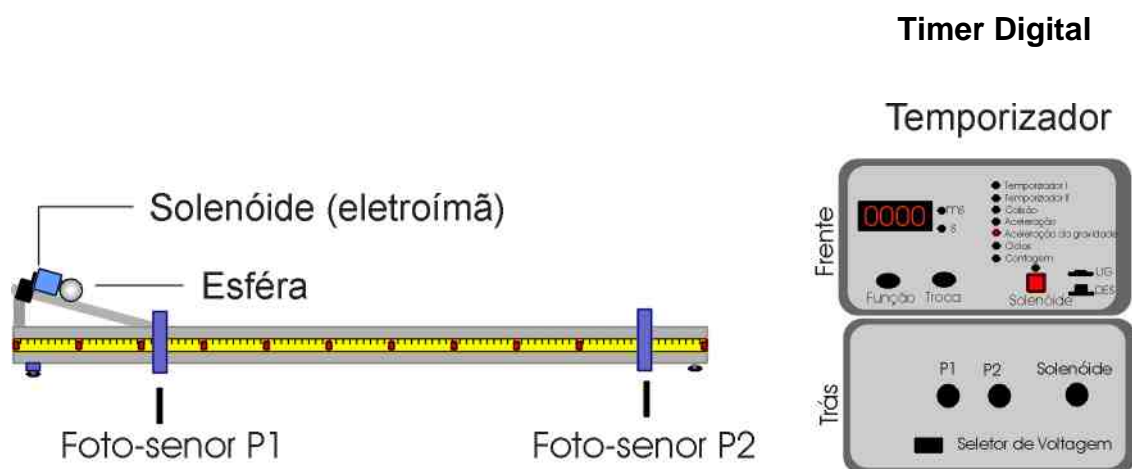
O gráfico da equação horária da posição é uma parábola, a concavidade para cima significa que a aceleração é positiva e a medida que o tempo passa a posição cresce, logo a velocidade é positiva.



## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um solenóide (eletroímã), um trilho centimetrado, dois foto-sensor, um timer digital e, uma esfera metálica.
2. Monte o trilho alocando os dispositivos auxiliares do seguinte modo: o solenóide (eletroímã) na parte mais alta do trilho, um foto-sensor na base do plano inclinado e outro no final do trilho. Veja a **Figura** abaixo:



3. Conecte o cabo do foto-sensor da base do plano-inclinado na entrada P1 do Timer Digital, o outro foto-sensor na entrada P2 e o cabo do solenóide (eletroímã) na entrada solenóide.
4. Ajuste a tensão do Timer Digital (220 V/110 V) para tensão da rede local.
5. Ligue o Timer Digital acionando um interruptor localizado na parte dianteira.
6. Ajuste o botão função do Timer Digital para a função Tempo por sensor (Função Tempo por sensor: mede o tempo da passagem da esfera pelo foto-sensor).
7. Ligue o botão do solenóide e prenda a esfera metálica.

8. Desligue o solenóide e verifique se o tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor P2 é menor que P1 (A velocidade em P2 é maior que em P1, logo esta acelerando).
9. Para ajustar o tempo de passagem em que P2 seja menor que o tempo de passagem em P1, deve-se levantar a extremidade do trilho em que está a marcação zero do trilho (As extremidades dos trilhos possuem pés reguláveis).  
Observação: Para obter curvas mais acentuadas ajuste o trilho de forma que desnível seja máximo. Pode-se apoiar a base do trilho sobre livros ou objetos a fim de produzir um desnível maior.
10. Ajuste o botão “Função” do Timer Digital para função Tempo entre sensores. Dessa forma, o Timer Digital contará o tempo de passagem da bolinha entre os foto-sensores.
11. Coloque o foto-sensor da entrada P2 a 5 cm do foto-sensor da entrada P1.
12. Ligue o botão solenóide e coloque a esfera metálica no eletroímã.

### **Como realizar a experiência?**

#### *Tabela Posição x Tempo:*

1. Anote na **Tabela I**, a posição do foto-sensor P1, esta será a posição inicial.
2. Anote na **Tabela I**, a posição do foto-sensor P2, desligue o solenóide e marque o tempo na tabela.
3. Afaste o foto-sensor P2, 5 cm da posição anterior.
4. Repita os itens **2** e **3** até preencher a **tabela I**.

**Tabela I:**

Nº da Coleta de dados	t (ms)	x(cm)	t (s)	x(m)
	0	$X_0=$	0	$X_0=$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

**Tabela Velocidade x Tempo:****Observações:**

- A montagem do equipamento é a mesma utilizada para completar a **Tabela I**.
  - Desconecte o Foto-sensor P2 do Timer Digital.
  - Ajuste, acionando o botão função, para função Tempo por sensor. Esta função remete o tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor.
1. Anote na Tabela II o diâmetro da esfera.
  2. Meça e anote na Tabela II, o tempo de passagem da bolinha pelo foto-sensor P1 localizado na posição inicial.
  3. Desloque o foto-sensor P1 para as mesmas posições ocupadas anteriormente por P2 (Utilize as posições anotadas na tabela I), anotando na Tabela II o tempo de passagem da esfera por P1.

**Tabela II:**

Diâmetro=\_\_\_\_\_mm =\_\_\_\_\_cm

Medida	Tempo (ms)	Tempo(s)	Velocidade(cm/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

4. Complete a Tabela II com os valores das velocidades escalares instantâneas. A velocidade escalar instantânea é obtida dividindo o diâmetro da esfera pelo tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor.

## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Construa o gráfico Posição x Tempo.
2. Construa o gráfico Velocidade x Tempo.
3. Analise o gráfico Posição x Tempo indicando se o movimento é acelerado ou retardado, progressivo ou retrógrado, e que comportamento no gráfico o fez chegar a tais conclusões.
4. Obtenha a aceleração da esfera através do gráfico Velocidade x Tempo.
5. Obtenha a distância percorrida através da área do gráfico Velocidade x Tempo e compare com a distância percorrida obtida através do gráfico Posição x Tempo, obtida pelo cálculo do  $\Delta x$ .
6. Monte a Equação Horária da Velocidade e da posição para movimento.

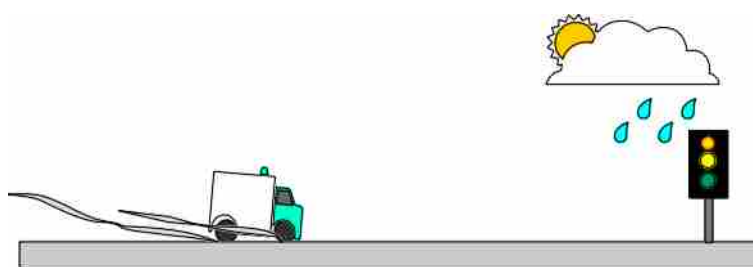
## 5. Movimento Retilíneo Uniformemente Retardado

### Conhecimentos prévios

(Veja Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado)

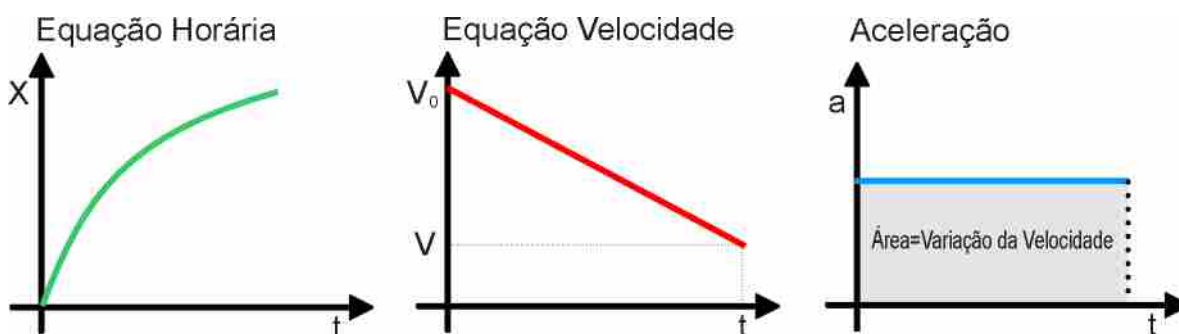
O movimento retilíneo uniformemente retardado é aquele em que a velocidade e aceleração possuem sentidos opostos.

O exemplo mais comum desse tipo de movimento é um carro em frenagem, supondo que a trajetória seja retilínea e a aceleração impressa pelos freios tenha sido constante.



Equações MRUV			
<p>Aceleração</p> $a = \frac{\Delta v}{t} \text{ onde}$ $\Delta v = v - v_0$	<p>Equação Horária da Velocidade</p> $v = v_0 + at$	<p>Equação Horária da Posição</p> $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	<p>Equação de Torricelli</p> $v^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta x$

Observe alguns exemplos de gráficos de movimento retilíneo uniformemente retardado.



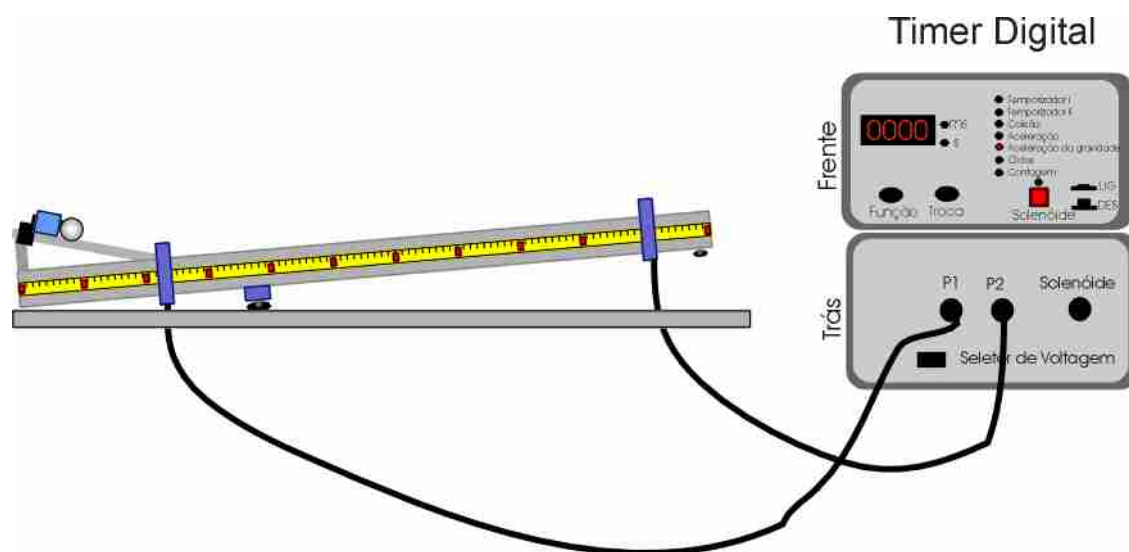
O gráfico da equação horária da posição é uma parábola, a concavidade para baixo significa que a aceleração é positiva e a medida que o tempo passa a posição cresce, logo a velocidade é positiva.

(Leia: a prática 3 - Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado)

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um solenóide (eletroímã), um trilho centimetrado, dois foto-sensores, um timer digital e uma esfera metálica.
2. Monte o trilho alocando os dispositivos auxiliares do seguinte modo: o solenóide (eletroímã) na parte mais alta do trilho, um foto-sensor na base do plano inclinado e outro no final do trilho. Veja a **Figura abaixo**:



3. Conecte o cabo do foto-sensor da base do plano-inclinado na entrada P1 do Timer Digital, o outro foto-sensor na entrada P2 e o cabo do solenóide (eletroímã) na entrada solenóide.
4. Ajuste a tensão do Timer Digital (220 V/110 V) para tensão da rede local.
5. Ligue o Timer Digital acionando o interruptor na parte dianteira.
6. Ajuste o botão função do Timer Digital para a função Tempo por sensor (Função Tempo por sensor: mede o tempo da passagem da esfera pelo foto-sensor).
7. Ligue o botão do solenóide e prenda a esfera metálica.

8. Desligue o solenóide e verifique se o tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor P2 é maior que P1 (A velocidade em P2 é menor que em P1, logo o movimento é retardado).
9. Para ajustar o tempo de passagem em que P2 seja maior que o tempo de passagem em P1, deve-se abaixar a extremidade do trilho em que está a marcação zero do trilho (As extremidades dos trilhos possuem pés reguláveis).  
Observação: Para obter curvas mais acentuadas ajuste o trilho de forma que desnível seja máximo. Pode-se apoiar a base do trilho sobre livros ou objetos a fim de produzir um desnível maior.
10. Ajuste o botão “Função” do Timer Digital para função Tempo entre sensores. Dessa forma, o Timer Digital contará o tempo de passagem da bolinha entre os foto-sensores.
11. Coloque o foto-sensor da entrada P2 a 5 cm do foto-sensor da entrada P1.
12. Ligue o botão solenóide e coloque a esfera metálica no eletroímã.

### Como realizar a experiência?

#### *Tabela Posição x Tempo:*

1. Anote na **Tabela I**, a posição do foto-sensor P1, esta será a posição inicial.
2. Anote na **Tabela I**, a posição do foto-sensor P2, desligue o solenóide e marque o tempo na tabela.
3. Afaste o foto-sensor P2, 5 cm da posição anterior.
4. Repita os itens **2** e **3** até preencher a **tabela I**.

**Tabela I:**

	t (ms)	x(cm)	t (s)	x(m)
Nº da Coleta de dados	0	$X_0=$	0	$X_0=$
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				

*Tabela Velocidade x Tempo:***Observações:**

- A montagem do equipamento é a mesma utilizada para completar a **Tabela I**.
- Desconecte o Foto-sensor P2 do Timer Digital.
- Ajuste, acionando o botão função, para função Tempo por sensor. Esta função remete o tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor.

1. Anote na Tabela II o diâmetro da esfera.

2. Meça e anote na Tabela II, o tempo de passagem da bolinha pelo foto-sensor P1 localizado na posição inicial.

3. Desloque o foto-sensor P1 para as mesmas posições ocupadas anteriormente por P2(Utilize as posições anotadas na tabela I), anotando na Tabela II o tempo de passagem da esfera por P1.



**Tabela II:**

Diâmetro=\_\_\_\_\_mm =\_\_\_\_\_cm

Medida	Tempo (ms)	Tempo(s)	Velocidade(cm/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

5. Complete a Tabela II com os valores das velocidades escalares instantâneas. A velocidade escalar instantânea é obtida dividindo o diâmetro da esfera pelo tempo de passagem da esfera pelo foto-sensor.

## Trabalho independente

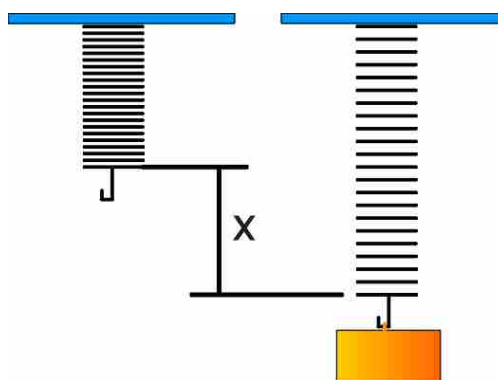
### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Construa o gráfico Posição x Tempo.
2. Construa o gráfico Velocidade x Tempo.
3. Analise o gráfico Posição x Tempo indicando se o movimento é acelerado ou retardado, progressivo ou retrógrado, e que comportamento no gráfico o fez chegar a tais conclusões.
4. Obtenha a aceleração da esfera através do gráfico Velocidade x Tempo.
5. Obtenha a distância percorrida através da área do gráfico Velocidade x Tempo e compare com a distância percorrida obtida através do gráfico Posição x Tempo, obtida pelo cálculo do  $\Delta x$ .
6. Monte a Equação Horária da Velocidade e da posição para movimento.

## 6. Determinação da Constante Elástica da Mola

### Conhecimentos prévios

Ao aplicar uma força em um corpo elástico, esta sofre uma alongação, a qual representa-se pela letra  $x$ . Se sobre o corpo elástico deixa-se de aplicar a força e este voltar as mesmas dimensões iniciais significa que o limite elástico foi respeitado.

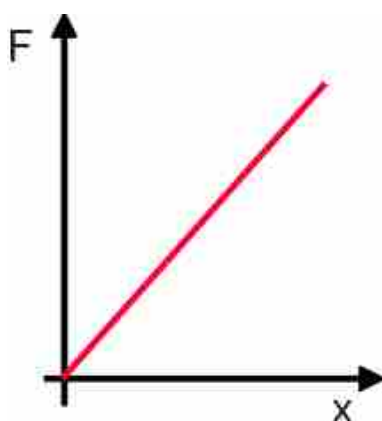


Quando o limite elástico é respeitado, a força elástica é diretamente proporcional a alongação  $x$ , enunciado este conhecido como Lei de Hooke.

A expressão matemática é  $F = Kx$ . Onde  $K$  é a constante elástica da mola. No SI a unidade de  $K$  é dada em N/m (Newton por metro).

A Lei de Hooke somente é válida para funções lineares, ou seja para  $K$  constantes, se exceder o limite elástico de uma mola, sua constante elástica varia.

#### Gráfico $F_x$ $x$ de uma mola que obedece a Lei de Hooke.

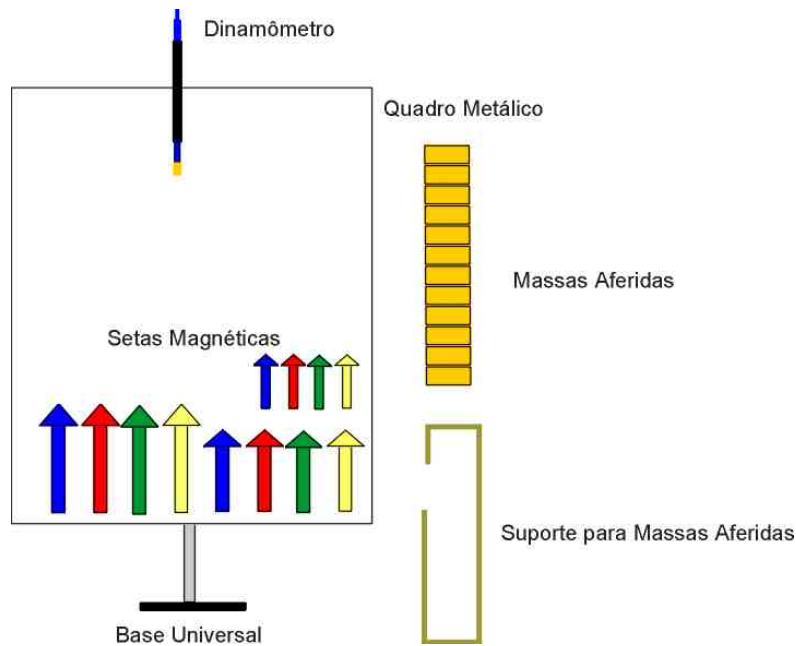


Onde o coeficiente angular da reta é numericamente igual a constante elástica da mola.

## Desenvolvimento do experimento

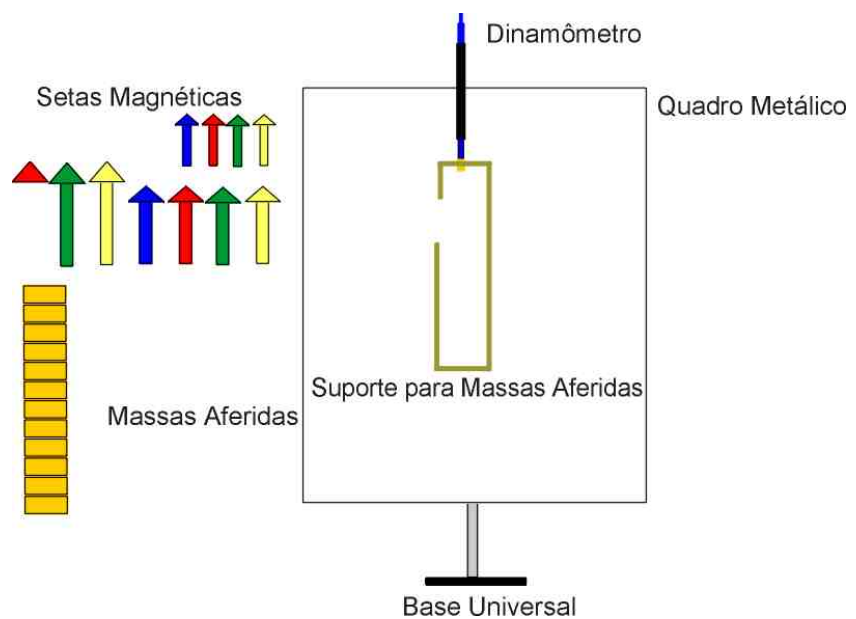
### Como montar o equipamento?

- 1- Nesta prática será necessária uma base universal, um quadro metálico, um dinamômetro, massas aferidas, suportes para massas aferidas e setas magnéticas.



2. Monte o dispositivo como mostra o esquema abaixo.

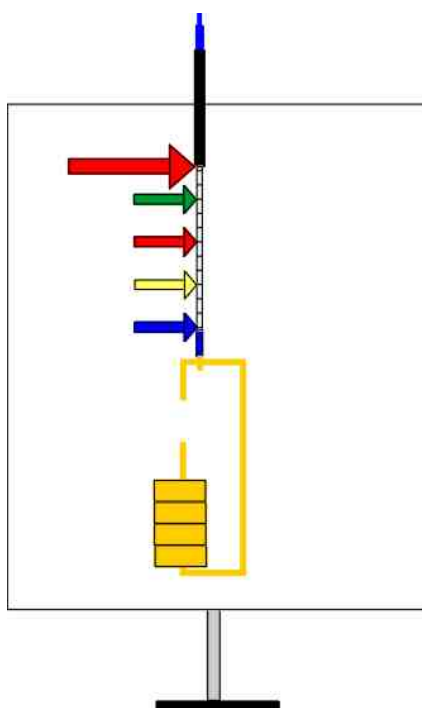
### Esquema:



### Como realizar a experiência?

1. Tare o dinamômetro com o suporte de massas aferidas.
2. Marque com uma seta grande a posição do "0" do dinamômetro somente com o suporte para massas.
3. Coloque uma das massas no suporte e marque com uma seta magnética a posição da marca "0" do dinamômetro.
4. Repita o passo 3 até ter colocado 4 massas.

Observe no desenho a situação final:



A ponta das setas coloridas estão marcando a posição do "0" do dinamômetro:  
 Seta verde - 1 massa aferida  
 Seta vermelha - 2 massas aferidas  
 Seta amarela - 3 massas aferidas  
 Seta azul - 4 massas aferidas  
**Observação:** A seta grande marca a posição inicial do "0".

### Trabalho independente

1. Preencha a **Tabela 1** seguindo as observações abaixo:
  - a. Cada massa aferida tem 100 g.
  - b. O Peso pode ser calculado utilizando o valor das massas aferidas multiplicado pela gravidade  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$ , ou apenas efetuar a medida direta pelo próprio dinamômetro que está graduado em Newton.
  - c. O  $x$  será medido com uma régua sempre tomando como referência "0" a seta maior. Observe no desenho o exemplo:

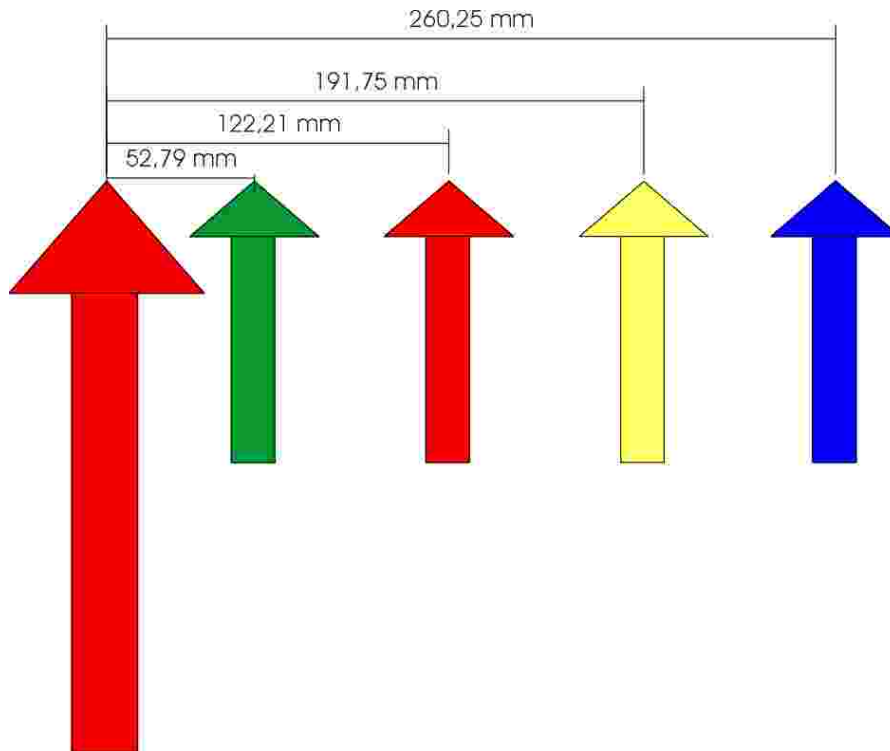


Tabela 1

Massa (g)	Massa (Kg)	Peso (N)	X(cm)

2. Plote o gráfico  $F_{\text{mola}} \times X$ .
3. Determine a constante elástica da mola K através do gráfico em N/cm.

## 7. Teorema de Lamy (Equilíbrio de um Ponto Material)

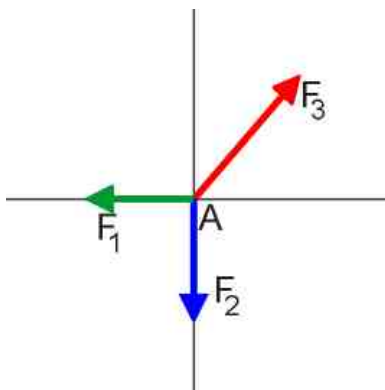
### Conhecimentos prévios

Quando se analisa um corpo relacionando-o a um referencial, e as dimensões deste são desprezíveis em relação ao referencial adotado, chama-se o corpo de ponto material.

Considerando o corpo como ponto material facilita o estudo de equilíbrio dos corpos, pois, não é necessário considerar a rotação para um ponto material.

Aplica-se sobre o ponto material as condições para que ele possa estar em equilíbrio, ou seja, a resultante das forças que atuam sobre o ponto material deve ser nula.

Considere o diagrama de forças da figura (a) abaixo onde atuam diferentes forças em um ponto material A.



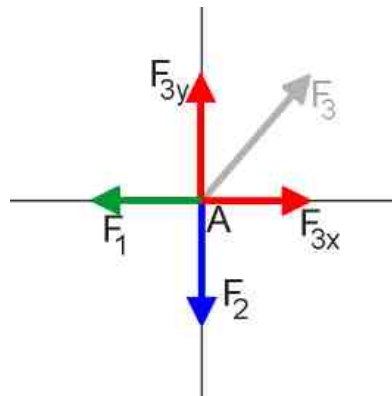
O ponto material A estará em equilíbrio, se a resultante das forças for nula.

Logo, ao decompor as forças em suas componentes ortogonais a condição de equilíbrio deve ser satisfeita.

Condição de Equilíbrio:  $\sum F_y = 0$  e  $\sum F_x = 0$ .

O somatório das componentes sobre os eixos x e y devem ser nulas.

Veja abaixo, o diagrama das componentes:



Observe no diagrama que a força  $F_1$  não tem componentes em y e a força  $F_2$  não possui componentes em x.

Já força  $F_3$  possui componentes em y e x, observe na figura **acima** a decomposição de  $F_3$  em suas componentes ortogonais.

Aplicando as condições de equilíbrio ( $\sum F_y = 0$  e  $\sum F_x = 0$ ) temos:

$$\text{Em y: } \sum F_y = 0$$

$$F_{3y} + F_2 = 0$$

$$\text{Logo, } F_{3y} = F_2 .$$

Observação: O módulo da força  $F_2$  é igual ao módulo da componente  $F_{3y}$ .

$$\text{Em x: } \sum F_x = 0$$

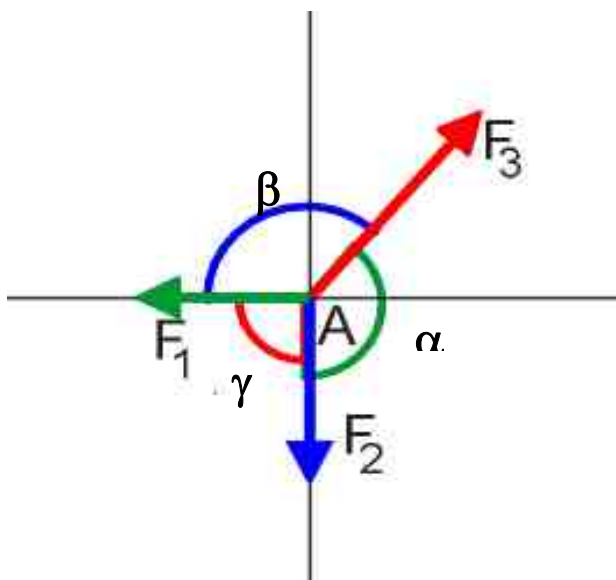
$$F_{3x} + F_1 = 0$$

$$\text{Logo, } F_{3x} = F_1 .$$

Observação: O módulo da força  $F_1$  é igual ao módulo da componente  $F_{3x}$ .

Freqüentemente em estática utiliza-se o Teorema de Lamy, pois reduz consideravelmente os cálculos efetuados.

### Teorema de Lamy

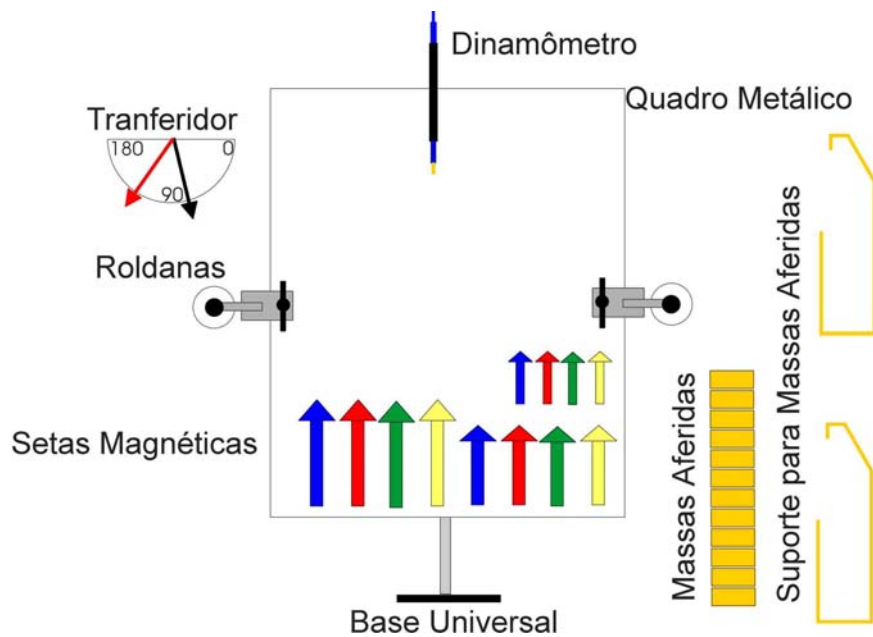


$$\frac{F_1}{\text{sen } \alpha} = \frac{F_2}{\text{sen } \beta} = \frac{F_3}{\text{sen } \gamma}$$

## Desenvolvimento do experimento

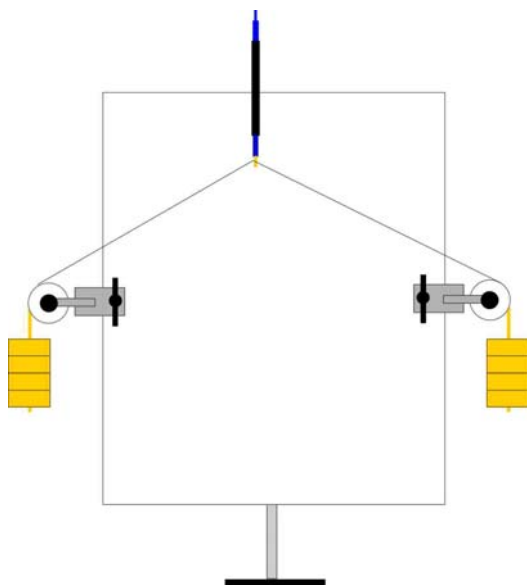
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática será necessária uma base universal, um quadro metálico, um dinamômetro, duas roldanas, massas aferidas, suportes para massas aferidas, setas magnéticas e um transferidor com setas.



2. Monte os dispositivos acima relacionados como mostra a figura do esquema abaixo.

### Esquema:







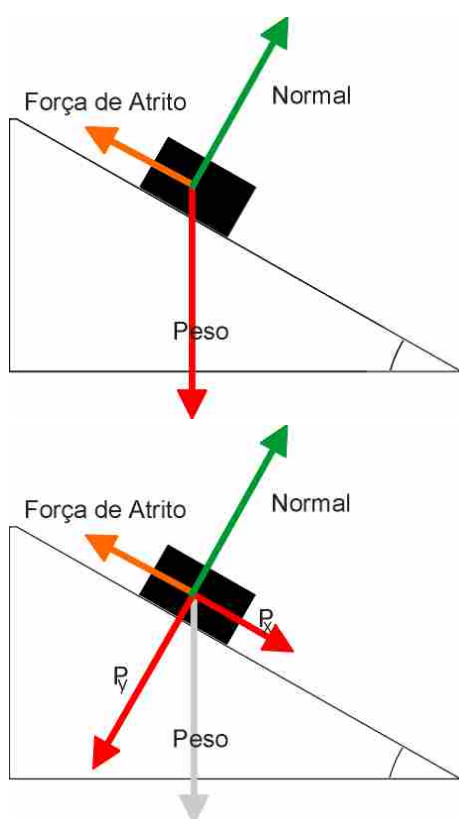
**Trabalho independente**

1. Calcule as forças peso do conjunto de massas aferidas aplicando a condição de equilíbrio, decompondo as forças em suas componentes ortogonais.
2. Calcule a forças peso das massas aferidas utilizando o Teorema de Lamy.
3. Obtido o valor da força peso, calcule o valor das massas aferidas em cada lado do quadro metálico.
4. Meça o conjunto de massas numa balança de precisão, com o dinamômetro e compare com o valor obtido na questão **3**.

## 8. Plano Inclinado

### Conhecimentos prévios

Em um plano inclinado, se um corpo for abandonado está sujeito a ação da força peso, força de atrito e a Normal. As leis de Newton possibilitam a compreensão deste fenômeno, descrevendo quais as forças que atuam em um corpo apoiado em um plano inclinado.



Um corpo que esteja na eminência do movimento e apoiado em um plano inclinado sofre a ação das forças representadas na figura ao lado. Neste caso não a resultante.

Decompondo as forças em suas componentes ortogonais torna-se visível que a resultante das forças é nula. Observe a figura ao lado.

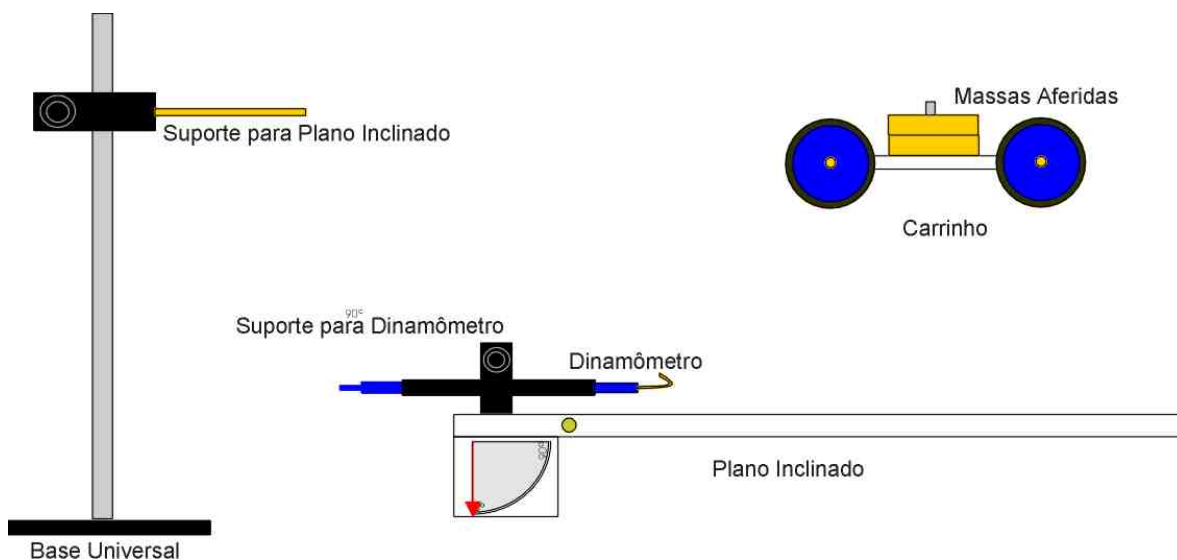
Se o corpo estiver em repouso ou com velocidade constante pode-se afirmar que a componente tangencial ao plano inclinado da força peso é igual em módulo a força de atrito ( $P_x = f_a$ ) e a componente perpendicular ao plano inclinado da Força Peso é igual a força normal ( $P_y = N$ ).

Esta prática utilizará um carrinho cujo resultante de forças sobre ele é nula. A componente tangencial da força peso será igual em módulo à força elástica da mola de um dinamômetro.

## Desenvolvimento do experimento

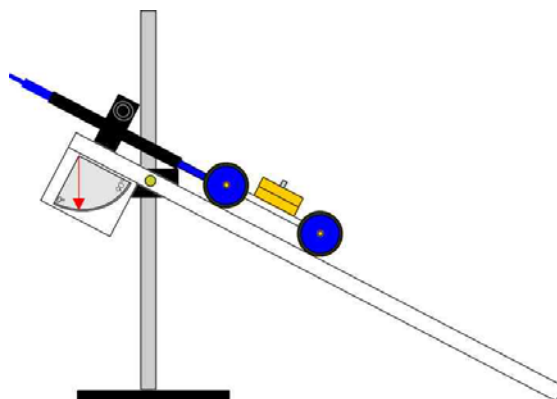
### Como montar o equipamento?

1. Materiais necessários: uma base universal, um carrinho com duas massas aferidas, um dinamômetro e um plano inclinado com indicador do ângulo de inclinação.



2. Monte os dispositivos citados como mostra o esquema abaixo:

### Esquema:



### Como realizar a experiência?

1. Ajuste a inclinação do plano inclinado para o ângulo de 30°.
2. Anote a leitura do dinamômetro ( $P_x$ ) na **Tabela 1**.
3. Repita os itens 1 e 2 para os ângulos: 45°, 60° e 90°.

**Tabela 1:**

Ângulo	Leitura do Dinamômetro "P <sub>x</sub> " (N)
30 °	
45 °	
60 °	
90 °	

### Trabalho independente

1. A medida que a inclinação do ângulo aumentou, você percebeu alguma mudança na leitura do dinamômetro? Caso tenha percebido alguma mudança, explique o porque desta mudança.
2. Preencha a **Tabela 2**, abaixo com os dados experimentais, e estimando o valor da força Peso (P).

Ângulo	Senô do Ângulo	P <sub>x</sub> (N)	P (N)
30 °			
45°			
60°			
90°			

3. Preencha a **Tabela 3**, abaixo estimando para cada ângulo o valor de P<sub>y</sub>.

OBS: Copie os valores de "P" da **Tabela 2**.

Ângulo	Co-senô do Ângulo	P <sub>y</sub> (N)	P (N)
30 °			
45°			
60°			
90°			

4. Construa o gráfico **P<sub>x</sub> x Ângulo**.
5. Construa o gráfico **P<sub>y</sub> x Ângulo**.
6. Compare os gráficos construídos nas questões 4 e 5 e informe o que está observando.

## 9. Lei da Inércia

### Conhecimentos prévios

Aristóteles acreditava que não existia movimento sem a ação de forças. Os corpos possuíam um lugar natural e quando deslocado deste procuravam voltar.

Dessa forma, explicava-se muita coisa como a queda dos corpos e o fogo subindo. Uma flecha em movimento, por exemplo, se desloca porque o ar a empurra na parte de traz e cessa o movimento porque a resistência do ar prevalece.

Algumas das explicações que Aristóteles mostrava, apesar de engenhosas, não eram muito aceitas.

Para o caso da flecha, mais tarde Jean Buridan propõe uma explicação mais convincente. Introduziu-se o conceito de ímpeto que depende do peso e velocidade do corpo que transmitido do arco para flecha. O movimento da flecha cessa quando o ímpeto for todo consumido pela resistência do ar.

Em 1632 Galileu publica “Diálogos sobre os dois principais sistemas do mundo”, onde apresenta os primeiros argumentos que levam à formulação da Lei da Inércia.

A palavra inércia está associada à falta de atividade ou ação. Na física significa a invariância do estado de movimento. Logo, se não houver força resultante atuando sobre um corpo, este permanece em repouso, velocidade nula, ou em movimento retilíneo uniforme, onde a velocidade é constante.

### ***Primeira Lei de Newton***

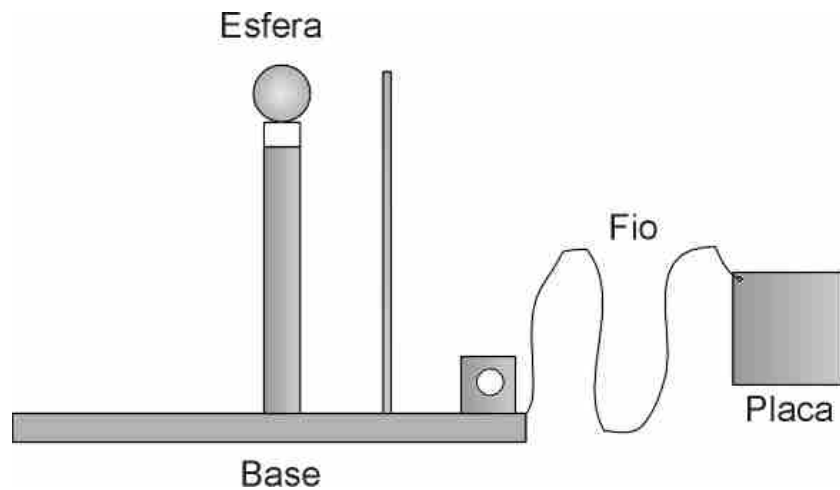
**Um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme se nenhuma força atuar sobre ele.**

A Inércia é considerada propriedade da massa, pois esta tem uma relação com a tendência de ficar parado ou no seu estado de movimento.

## Desenvolvimento do experimento

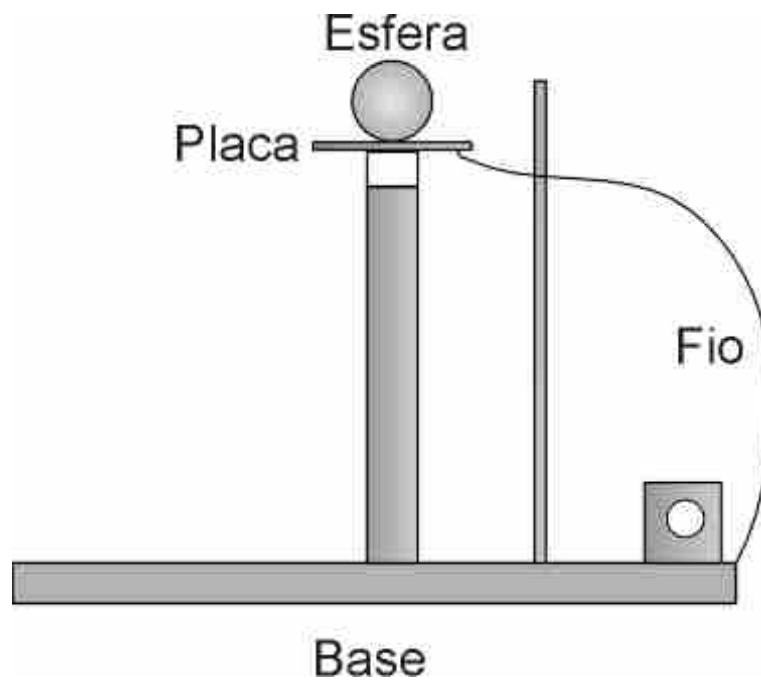
### Como montar o equipamento?

1. Nesta experiência serão necessárias uma base, um fio, uma esfera e uma placa.



2. Monte o equipamento como mostra a figura.

**Esquema:**

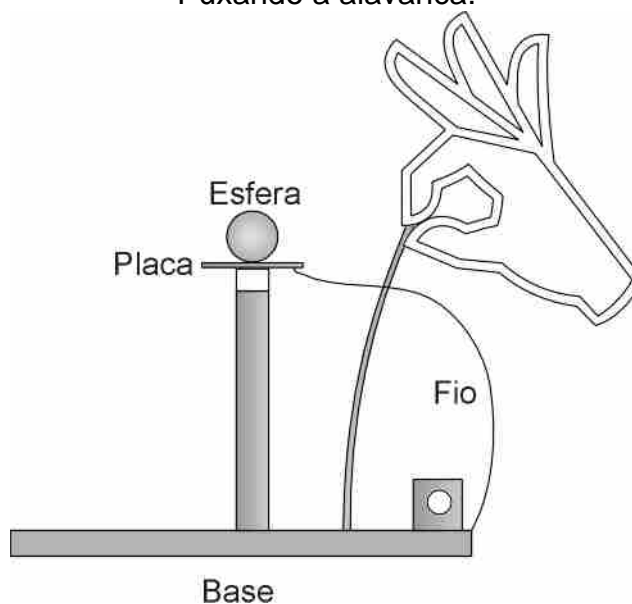


### Como realizar a experiência?

1. Puxe a alavanca metálica do suporte e em seguida solte.

Veja a figura:

Puxando a alavanca:



Fenômeno a ser observado: A placa cairá da base e a esfera permanecerá no mesmo lugar.

### Trabalho independente

1. Explique porque a esfera permaneceu sobre o suporte.
2. O que você entende por inércia, cite cinco exemplos do dia-a-dia onde se pode associar o conceito de inércia.



## 10. Lançamento Horizontal

### Conhecimentos prévios

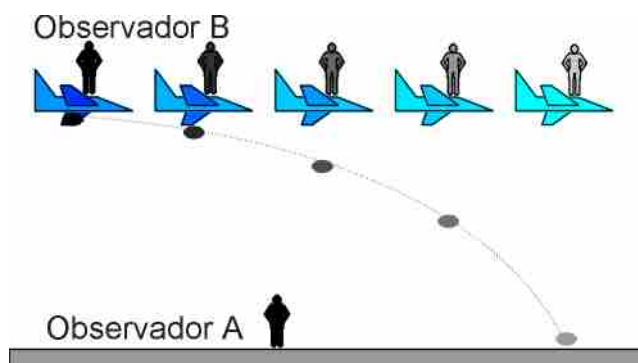
No lançamento horizontal a trajetória descrita pelo corpo é parabólica, o que provém da composição de dois movimentos simultâneos: MRU na horizontal (eixo  $x$ ) e queda Livre na vertical (eixo  $y$ ).

Os movimentos em cada eixo,  $x$  e  $y$ , não tem uma dependência, ou seja, cada um é realizado como se o outro não existisse.

Dessa forma, em  $x$  o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais e em  $y$  a em tempos iguais o espaço cresce, pois está sob ação da aceleração gravitacional e sua velocidade varia constantemente.

Suponha um avião a velocidade constante em relação a Terra e dois observadores: **A** e **B**. O observador **A** está em repouso na Terra. E o observador **B** está em repouso em relação ao avião, mas a velocidade constante em relação a Terra pois sua velocidade é a mesma do avião.

Observe a figura:



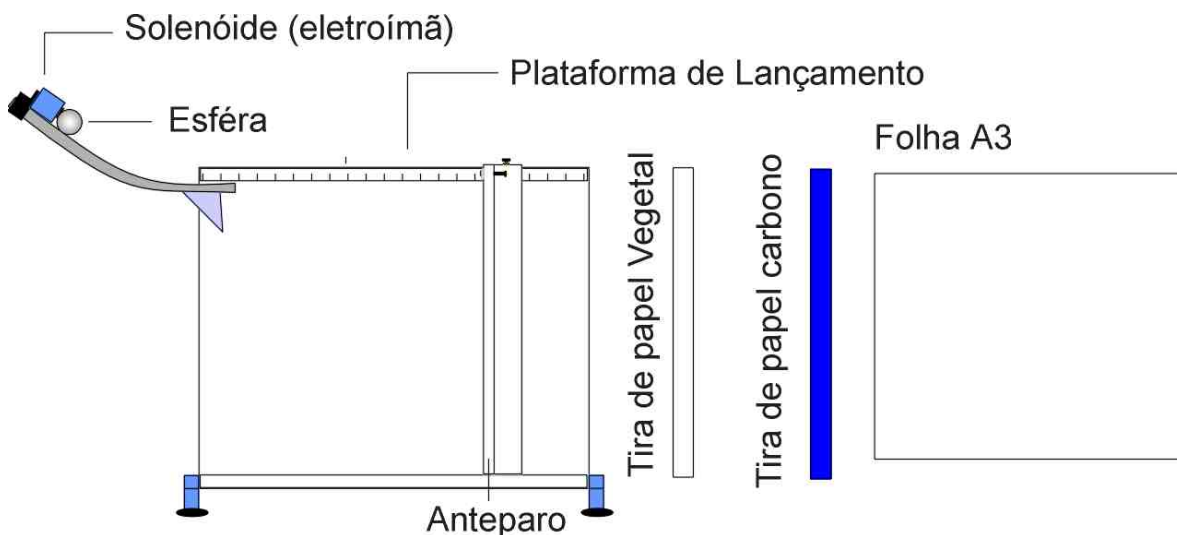
No avião, o observador **B** solta um objeto do avião, a trajetória de queda por ele vista será a de queda livre, ou seja, trajetória retilínea pois o objeto solto possui a mesma velocidade que o avião e o observador **B** na horizontal.

O observador **A** visualizará uma parábola, pois além do movimento de queda na vertical, observa que a posição do objeto na horizontal muda, pois este possui velocidade em relação ao observador **A**, que a mesma do avião e do observador **B**.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um solenóide, uma bateria de 9 Volts, um pincel atômico, uma esfera metálica, uma plataforma de lançamento, uma tira de papel vegetal, uma tira de papel carbono e uma folha A3.

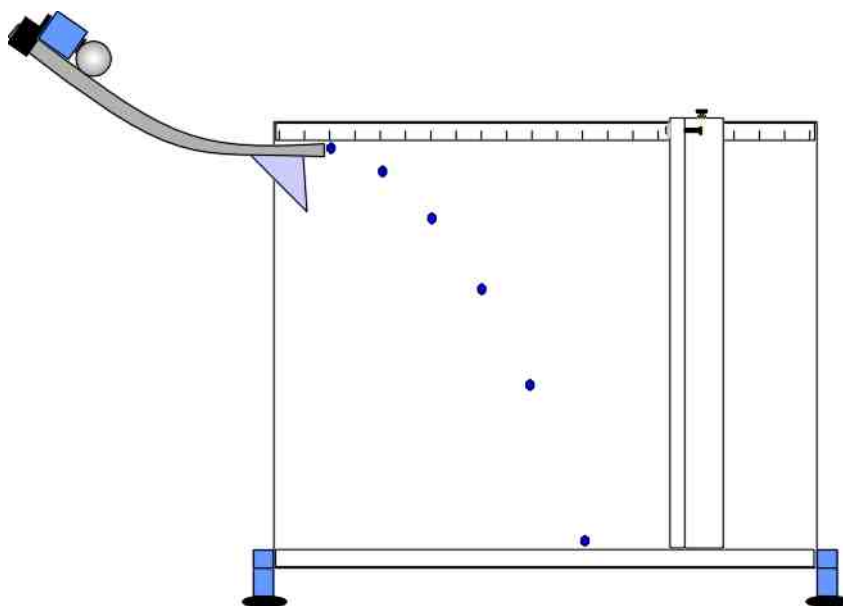


2. Coloque a folha A3 sobre a plataforma de lançamento.
3. Prenda o papel vegetal e o papel carbono no anteparo de forma que o carbono marque o papel vegetal quando for atingido pela esfera.
4. Ligue o solenóide e conecte a esfera metálica.

### Como realizar a experiência?

1. Aproxime o anteparo do lançador.
2. Desligue o solenóide. A esfera colidirá com o anteparo produzindo uma marca neste.
3. Marque com o pincel atômico o local da colisão na folha A3.
4. Afaste o anteparo 1 cm e repita o procedimento 2 e 3 até a esfera não atingir mais o anteparo.

Observe a figura:



### Trabalho independente

1. Em  $x$ , o espaço entre cada marcação é igual ou diferente?
2. Como o espaço entre cada marcação varia em  $y$ , igual ou diferente?
3. O que se pode afirmar a respeito das componentes da velocidade no eixo  $x$  e  $y$ ? Ocorreu alguma variação? Explique.

## 11. Pêndulo Simples (Determinação da Aceleração Gravitacional)

### Conhecimentos prévios

Fenômenos periódicos são utilizados a muito tempo pelo homem para contar o tempo. Os primeiros referenciais foram fenômenos periódicos como a sucessão de dias e fases da lua. Esta contagem demarcava datas comemorativas, bem como o instante de plantar ou colher uma determinada cultura, desta forma o a contagem do tempo tem uma grande influência na vida social do homem.

Um grande avanço tecnológico que possibilitou a contagem do tempo através dos relógios foi à descoberta da periodicidade que ocorre como pêndulo simples.

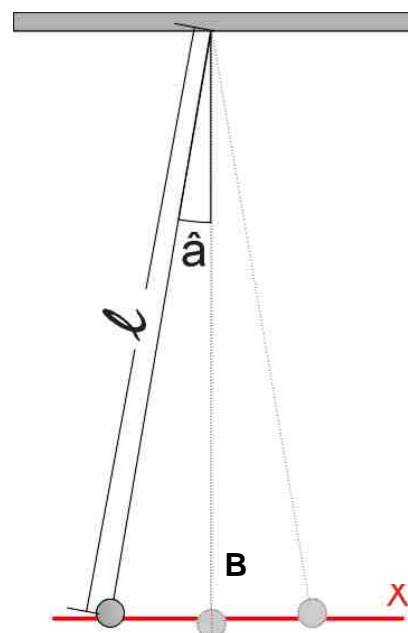
Desse modo, criaram-se dispositivos pra manter a oscilação constante para compensar a perda de energia dessas oscilações.

#### Pêndulo Simples

O pêndulo oscila ao desloca-lo da posição de equilíbrio **B**. Para obter as relações matemáticas que informam grandezas como freqüência e período, deve-se fazer aproximações ao Movimento Harmônico Simples.

Movimento Harmônico Simples é retilíneo e o sentido inverte periodicamente.

O movimento do pêndulo é visivelmente uma curva, mas se a abertura do ângulo  $\hat{a}$  for menor que  $10^\circ$ , a trajetória é praticamente uma reta. Pode-se a partir desta aproximação deduzir que o período e a freqüência de oscilação independem da massa do pêndulo e da amplitude de oscilação. A dependência do período e freqüência está associada ao valor da gravidade local e do comprimento do pêndulo (1).

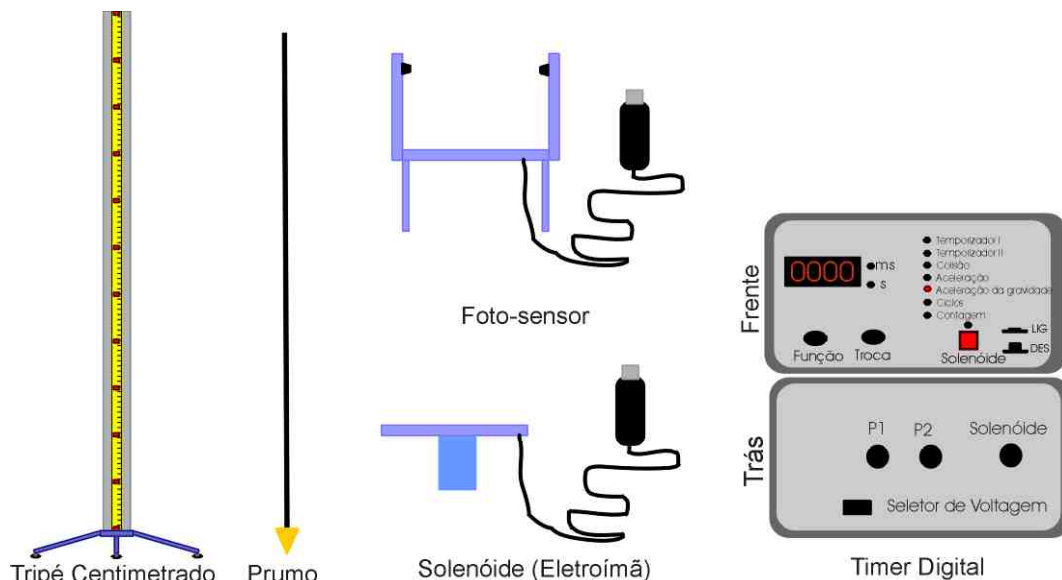


$$\text{Período: } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{Freqüência: } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

## Desenvolvimento do experimento

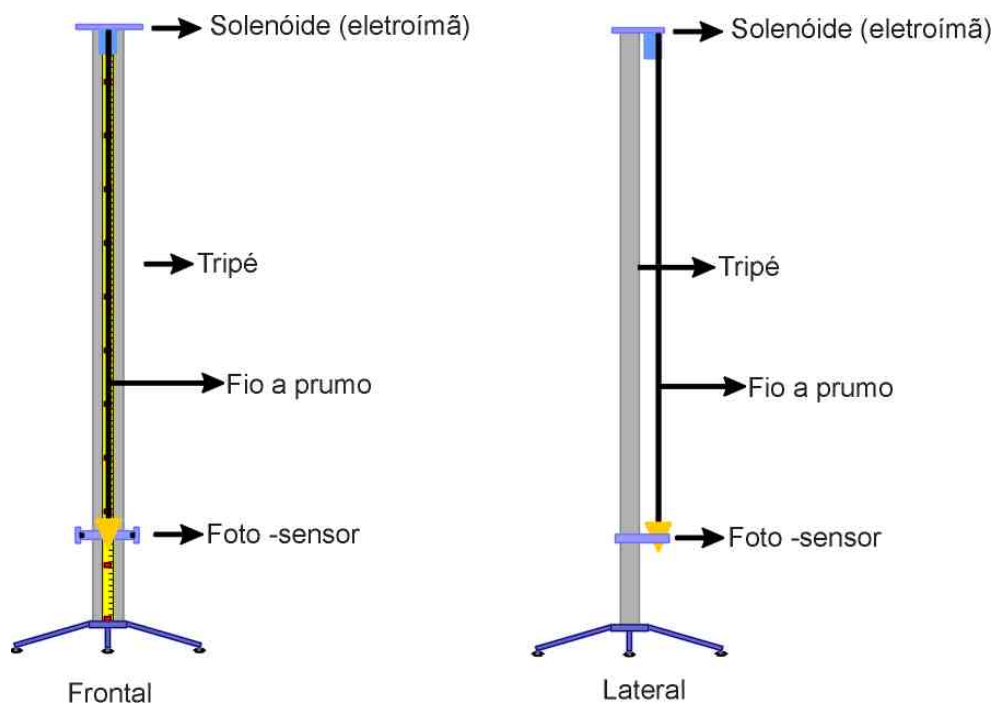
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática será necessário um tripé centimetrado, um foto-sensor, um timer digital e um prumo.



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema, onde o prumo será o pêndulo simples.

### Esquema:



### Como realizar a experiência?

1. Conecte o foto-sensor na entrada P1.
2. Certifique-se que o prumo esteja passando pelo foto-sensor.
3. Ajuste a tensão (110 V/220 V) do Timer Digital para a rede local.
4. Ligue o Timer Digital no interruptor localizado na parte dianteira e ajuste a função para ciclos (frequência).
5. Faça com que o Pêndulo entre em oscilação.
6. Após 10 oscilações completas o Timer Digital mostrará o tempo total.

Anote o resultado na **Tabela I**.

7. Repita a medida quatro vezes.
8. Meça o comprimento do prumo.

### Trabalho independente

1. Preencha a tabela:

Observação: Para obter o valor do período do pêndulo divide-se o tempo de dez oscilações por dez.

**Tabela I:**

Medida	Tempo de 10 Oscilações (s)	Período (T) (s)
1		
2		
3		
4		
5		
Comprimento(l)=		Média (T) =

2. Calcule o período do pêndulo pela média dos valores encontrados na **Tabela I**.
3. Calcule o valor da gravidade local utilizando o período encontrado na questão 2 e o comprimento do pêndulo da **Tabela I**.

## 12. Pressão Atmosférica

### Conhecimentos prévios

Uma faca “perde o fio” com o uso, não conseguindo mais cortar objetos que antes cortava. Quando afia-se uma faca simplesmente diminui-se a área da lâmina, o que torna possível cortar como antes.

Veja a ilustração abaixo:



Na parte esquerda da ilustração, aplica-se uma força  $F$  sobre a faca, pois deseja-se cortar um objeto. A faca está sem fio e não consegue cortar. Afia-se então a faca e aplica-se a mesma força  $F$  sobre a faca e consegue-se cortar o objeto.

Diminuindo-se a área e aplicando-se a mesma força, consegue-se atravessar um objeto que antes não se conseguia. A grandeza que aumentou seu valor e que tornou possível o corte do objeto chama-se pressão.

O conceito de pressão está relacionado com duas grandezas: força e área.

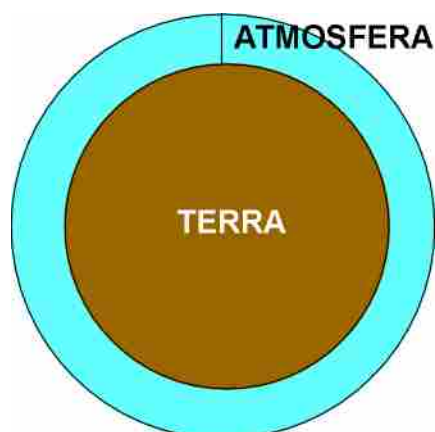
$$p = \frac{F}{A}$$

Da mesma forma, quando se aplica uma força com o dedo contra uma parede de madeira, não conseguimos furá-la. Utilizando um percevejo e aplicando a mesma força contra a parede, consegue-se furá-la. Novamente, diminuindo-se a área aumenta-se a pressão.

O planeta Terra está envolvido por uma camada de ar. O ar tem massa e com seu peso, exerce pressão sobre a crosta terrestre.

A pressão exercida pelo peso da camada de ar que envolve a crosta terrestre chama-se de pressão atmosférica.

A pressão atmosférica não possui um único valor, pois diminui com o aumento da altitude e latitude.

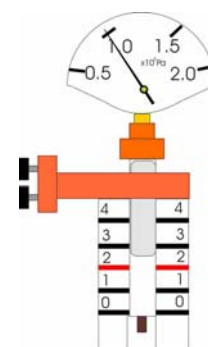


A pressão atmosférica produz vários efeitos interessantes no dia-a-dia que passam despercebidos. Ao tomar algum líquido através de um canudo, antes de aspirarmos a pressão dentro do canudo e fora do canudo são a mesma, ou seja, a pressão atmosférica. Ao aspirar o canudo diminuimos a pressão dentro do canudo fazendo com que ocorra um desequilíbrio e a coluna do líquido dentro do canudo sobe para manter a pressão em cada ponto em uma mesma profundidade no líquido, constante.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um barômetro (utilizado na lei dos gases).
2. A ampola do barômetro deverá estar sem a tampa.



### Como realizar a experiência?

1. Segure o dispositivo sem a tampa e faça a leitura direta no barômetro do aparelho.

$$p_{\text{atmosférica}} = \text{_____} \times 10^5 \text{ Pa}$$



## Trabalho independente

### Questionário:

1. O que é pressão atmosférica?
2. Caso existisse seres que conseguissem habitar a lua, seria possível tomar algum líquido com um canudo?
3. A pressão atmosférica tem sempre o mesmo valor? Caso a resposta seja não, a mudança de pressão muda segundo algum parâmetro?

## 13. Esfera de Pascal

### Conhecimentos prévios

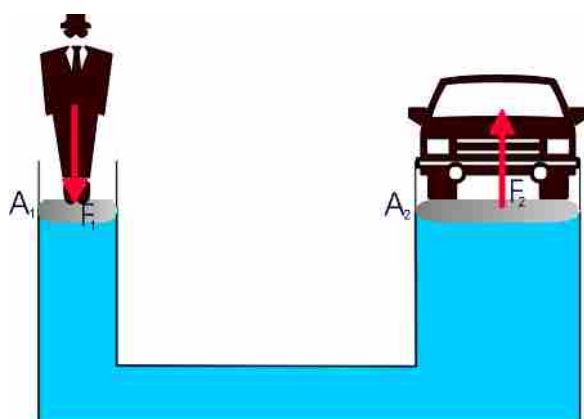
Entre as propriedades estudadas nos líquidos a pressão é uma das mais importantes, pois traz inúmeras aplicações tecnológicas e conseqüências. Nesta prática estudar-se-á uma de suas conseqüências conhecida como Princípio de Pascal.

#### Princípio de Pascal

A variação de pressão aplicada em um líquido contido em um recipiente fechado é transmitida a todos os pontos desse líquido.

Nesta prática, dispõe-se de uma esfera metálica com pistão a qual chama-se de Esfera de Pascal. Ao aplicar-se uma força sobre o pistão, o líquido em equilíbrio na esfera passa a jorrar por todos os orifícios, demonstrando desta forma o princípio de pascal.

Uma das aplicações tecnológicas mais conhecidas onde este princípio é aplicado chama-se prensa hidráulica. Observe a figura abaixo como um líquido é utilizado em uma prensa para aumentar ou reduzir força.



O funcionamento de uma Prensa Hidráulica é relativamente simples, a figura mostra duas colunas líquidas interligadas e sobre elas dois êmbolos de massas desprezíveis.

Um peso de um homem equilibra um carro, pois a área do êmbolo onde está o carro é maior que a área do êmbolo na qual encontra-se apoiado o homem.

No princípio de pascal diz-se que o aumento de pressão sobre um líquido é transmitido a todos os pontos do líquido. Como a pressão pode ser obtida através da razão entre a força e a área, o aumento de pressão sobre o líquido no êmbolo

onde o homem está apoiado é  $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$  ( $F_1 \rightarrow$  peso do homem e  $A_1 \rightarrow$  área do êmbolo de apoio do homem) e esta pressão é transmitida a todos os pontos do líquido tendo mesmo valor sobre o êmbolo onde está apoiado o carro,  $p_1 = p_2$  ( $p_1 \rightarrow$  pressão sobre o êmbolo menor e  $p_2 \rightarrow$  pressão sobre o êmbolo maior).

Como,  $p_1 = p_2$  então  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ , onde  $F_1$  e  $A_1$  são respectivamente a força aplicada pelo peso do homem e a área do êmbolo menor, e  $F_2$  e  $A_2$  são respectivamente a força sobre o êmbolo maior e a área do êmbolo maior.

Para a prensa estar em equilíbrio é necessário que o peso do automóvel tenha mesmo módulo que a força  $F_2$ .

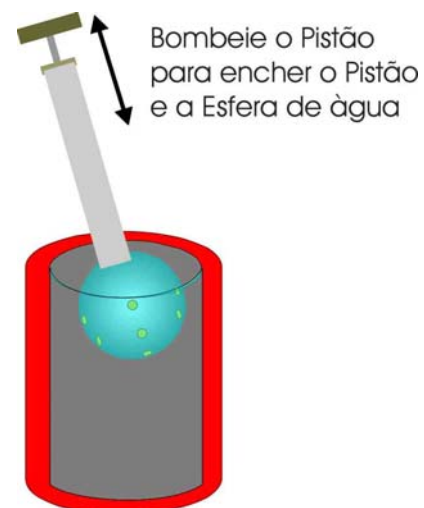
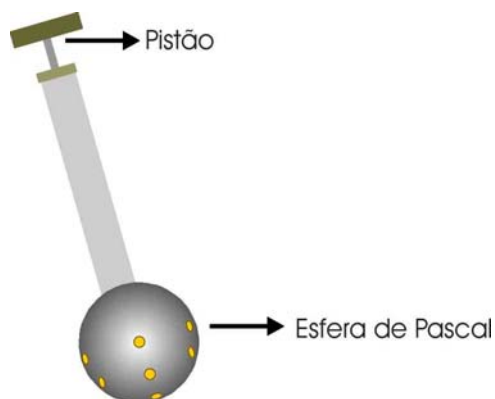
Dessa forma é fácil perceber que a força peso do homem sobre o êmbolo é aumentada quando comparada e analisada no êmbolo no qual encontra-se o carro. A Força será maior sobre o êmbolo de maior área e menor sobre o êmbolo de menor área.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um recipiente com água, e uma esfera de Pascal.
2. Mergulhe a Esfera metálica dentro do recipiente e bombeie afim de que a esfera metálica encha de água.
3. Ao retirar a Esfera da água, mantenha o pistão puxado.

### Esquema:



**Como realizar a experiência?**

1. Pressione o pistão afim de que a água seja esguichada.
2. Repita várias vezes o item 1 mudando a intensidade da força sobre o pistão, observando o que ocorre com o esguicho de água.

**Trabalho independente**

1. Ao realizar a experiência você variou a intensidade da força aplicada no pistão. O que mudou no esguicho de água dos orifícios da esfera?
2. Na esfera com água, a pressão aumenta à medida que aumenta a profundidade do líquido. Tem-se vários orifícios em diferentes profundidades, logo estão submetidos a diferentes pressões. Porque os esguichos de água são iguais?

## 14. Duplo Cone

### Conhecimentos prévios

*O que é Centro de Gravidade?*

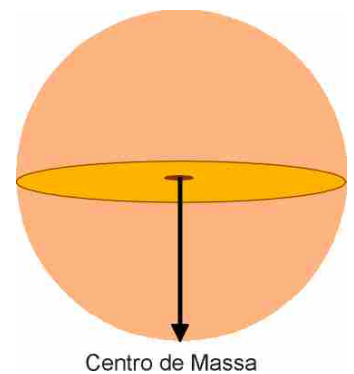
Ao tentar equilibrar um corpo utilizando um ponto apenas do corpo, é fácil perceber que isto é possível somente em um ponto. Este ponto é chamado de centro de gravidade e comporta-se como se todo o peso do corpo estivesse concentrado neste ponto.

*O que é Centro de Massa?*

Em um corpo cuja distribuição de massa seja homogênea o centro de massa está localizado no *centro geométrico do corpo*.

Geralmente o centro de massa e o centro de gravidade coincidem desde que seja uniformes a distribuição da massa e o campo gravitacional.

Nem sempre o centro de gravidade se localiza no próprio corpo. Um anel, por exemplo, é um corpo cujo centro de gravidade localiza-se no centro do anel. Veja a figura:



Um corpo rígido está em equilíbrio se satisfazer as seguintes condições:

1. A resultante das forças que atuam sobre ele deve ser nula.
2. A soma dos momentos de força em relação a qualquer ponto for nula.

## Desenvolvimento do experimento

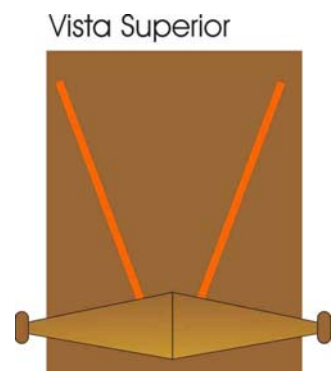
### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um cone duplo e um suporte.



### Como realizar a experiência?

1. Posicione o Cone Duplo na parte baixa do suporte, como mostra a figura ao lado.
2. Solte o cone Duplo e observe o que ocorre.



## Trabalho independente

1. O Cone Duplo solto da posição mais baixa do suporte subiu ou desceu a rampa?
2. O Cone Duplo subiu ou desceu em relação à terra? Explique.
3. Onde está localizado o Centro de Massa e o Centro de Gravidade do Cone Duplo? Qual a diferença entre estes dois conceitos?

## 15. Looping

### Conhecimentos prévios

A palavra Energia, utilizada freqüentemente no cotidiano, apresenta em várias formas na natureza. Algumas das formas mais conhecidas são: Energia Térmica (proveniente da combustão da gasolina), Energia Cinética (relacionada com movimento), Energia Elétrica (utilizada em diversos aparelhos), Energia Sonora, Energia Nuclear e etc...

Além de a energia apresentar-se de várias formas, se transforma de uma forma em outra. A energia elétrica é utilizada para colocar em funcionamento um ventilador. Neste caso, a energia elétrica consumida se transforma em energia mecânica (Cinética de rotação) e energia térmica proveniente do aquecimento do motor elétrico. Esta prática apresentará como ocorre uma transformação em particular: Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética. As formas existentes de Energia Mecânica e as grandezas as quais estão relacionadas são: Energia **Cinética** ( $k$ ) = esta relacionada com movimento, velocidade.

Energia **Potencial Gravitacional**( $E_{pg}$ ) = esta relacionada a altura em relação a um referencial pré estabelecido.

Energia **Potencial Elástica** ( $E_{pe}$ ) = Relacionada a deformação da mola.

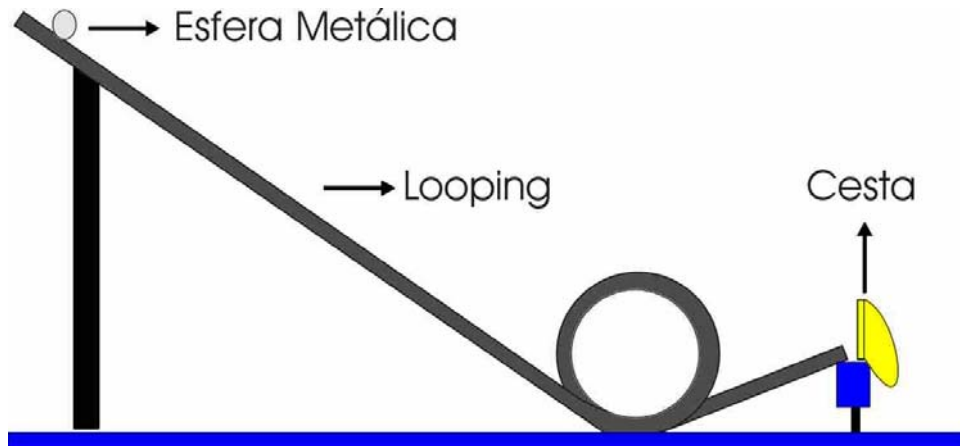
Define-se como Energia Mecânica a soma desses três tipos de Energia. Quando se fala em conservação da Energia Mecânica, significa que a soma dos três tipos de energia é sempre o mesmo. Um objeto em queda, por exemplo, se desprezarmos as forças dissipativas, à medida que perde altura (energia potencial gravitacional) adquire maior velocidade (energia cinética), de modo que a soma dos dois tipos de energia envolvidos neste exemplo se mantém constante até o final do movimento.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

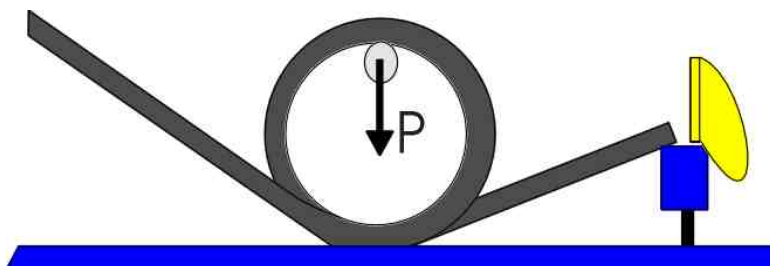
1. Para realização desta experiência será necessário um looping, uma esfera metálica e uma cesta.
2. Monte o equipamento como mostra esquema de montagem.

### Esquema de montagem:



### Como realizar a experiência?

1. Solte a esfera metálica do ponto mais alto do looping. Espere a esfera atingir a cesta.
2. Repita o procedimento anterior, soltando a esfera de uma altura menor. Observação: Repita este procedimento até a esfera não completar o looping, anotando a altura que a esfera foi solta.
3. Cálculo da Velocidade-limite para completar o looping. A situação limite para a esfera completar o Looping é em que a Força Centrípeta é o próprio Peso da esfera.



$$\text{Força Centrípeta} : F_c = \frac{mv^2}{r}$$

onde  $r$  é o raio do looping.

$$\text{Peso: } P = mg$$

$$P = F_c \text{ então: } \frac{mv^2}{r} = mg$$



Logo a velocidade mínima para completar o Looping é:  $v = \sqrt{rg}$

4. Para calcularmos a altura mínima teórica que se deve abandonar a esfera, precisa-se aplicar a conservação da Energia Mecânica. No início do movimento a esfera tem somente Energia Potencial gravitacional (ponto A) e no ponto B a energia mecânica se deve a altura de  $2r$  e a velocidade mínima para se completar o Looping.

Em A:  $E_M = E_{pg} = mgh$

Em B:  $E_M = E_K + E_{pg} = \frac{mv^2}{2} + mg2r$

Se a Energia mecânica em A é igual em B, logo:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + mg2r \quad \text{como } v = \sqrt{rg} \quad \text{então: } mgh = \frac{mrg}{2} + mg2r$$

Logo:  $h = 2,5r$

5. Na prática os valores obtidos serão diferentes dos teóricos, pois, além do atrito tem-se a energia cinética de rotação que não foi considerada nesta prática.

## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Calcule a altura mínima teórica para a esfera completar o looping.
2. Compare a altura teórica com a altura experimental.
3. Comente a causa das diferenças entre a altura experimental e a teórica.
4. Calcule a velocidade mínima teórica para a esfera conseguir completar o looping.

## 16. Determinação da Aceleração Gravitacional (g)

### Conhecimentos prévios

O movimento de **Queda Livre**, é aquele em que se abandona um corpo de uma certa altura ficando este sujeito a aceleração gravitacional. Realmente se todos os corpos caíssem somente com **g** (aceleração gravitacional) uma pena e uma moeda ao serem abandonadas de uma certa altura, chegariam ao mesmo tempo ao chão.

O movimento de Queda Livre na prática não existe, pois, é muito difícil evitar a influência da resistência do ar. A força de resistência do ar ou força de arrasto é uma força que depende da velocidade do corpo. Quanto maior for a velocidade maior é esta força. Como exemplo, se colocares a mão para fora da janela de um carro a 20 Km/h, a força de resistência do ar é menor do que repetir a mesma façanha a 80 Km/h.

Dessa forma, os objetos em queda, atingem uma **Velocidade-Limite** que é a velocidade em que o Peso se iguala a força de arrasto e a partir deste ponto o objeto não varia sua velocidade (**v = constante**).

#### Equações da Queda Livre

Velocidade em Relação ao tempo:  $v = v_0 - gt$

Posição em relação ao tempo:  $y = y_0 + v_0t - \frac{gt^2}{2}$

Velocidade em relação a posição:  $v^2 = v_0^2 - 2g\Delta y$

Pode-se fazer uma boa aproximação da Queda Livre utilizando uma pequena esfera e abandonando-a de uma pequena altura, pois, a resistência do ar neste pequeno intervalo de tempo não atingiu valores consideráveis e a bolinha está longe de atingir a **Velocidade-Limite**.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um tripé, uma cesta, um solenóide (eletroímã), um foto-sensor, um timer digital e, uma esfera metálica.
2. Monte o tripé alocando os dispositivos auxiliares do seguinte modo: o solenóide (eletroímã) na parte superior, a cesta na parte inferior e, o foto-sensor próximo a cesta na parte superior como mostra a **Figura 1**.
3. Conecte o cabo do foto-sensor na entrada P1 do timer digital e o cabo do solenóide (eletroímã) na entrada solenóide.
4. Ajuste a tensão do timer digital (220 V/110 V) para tensão da rede local.
5. Utilizando o fio prumo, nivele o tripé de modo que a esfera metálica seja captada ao passar pelo foto-sensor.
6. Ligue o botão solenóide e coloque a esfera metálica no eletroímã.

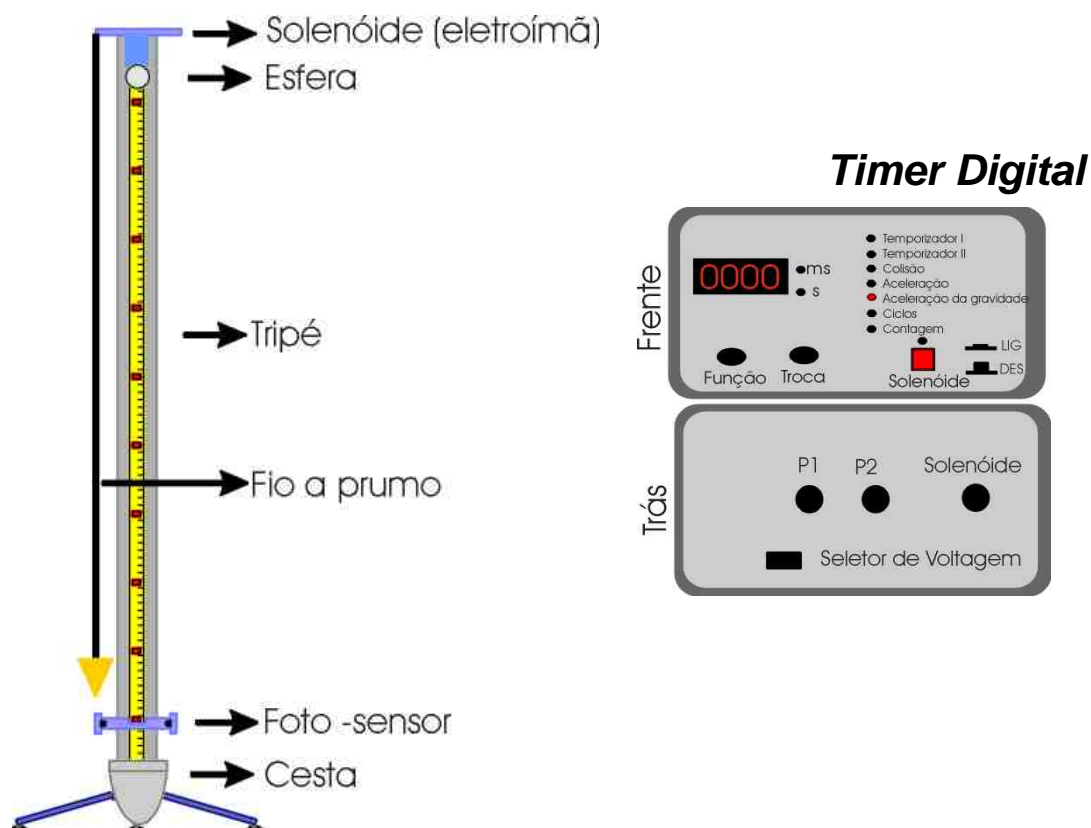
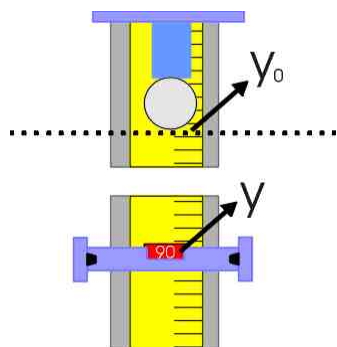


Figura 1

### Como realizar a experiência?

1. Ao iniciar a atividade experimental calcule a altura de queda da esfera e anote na Tabela 1.



Observe a figura: Onde:  $y_0$  → Posição inicial( posição da parte inferior da esfera) e  $y$  → Posição final (Posição do foto-sensor)

#### Tabela I:

$y_0 =$	$y =$	$h =$	cm
---------	-------	-------	----

2. Transforme a unidade da altura de centímetros para metros e anote na Tabela II.

3. Ao se desligar o solenóide a esfera iniciara o movimento de queda e o timer digital será acionado. A esfera ao passar pelo foto-sensor cessará a contagem do timer digital e em seguida mostrará o tempo do movimento.

Anote o tempo decorrido na Tabela II.

4. Anote na **Tabela II** o tempo em segundos. (Para transformar a medida de milissegundos para segundos divide-se a medida em milissegundos por 1000).

5. Repita os passos de 3 e 4, até preencher toda **Tabela II**.

6. Calcule o valor da aceleração gravitacional para cada coleta de dados

utilizando a equação:  $h = \frac{gt^2}{2}$ , e isolando o g tem-se que  $g = \frac{2h}{t^2}$

#### Tabela II:

Nº da Coleta de dados	t (ms)	t (s)	h(m)	g(m/s <sup>2</sup> )
1				
2				
3				
4				
5				

## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Calcule o valor médio de  $g$ .
2. Compare o valor tabelado da aceleração gravitacional ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) com o valor médio experimental.. Indicando o erro percentual.
3. Quais as possíveis causas de erro da experiência.
4. Utilizando o valor experimental da aceleração gravitacional calcule a velocidade da esfera ao passar pelo foto-sensor. Utilizando:  $v = gt^2$ .
5. O experimento que você realizou é de queda livre? Explique
6. Uma esfera de aço solta de um avião de uma altura muito grande realiza um movimento de Queda Livre? Sugestão: (Pesquise sobre velocidade limite)

### Faça em Casa...

*Testando a Força de Arrasto:* Quando se estuda a Queda livre é difícil de imaginar dois corpos caindo ao mesmo tempo no chão. Geralmente o corpo mais pesado chega primeiro ao chão, pois atinge uma velocidade-limite maior. Pegue um livro e uma folha de papel com aproximadamente a mesma área das folhas do livro.

**1º** Abandone a folha de papel e o livro ao mesmo tempo e da mesma altura.

Qual chegou primeiro?

**2º** Coloque agora a folha de papel sobre a parte superior do livro. Abandone o conjunto Livro/folha. O que ocorreu?. A força de arrasto realmente exerce um papel importante no estudo dos movimentos?

## 17. Dilatômetro Linear

### Conhecimentos prévios

A Dilatação Térmica é o aumento das dimensões de um corpo observado com o aumento da temperatura.

Geralmente o corpo, ou substância, independente do estado físico: sólido, líquido ou gasoso, aumenta suas dimensões com aumento da temperatura.

O corpo ou substância ao absorver calor, aumenta sua energia interna. Conseqüentemente verifica-se um aumento na sua temperatura, pois ao absorver energia, as moléculas constituintes aumentam seu grau vibracional ocupando um maior espaço.

Pode-se separar este estudo em Dilatação dos Sólidos em Linear, Superficial e Volumétrica. Onde respectivamente levamos em consideração o comprimento a área e o volume.

Nesta prática estudar-se-á a dilatação dos sólidos especificamente a dilatação linear onde consideramos como grandeza dimensional o comprimento.

Coeficientes de Dilatação Linear	
Substância	$\alpha$ ( $\cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
Gelo	51
Chumbo	29
Alumínio	24
Latão	19
Cobre	17
Concreto	12
Aço	11
Vidro Comum	9
Vidro Pirex	1,2
Invar (Liga de níquel e aço)	0,7

O aumento de comprimento de uma barra ( $\Delta L$ ) depende do seu comprimento inicial ( $L_0$ ), coeficiente de dilatação linear ( $\alpha$ ) e a variação de temperatura ( $\Delta t$ ).

#### **Fórmula:**

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

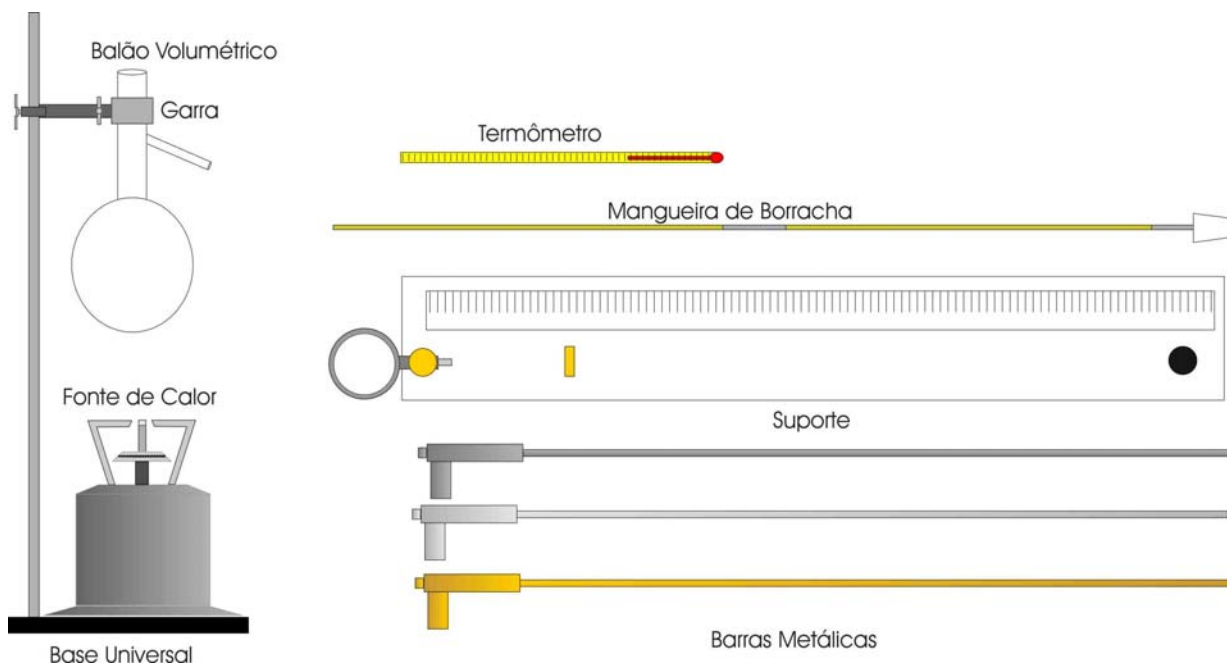
#### **Observe o esquema:**



## Desenvolvimento do experimento

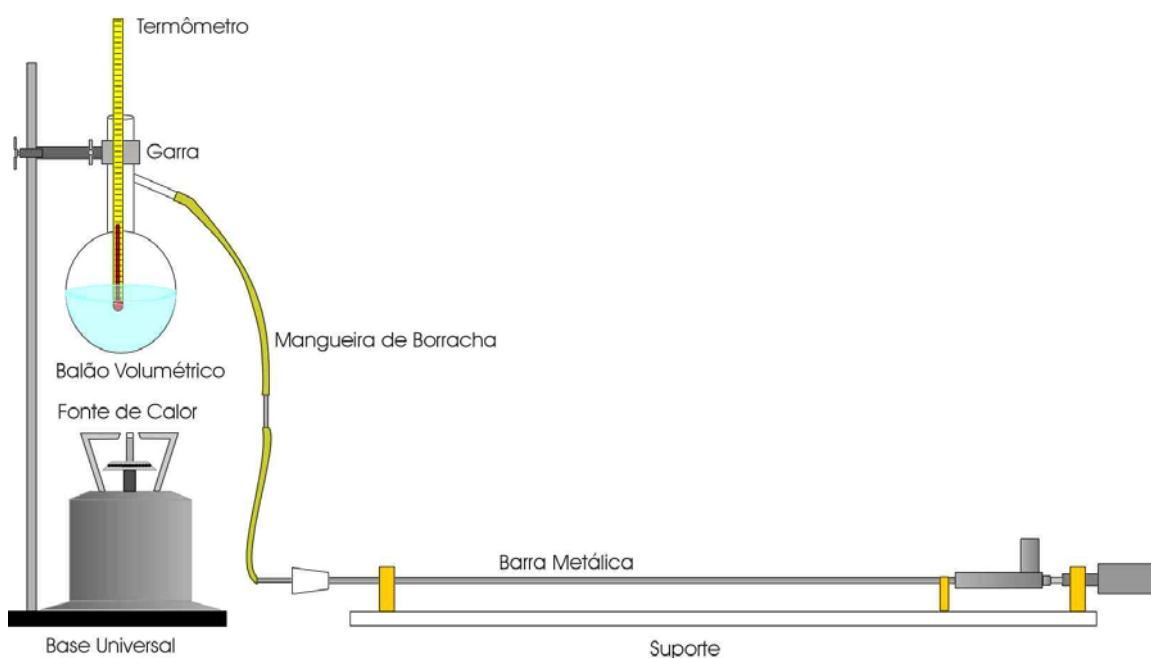
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática você necessita de um termômetro, uma base universal, uma garra, um balão volumétrico, uma fonte de calor, barras metálicas, duas mangueiras de borracha, dois canos metálicos para conexão com mangueira, duas rolhas de borracha com orifício e um relógio comparador.



2. Monte os dispositivos relacionados acima como o esquema abaixo:

### Esquema:



3. Meça o comprimento inicial da barra ( $L_0$ ) e anote na **tabela I**.
4. Coloque água a temperatura ambiente no balão volumétrico.
5. Meça a temperatura ambiente e anote na **tabela I**. A temperatura ambiente é a mesma que a barra metálica, pois o equipamento está em equilíbrio térmico com o ambiente.
6. Aqueça a água até que o relógio comparador estabilize. (A barra começará a dilatar somente após a água entrar em ebulição, pois o vapor entrará pela mangueira passando por dentro da barra. A barra cessará a dilatação quando entrar em equilíbrio térmico com o vapor. A temperatura do vapor da água será a temperatura lida no termômetro com a água em ebulição).
7. Meça a temperatura final no termômetro com a água em ebulição. Anote na **tabela I**.
8. Meça o aumento que a barra sofreu, fazendo a leitura no relógio comparador.
9. Repita os passos anteriores mudando a barra metálica.

**Tabela I:**

Corpo de Prova	$L_0$ (m)	$t_0$ (°C)	t (°C)	$\Delta t$ (°C)	$\alpha$ (°C <sup>-1</sup> )
1					
2					
3					

## Trabalho independente

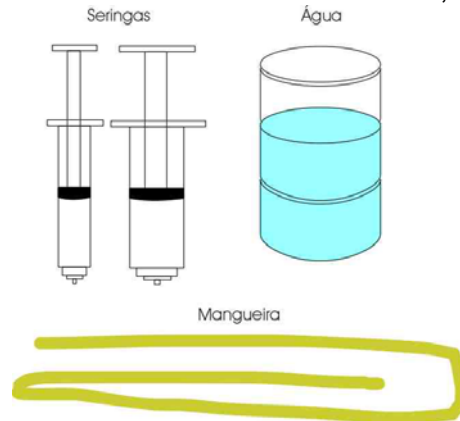
1. Calcule o Coeficiente de Dilatação Linear das barras anotando na **tabela I**.
2. Compare os coeficientes com a tabela de coeficientes de dilatação lineares do “Conhecimento prévio”, indicando quais os prováveis materiais que constituem as barras metálicas.
3. Cite três exemplos do cotidiano onde observa que ocorre Dilatação Térmica.



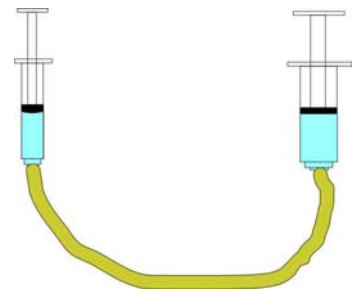
## Faça em Casa

### Como montar?

- a. Para realização desta experiência serão necessárias duas seringas de diâmetros diferentes, uma mangueira e água.



- b. Conecte os dispositivos mencionados acima com mostra a figura.



1. Aplique uma força sobre o êmbolo menor, com seus dedos, e sinta a força no êmbolo maior.
2. Coloque dois objetos de massas iguais sobre os êmbolos e observe o que ocorre.

### Questionário:

1. As forças sobre os êmbolos são iguais?
2. Sobre qual dos êmbolos das seringas a força é maior? (diâmetro maior ou menor)
3. Quais as grandezas físicas que são iguais nos dois êmbolos?

## 18. Borbulhador

### Conhecimentos prévios

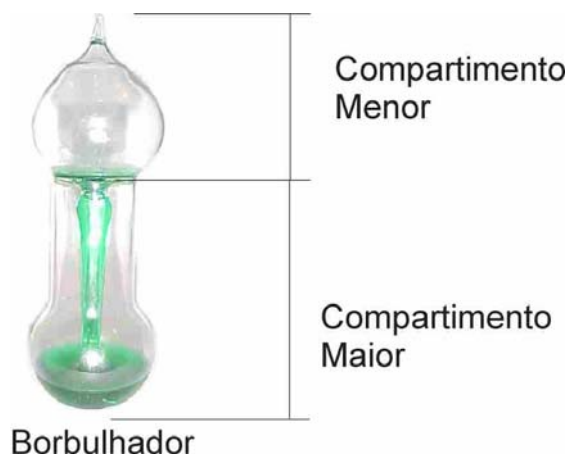
Quando se aumenta a temperatura de uma massa de gás a volume constante, a pressão do sistema aumenta.

O borbulhador possui dois compartimentos: um com volume maior na parte inferior e outro menor na parte superior. Os compartimentos estão interligados por um cone de vidro. Nos compartimentos contém uma massa gasosa e uma massa líquida.

Quando líquido encontra-se no compartimento maior (inferior) e envolvermos este compartimento nas mãos, ocorrerá transferência de calor entre as mãos e o compartimento envolvido.

Se a temperatura do compartimento aumentar, aumentará a pressão e ocasionará a subida do líquido para o compartimento menor (superior).

O mesmo fenômeno será de subida do líquido também será observado se colocarmos em contato com o compartimento menor (superior) um objeto com temperatura inferior a do borbulhador. O Borbulhador transferirá calor para este objeto, diminuindo a temperatura e pressão no compartimento menor. Como a pressão no compartimento maior (inferior) fica maior que a pressão no compartimento menor (superior), o líquido sobe.



## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um borbulhador.

### Como realizar a experiência?

2. Aproxime do compartimento maior (inferior) objetos com temperatura superior e inferior em relação ao borbulhador.
3. Repita o item 1 com o compartimento menor (superior)



Borbulhador

### Trabalho independente

1. Em relação ao item 1 (Como realizar a Experiência?) descreva os fenômenos observados e o que ocorre com a pressão em cada compartimento.
2. Descreva os fenômenos observados no item 2 (Como realizar a Experiência?) explicando a causa do movimento do líquido de um compartimento para outro.

## 19. Princípio de Ignição

### Conhecimentos prévios

No estudo do comportamento dos gases, uma amostra apesar de não ter volume definido, pode-se fixa-lo aprisionando esta em um recipiente de volume conhecido. Além do volume outras grandezas são importantes: temperatura e pressão.

O estudo do comportamento deste estado físico da matéria levou a formulação de algumas leis:

#### Lei de Boyle-Mariotte

Quando a temperatura de uma amostra permanece constante, a sua variação de volume é inversamente proporcional à sua variação da pressão.

$$p_0V_0 = pV$$

#### Lei de Gay-Lussac

Se a pressão de uma amostra de gás for mantida constante, a sua temperatura T e o volume V são diretamente proporcionais.

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

Para estudarmos a Lei de Boyle-Mariotte basta comprimirmos ou expandirmos uma amostra de gás, vagoradamente e sua temperatura não se alterará. Ao comprimirmos uma amostra rapidamente, haverá variação do volume, pressão e temperatura.

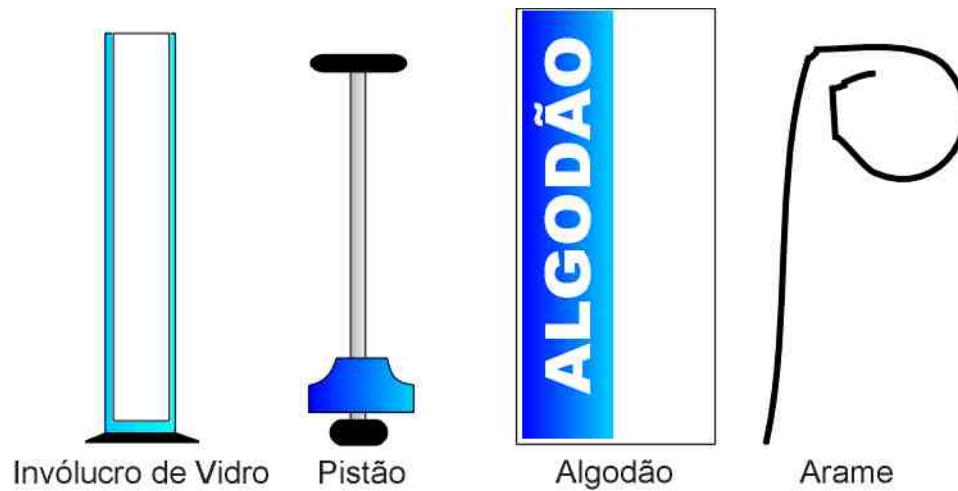
#### Lei Geral

$$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$$

## Desenvolvimento do experimento

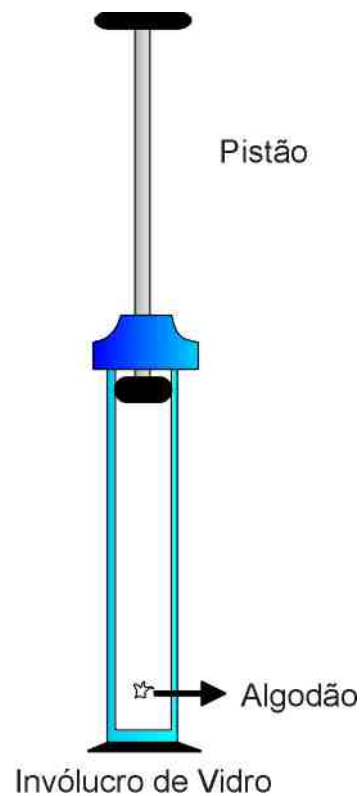
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática será necessários um invólucro de vidro com pistão, algodão e um pedaço de arame.



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema.

### Esquema:



**Como realizar a experiência?**

1. Coloque um pequeno pedaço de algodão dentro do invólucro de vidro.
2. Feche o invólucro com o pistão e tampa.
3. Comprima rapidamente.

**Observações:**

**Efeito a ser observado:** Como a compressão é rápida a temperatura aumenta rapidamente e o algodão entra em combustão.

**O que o pode dar errado?**

- O pedaço de algodão deve ser pequeno, pois se colocar um pedaço muito grande o efeito de combustão não será observado.
- A compressão deve ser muito rápida, deve-se bater com a mão sobre o pistão para conseguir este efeito.

**Trabalho independente**

1. Quando foi realizada a compressão de maneira rápida, a pressão, o volume e a temperatura mudaram? Caso alguma das grandezas tenha mudado, como se modificaram (aumentaram ou diminuíram)?
2. Se a compressão for realizada vagorosamente, como e quais as grandezas que variam?

## 20. Lei de Boyle-Mariotte

### Conhecimentos prévios

Quando analisa-se uma amostra gasosa, além da natureza e da quantidade de gás, torna-se importante a temperatura, pressão e volume ocupado pela amostra.

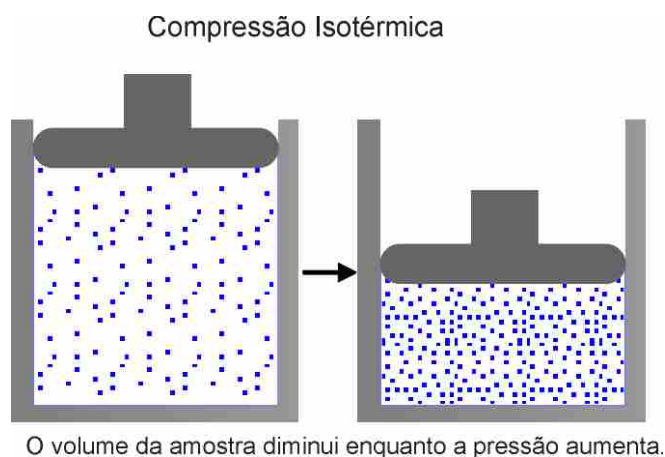
A Lei geral dos gases mostra que  $\frac{pV}{T} = nR$  onde  $p \rightarrow$  pressão,  $V \rightarrow$  volume,  $T \rightarrow$  temperatura,  $n \rightarrow$  número de mols e  $R \rightarrow$  constante.

Se a temperatura de uma certa amostra gasosa for mantida constante, o seu volume  $V$  variará de maneira inversamente proporcional à pressão  $p$  exercida sobre ela, isto é o produto entre pressão e volume se mantém constante.

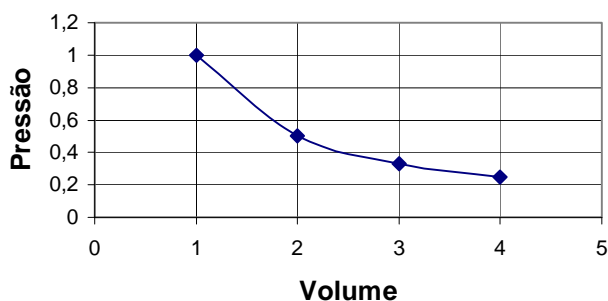
$$pV = \text{constante}$$

A lei de Boyle-Mariotte é conhecida também como transformação isotérmica (*iso*  $\rightarrow$  igual / *termos*  $\rightarrow$  temperatura).

Suponha uma amostra gasosa contida dentro de um cilindro provido de um pistão. Ao comprimir esta amostra a pressão aumenta. A compressão deve ser lenta para que a temperatura permaneça constante.



**Gráfico  $p \times V$  (Transformação Isotérmica)**



A curva do gráfico ao lado é conhecida como isoterma e quanto mais afastada esteja da origem maior é sua temperatura. Sendo que sobre uma mesma isoterma a temperatura permanece constante.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários uma base de sustentação e um barômetro conectado a uma ampola graduada.

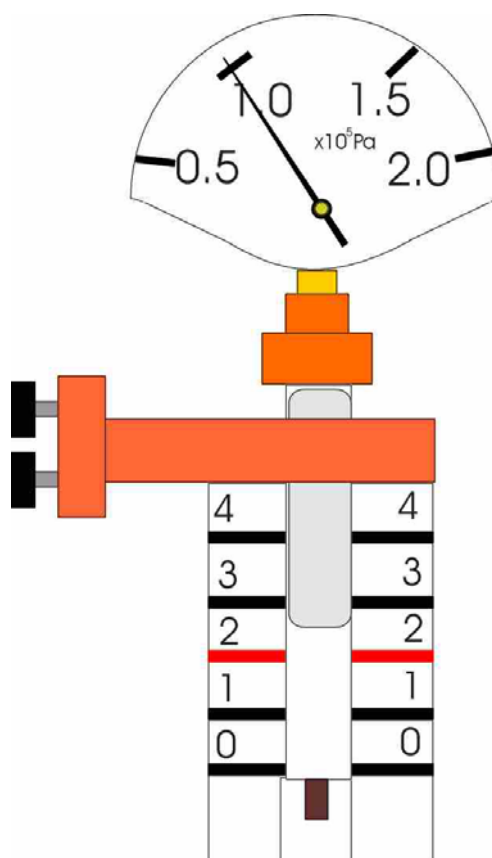
### Esquema de montagem

### Como realizar a experiência?

2. Puxe o embolo da ampola até o volume 4.  
3. Tampe a ampola e anote a pressão na

**Tabela I** referente ao volume 4.

4. Varie o volume da ampola anotando na tabela I os valores respectivos das pressões. (**OBS:** Ao variar o volume da ampola, faça de devagar de modo que a temperatura não varie)



$P(x10^5Pa)$	V	p.v
	4	
	3	
	2	

## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Analisando a **Tabela I**, pressão e volume, são grandezas inversamente proporcionais ou diretamente proporcionais.
2. Construa um gráfico  $p = f(V)$ .



## 21. Capacidade Térmica do Calorímetro (Equivalente Água)

### Conhecimentos prévios

Todos já ouviram falar em calor, em um dia quente as pessoas sentem calor. Este e outros conceitos são estudados na física e nem sempre a idéia formulada no senso comum coincide com conceito formalizado e físico. O frio não existe conceitualmente quando estuda-se termodinâmica. O calor e o frio que todos conhecem está associado à sensação térmica. A Física explicaria estas sensações respectivamente como perda e absorção de calor. É por esses “enganos” que é necessário que se conheça alguns conceitos que fazem parte da termodinâmica.

**Calor:** é a energia que é transmitida de um corpo para outro.

**Sistema Isolado:** aquele que não absorve e nem cede calor ao meio externo. As trocas de calor existentes são entre as substâncias ou corpos constituintes do sistema.

**Lei Zero da termodinâmica (Equilíbrio térmico):** Se dois corpos, A e B estão em equilíbrio térmico, e um terceiro corpo, C está em equilíbrio térmico com B, então, todos estarão em equilíbrio térmico (mesma temperatura).

**Capacidade Calorífica:** quando dois corpos diferentes recebem a mesma quantidade de calor a variação de temperatura será diferente, logo possuem capacidade de armazenar calor diferentes. A Capacidade Calorífica (C) de um corpo que cede ou recebe uma quantidade Q de calor e sofre uma variação na sua temperatura  $\Delta t$ , é por definição  $C = \frac{Q}{\Delta t}$ .

#### O que é Calorímetro?

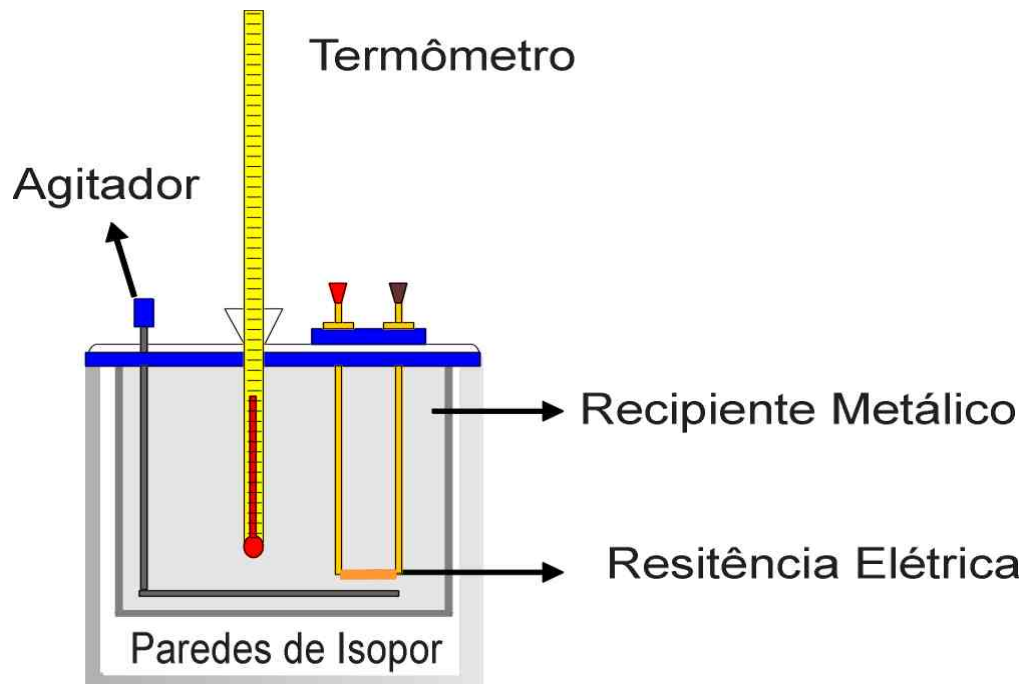
O dispositivo usado para estudar trocas de calor entre substâncias é chamado de calorímetro. O calorímetro ideal é aquele que não permite trocas de calor com o meio externo. Para isto é composto de paredes de isopor para isolá-lo termicamente do exterior.

O ideal seria que o dispositivo não trocasse calor, de modo algum com o ambiente. Na prática, porém, o isolamento do recipiente que contém a água

apenas reduz a um mínimo a troca de calor. Quando se emerge um corpo quente na água do calorímetro, aquece tanto a água quanto o recipiente, a parte imersa do termômetro e a camada de material isolante térmico em contato com o recipiente. Desse modo, nem todo o calor é utilizado para aquecimento da água.

Então, trata-se o calorímetro como se fosse feito de água. É possível, desse modo, determinar uma quantidade de água ideal, equivalente àquela parte do calorímetro que é aquecida. O que é conhecido com Equivalente em água do calorímetro.

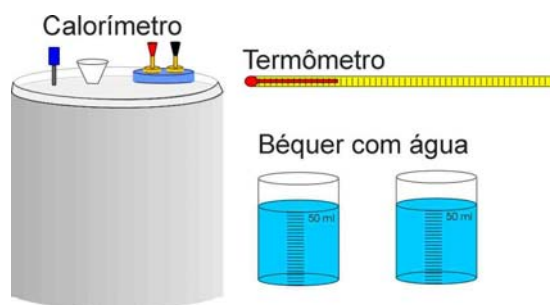
### Desenho esquemático do Calorímetro Elétrico



## Desenvolvimento do experimento

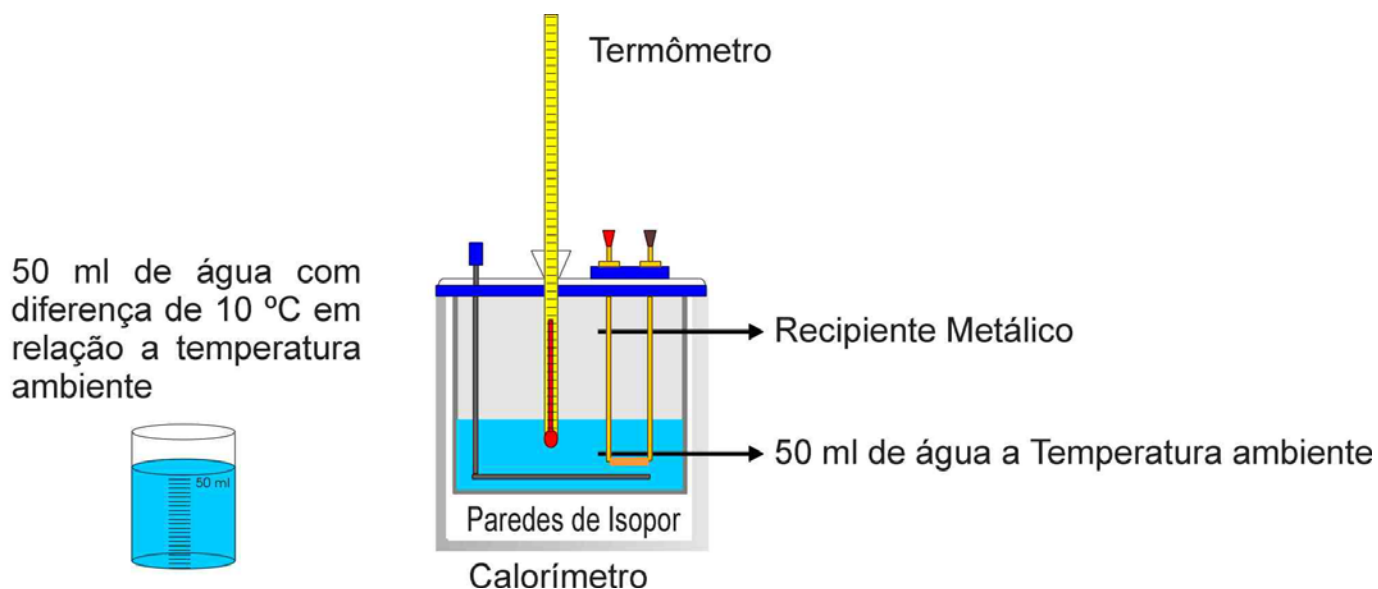
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática você necessita um calorímetro, dois termômetros, 50 ml de água a temperatura ambiente, 50 ml de água a  $10^{\circ}\text{C}$  acima ou abaixo da temperatura ambiente.



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema:

### Esquema:



### Como realizar a experiência?

1. Coloque no calorímetro 50 ml de água a temperatura ambiente.
2. Meça a temperatura do sistema calorímetro-água e anote na **tabela I**.
3. Aqueça 50 ml de água com temperatura  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  acima da temperatura medida no sistema calorímetro-água.

4. Adicione a água aquecida ao calorímetro e meça a temperatura de equilíbrio anotando na **tabela I**.

Tabela I

Sistema Calorímetro-água		50 ml de água		Equilíbrio Térmico	Equivalente em água do calorímetro
$t_i$ (°C)	m (g)	$t_i$ (°C)	m (g)	t (°C)	E(cal/°C)
				<b>Média (E)</b>	

### Trabalho independente

1. Qual a Capacidade Calorífica do calorímetro?
2. Explique o que significa Equivalente Água?
3. Sabe-se que o calorímetro não é ideal. Comente as possíveis trocas de calor que possam ocorrer com o meio externo?
4. O que é Capacidade Calorífica e Calor Específico? Qual a relação entre estes conceitos?

## 22. Esferas de Ressonância

### Conhecimentos prévios

(Veja Pêndulo Simples)

O movimento periódico ou oscilatório é aquele que se repete de tempos em tempos. Neste tipo de movimento tornam-se importantes dois conceitos:

**Período** ( $T$ ) → tempo de uma oscilação completa;

**Frequência** ( $f$ ) → Número de oscilações por unidade de tempo.

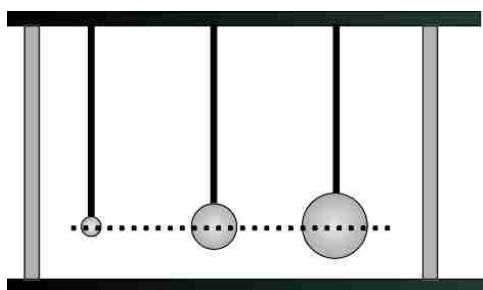
Em um Pêndulo Simples o período depende do valor da aceleração gravitacional e do comprimento do pêndulo.

Se dois pêndulos têm o mesmo comprimento, então o período de oscilação e a frequência são iguais.

Ao fazer oscilar um dos pêndulos o outro entra em oscilação em sincronia com o primeiro. Este fenômeno é conhecido como ressonância.

Observação: O período e frequência não dependem da massa do pêndulo logo pêndulos de massa diferentes, mas comprimentos iguais terão o mesmo período e frequência.

Um exemplo de ressonância constantemente citado em livros é o tenor quebrando uma taça de cristal com a própria voz. Este fenômeno ocorre porque o tenor ao emitir uma onda sonora de frequência igual a frequência natural de vibração da taça de cristal, faz com que esta entre em oscilação, a taça quebra pois o cristal não possui elasticidade suficiente para suportar as oscilações da taça.

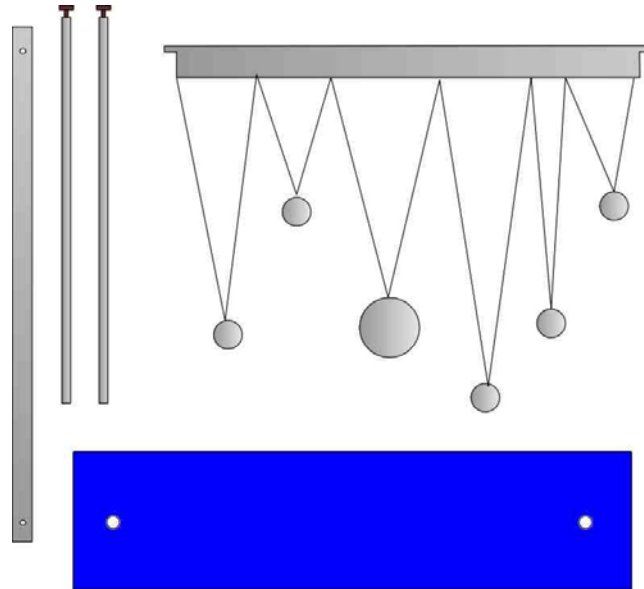


Os três Pêndulos possuem massas diferentes, mas frequência e período são iguais, pois os comprimentos dos pêndulos são iguais.

## Desenvolvimento do experimento

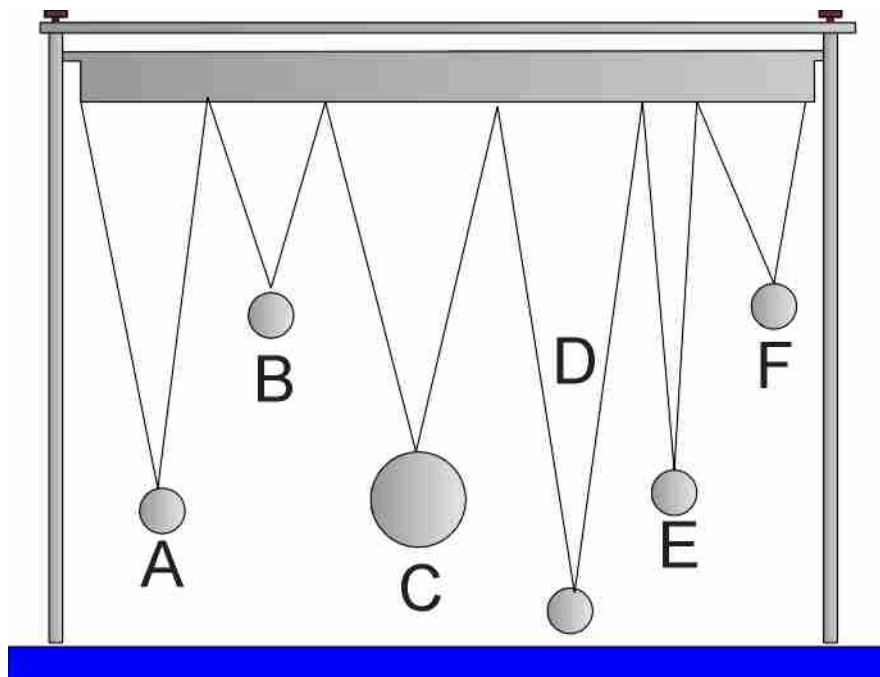
### Como montar o equipamento?

1. Observe o desenho abaixo e verifique as peças que compõe o equipamento.



2. Monte o equipamento como mostra o esquema.

### Esquema:



**Como realizar a experiência?**

1. Coloque o pêndulo **A** em oscilação.
2. Espere alguns segundos observando a oscilação dos outros pêndulos.

**Trabalho independente**

1. Quando a esfera **A** começou a oscilar quais das outras esferas oscilaram em sincronia com a esfera **A**.
2. Os pêndulos que entraram em oscilação com o pêndulo **A**, tem alguma semelhança com o pêndulo.
3. Dentre as esferas que entram em oscilação alguma delas demorou mais para entrar em sincronia com o pêndulo **A**.
4. Como se chama o fenômeno que faz com que a oscilação de um pêndulo oscile outros pêndulos em sincronia?

## 23. Diapasão 1 (Caixa de Ressonância)

### Conhecimentos prévios

O diapasão é um dispositivo metálico em forma de “U” freqüentemente usado para afinar instrumentos musicais e vozes. Este instrumento é padrão para afinação, pois é fixado nele uma nota padrão, ou seja, uma freqüência padrão.

Quando posto a vibrar emite uma onda sonora de intensidade baixa. Ao anexar uma caixa de ressonância, devidamente projetada para freqüência do diapasão, a intensidade sonora aumenta.

Ao colocar o diapasão em uma caixa de ressonância projetada para uma freqüência diferente, o efeito do aumento da intensidade sonora não é eficaz.

O objetivo de uma caixa de ressonância é criar o máximo de interferência construtiva. É possível dimensionar a caixa conhecendo-se a freqüência do diapasão e a velocidade do som no ar.

Como a velocidade de propagação de uma onda sonora é igual ao produto do comprimento de onda pela freqüência ( $v = \lambda \cdot f$ , onde  $v$  é a velocidade de propagação da onda,  $\lambda$  o comprimento de onda e  $f$  a freqüência de oscilação), pode-se determinar o valor do comprimento de onda pois,  $\lambda = \frac{v}{f}$ . A partir desta informação procede a construção da caixa.

Logo, diapasões de freqüências diferentes terão caixas de ressonância diferentes.

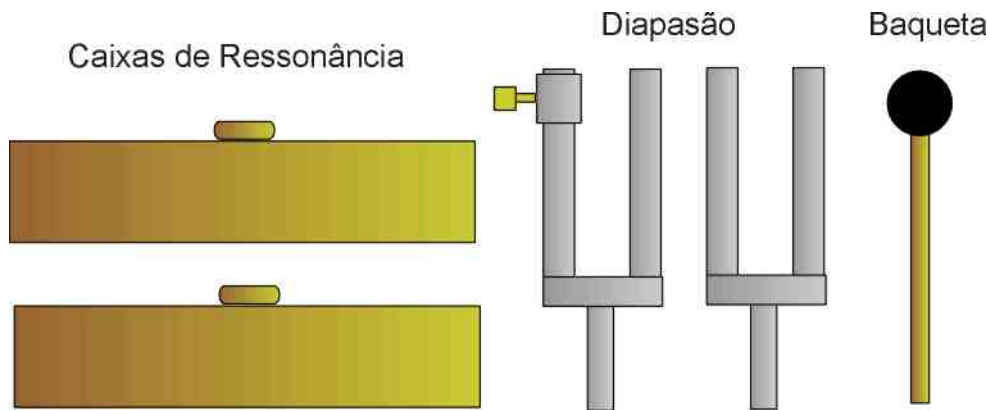
O efeito de ampliar a intensidade sonora através do fenômeno da ressonância, não é desejável na construção de navios. O casco é uma imensa caixa de ressonância, e ao projetá-lo tenta-se maximizar ao máximo as interferências destrutivas, diminuindo muito nível de ruído proveniente da casa de máquinas.



## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

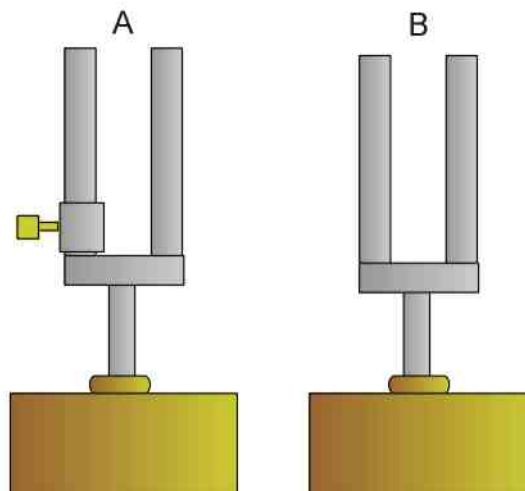
1. Nesta prática serão necessárias duas caixas de ressonância, dois diapasões de mesma freqüência e uma massa como um parafuso fixador.



2. Monte os dispositivos listados acima como mostra o esquema.

### Esquema:

Diapasão com Caixas de Ressonância



### Como realizar a experiência?

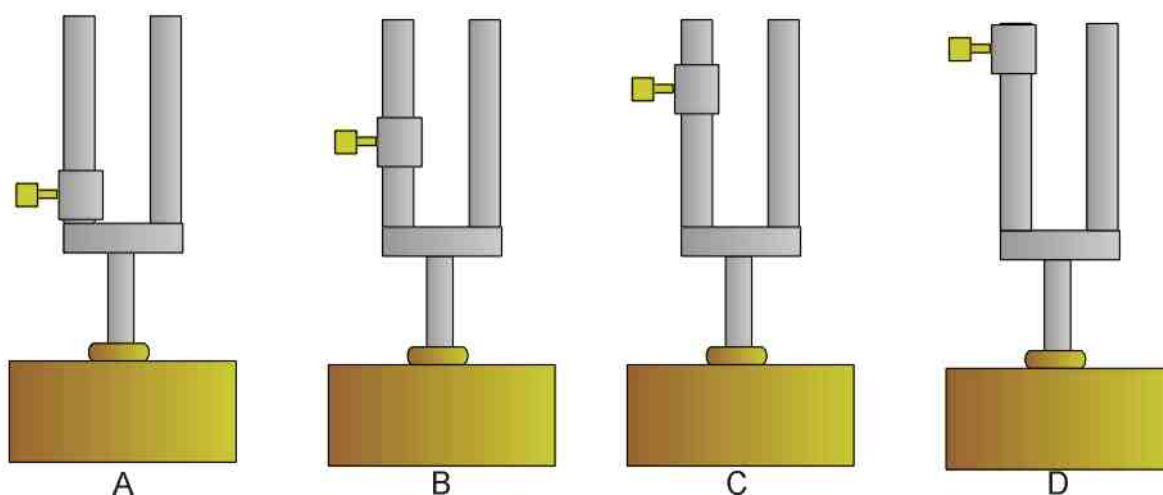
1. Retire a massa com o parafuso fixador e as caixas de ressonância.
2. Pegue a baqueta e bata no diapasão A e B.
3. A freqüências dos diapasões é a mesma. Compare a intensidade sonora.

Observação: O diapasão A é idêntico ao B, assim como as caixas de ressonância.

4. Anexe nos diapasões, as caixas de ressonância.

5. Pegue a baqueta e bata no diapasão A e B. Observe a frequência e a intensidade sonora.
6. Anexe no diapasão A, a massa com o parafuso fixador, como mostra o esquema do item 2 do “**Como montar o equipamento?**”.
7. Pegue a baqueta e bata no diapasão A e B. Observe a frequência e a intensidade sonora.
8. Repita o item 7 colocando a massa com parafuso fixador em posições diferentes como mostra o desenho abaixo.

Diapasão com Caixas de Ressonância



## Trabalho independente

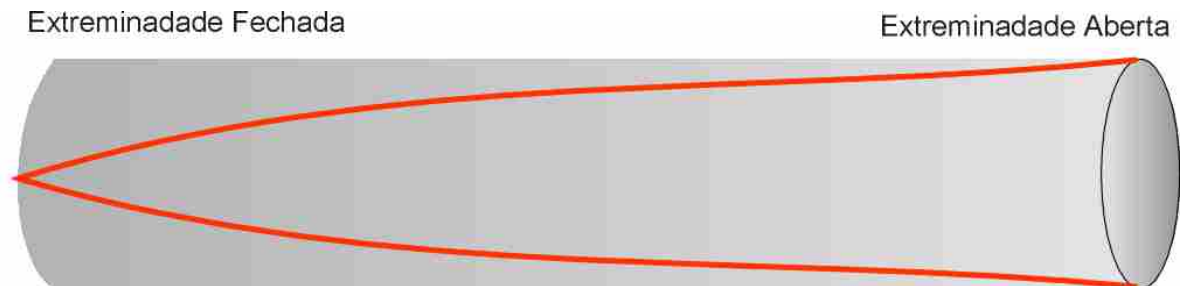
1. A altura do som emitido pelos diapasões é a mesma?  
(Pesquise o que é altura em acústica.)
2. O que ocorreu com a frequência dos diapasões quando foi anexado no item 3, as caixas de ressonância? E a intensidade sonora?  
(Se houver alguma alteração nestas propriedades explique por que.)
3. Quando anexada a massa com o parafuso fixador, a altura e intensidade sonora se alteraram? Por quê?

## Diapasão 2. Determinação da Velocidade do som

### Conhecimentos prévios

Em um tubo sonoro com uma das extremidades aberta forma-se um nó na extremidade fechada e um ventre na extremidade aberta.

Observe a figura:



Na configuração ilustrada na figura o comprimento do tubo é igual a um quarto do comprimento de onda. Outras configurações são possíveis como  $3/4, 5/4, 7/4$  do comprimento de onda.

Logo pode-se escrever:  $l = \frac{n}{4} \lambda_n$  (1) onde n representa números ímpares.

Como a velocidade de propagação de uma onda é dado por:  $v = \lambda f$  (2). Então pode-se escrever (1) e (2) respectivamente como  $\lambda_n = \frac{4l}{n}$  (1) e  $\lambda_n = \frac{v}{f_n}$  (2).

Substituindo (1) em (2) tem-se:  $\frac{4l}{n} = \frac{v}{f_n}$  (3)

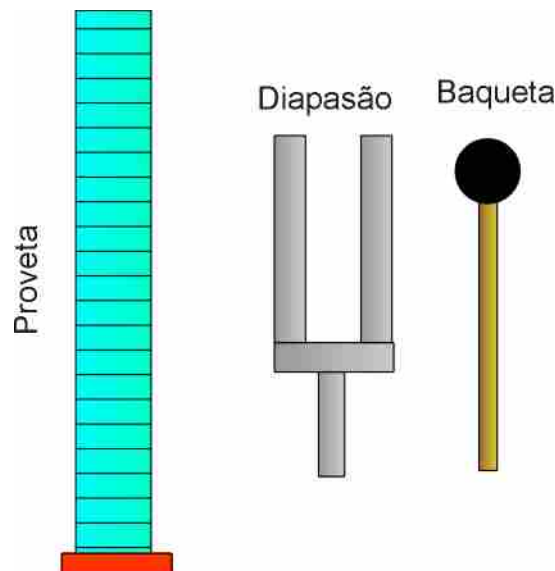
A velocidade do som então pode ser obtida pela equação (3):

$$v = \frac{4lf_n}{n}$$

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática serão necessários um diapasão, uma proveta grande, uma baqueta e água.



### Como realizar a experiência?

2. Toque o diapasão.
3. Aproxime o diapasão em oscilação da boca da proveta.
4. Encha a proveta vagarosamente com água.
5. Anote a distância do nível de água a boca da proveta no instante que o som se intensificou.

## Trabalho independente

1. Como se explica o reforço sonoro instantâneo?
2. Qual a distância entre o água e a boca da proveta no instante em que o som se intensificou?
3. Qual a velocidade do som?

## 25. Spectroscope (Espectroscópio)

### Conhecimentos prévios

A análise do espectro eletromagnético das radiações emitidas por corpos luminosos é de extrema importância. É através desta análise que se obtém informação a respeito composição química da fonte, bem como sua temperatura.

As radiações eletromagnéticas se classificam segundo sua frequência. São exemplos deste tipo de radiação: Raios-X, Microonda, Ondas de Radiofrequência, Ultravioleta além das frequências que compõem o espectro visível.

Chama-se de espectro visível uma pequena faixa do espectro eletromagnético a qual sensibiliza o aparelho óptico humano. Esta sensibilidade é que nos permite enxergar os objetos. Cada cor que se consegue enxergar possui uma frequência dentro do espectro visível.

A luz branca apresenta um espectro óptico que é composto por várias frequências do espectro visível.

As fontes luminosas domésticas como: Lâmpada Incandescente e Fluorescente quando acesas emitem a luz branca. O espectro óptico que compõe a luz branca para diferentes fontes luminosas é característico para cada tipo de lâmpada.

O espectroscópio é um dispositivo que permite visualizar o espectro de uma radiação luminosa, realizando a sua decomposição da luz branca em suas frequências componentes, permitindo visualização do espectro visível da fonte luminosa.

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência será necessário um tubo opaco, dois obturadores cilíndricos, um suporte para rede de difração, disco com fenda e rede de difração.

2. Monte os dispositivos mencionados acima como mostra a figura:

**Esquema:**



**Como realizar a experiência?**

1. Coloque a fenda na posição vertical, usando-a como ocular.
2. Aponte a extremidade com a rede de difração para uma fonte luminosa
3. Abaixar o espectroscópio mantendo ângulo de aproximadamente 30 graus com a fonte
4. Girar lentamente o cilindro obturador com a rede de difração, observando através da fenda, até observar uma imagem colorida (você está visualizando uma ou mais bandas do espectro da luz emitida pela fonte utilizada)
5. Aumentando ou diminuindo, lentamente, a inclinação do espectroscópio em relação à fonte luminosa, pode-se observar todo o seu espectro.
6. Repita os passos de 2 a 5 para diferentes fontes luminosas

**Trabalho independente**

1. Observe o espectro visível de várias fontes luminosas e compare:
  - a) Liste as de cores observadas para cada fonte luminosa.
  - b) Qual das Cores tem a faixa mais larga para cada fonte luminosa?

## 26. Radiômetro I (Como Funciona?)

### Conhecimentos prévios

#### Histórico:

Crookes, no ano de 1873 apresentou um trabalho que relatava estudos sobre os efeitos mecânicos produzidos pelas radiações luminosas.

Na sua investigação, Crookes instalou quatro palhetas nos extremos de quatro braços de um molinete. Este podia girar livremente em torno de um eixo vertical. Cada uma destas palhetas apresentava uma das faces enegrecida, enquanto a outra era refletora. O molinete repousava sobre a ponta de uma agulha de aço, através de uma peça côncava feita de vidro. A face convexa de vidro penetrava na extremidade côncava de uma haste também de vidro, sem a tocar. Este mecanismo era destinado a impedir que o molinete caísse, quando o conjunto fosse transportado.

Exposto à radiação eletromagnética visível, ou à radiação infravermelha, o molinete rodava com uma velocidade dependente da intensidade luminosa da fonte. Crookes esperava poder medir a intensidade da radiação através da velocidade de rotação do molinete, o que justifica o nome de radiômetro dado ao aparelho.

Dewar e Tait demonstraram que existia uma diferença de temperatura entre as duas faces da mesma palheta, ao serem submetidas à radiação, quando uma delas se apresentava recoberta por uma substância negra, e a outra refletora.

Posteriormente, o comportamento do radiômetro de Crookes passou a ser explicado com base na hipótese de Bernoulli, que considerava os fluidos gasosos compostos por moléculas animadas de movimentos retilíneos, dirigidos em todos os sentidos. Estas moléculas, ao chocarem contra as paredes de um sólido, exerciam uma pressão que dependia da temperatura a que se encontrava o gás.

O aumento de temperatura observado numa das faces da palheta correspondia, portanto, a um aumento de força das moléculas do gás situadas nas vizinhanças da palheta. A face que se encontrava a uma temperatura mais elevada daria origem ao movimento de ascensão das moléculas do gás

localizadas nas proximidades da palheta. Este movimento de ascensão observado junto a esta face era acompanhado por uma diminuição da pressão sobre esse lado da palheta, o qual originaria um binário que poria em movimento o molinete.

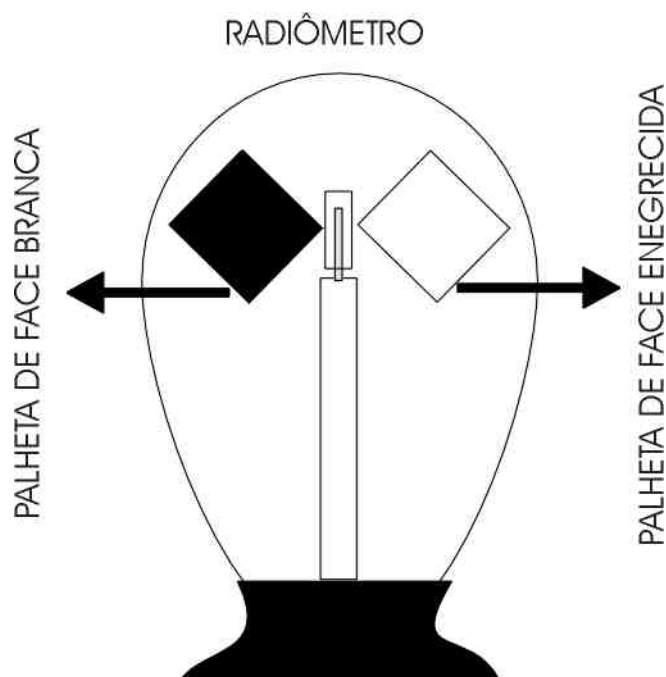
Se tivesse sido retirado o ar do interior do radiômetro resultaria uma maior violência no impacto das moléculas contra a face negra das palhetas. Este fenômeno é observado apenas junto da face negra, já que esta se encontra a uma temperatura mais elevada do que a da face refletora. Desta diferença, resulta que o molinete fica sujeito a um binário, de sentido contrário ao observado nas condições anteriores, e, portanto, o movimento realiza-se em sentido oposto.

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um Radiômetro, e Fontes Luminosas (Lâmpada incandescente, Fluorescente, Sol,...).

### Esquema:





**Como realizar a experiência?**

1. Exponha o radiômetro as diversas fontes luminosas disponíveis e observe o que ocorre com as palhetas.
2. Na aproximação das fontes luminosas tenha o cuidado de manter o radiômetro nivelado para proporcionar a livre rotação das palhetas.
3. Escolha uma das fontes luminosas e varie a distância entre a fonte e o radiômetro e observe o que ocorre.

**Trabalho independente**

1. Quando exposto às fontes luminosas, sentido de rotação do Radiômetro foi sempre o mesmo?
2. Qual o sentido de rotação das palhetas e porque giram neste sentido?
3. A velocidade de rotação do radiômetro mudou quando mudou a fonte?
4. Se houve mudança na velocidade, isto ocorreu por que?
5. Quando você escolheu uma das fontes luminosas e variou a distância entre a fonte luminosa e o radiômetro, o que você observou?
6. Em relação a questão anterior se houve alguma mudança no comportamento do radiômetro, qual o motivo desta mudança de comportamento?

## 27. Radiômetro II (Intensidade da Fonte Luminosa)

### Conhecimentos prévios

Crookes, no ano de 1873 apresentou um trabalho que relatava estudos sobre os efeitos mecânicos produzidos pelas radiações luminosas.

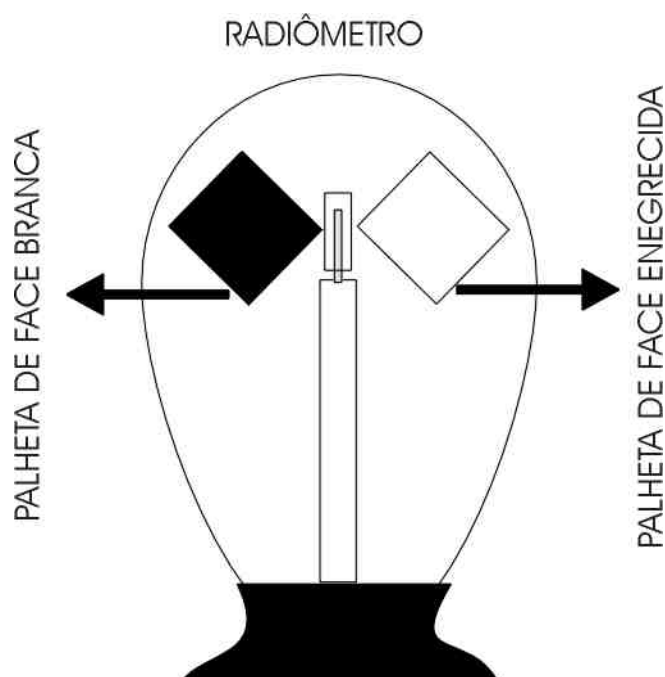
O radiômetro é um aparelho construído por Crookes no ano de 1873 que quando exposto à radiação eletromagnética visível, ou à radiação infravermelha, gira suas palhetas com uma velocidade dependente da intensidade luminosa da fonte. Crookes esperava poder medir a intensidade da radiação através da velocidade de rotação do molinete, o que justifica o nome de radiômetro dado ao aparelho. (Veja FSC - 15)

### Desenvolvimento do experimento

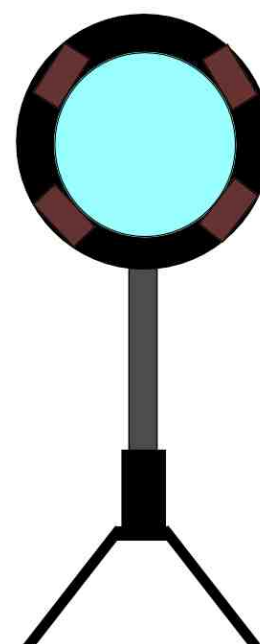
#### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um Radiômetro, uma Fonte Luminosa (lâmpada) e uma Lupa (lente convergente).

#### Esquema:



#### LENTE CONVERGENTE



**Como realizar a experiência?**

2. Aproxime o radiômetro de uma fonte luminosa. Observe a velocidade de rotação das palhetas.
3. Introduza entre a fonte luminosa e o radiômetro, uma Lupa e observe o que ocorre com a velocidade de rotação das palhetas.

**Trabalho independente**

1. O que ocorreu com a velocidade de rotação quando se introduziu a lupa entre a Fonte Luminosa e o Radiômetro?
2. Se observar alguma mudança qual é a causa?

## 28. Radiômetro III (Fontes Luminosas Coloridas)

### Conhecimentos prévios

Crookes, no ano de 1873 apresentou um trabalho que relatava estudos sobre os efeitos mecânicos produzidos pelas radiações luminosas.

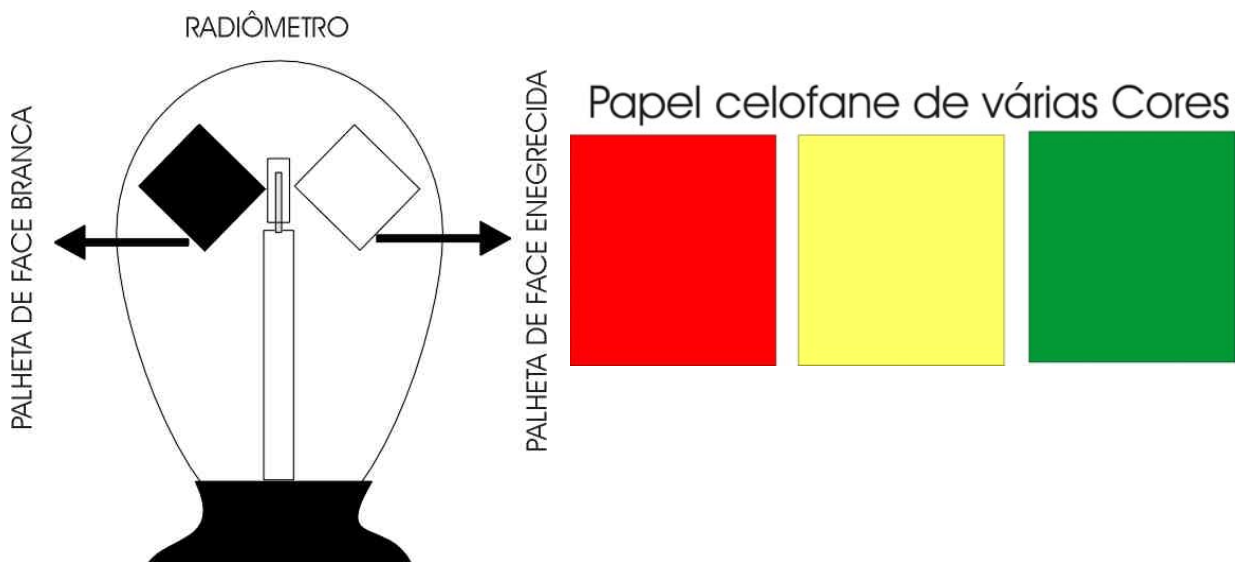
O radiômetro é um aparelho construído por Crookes no ano de 1873 que quando exposto à radiação eletromagnética visível, ou à radiação infravermelha, gira suas palhetas com uma velocidade dependente da intensidade luminosa da fonte. Crookes esperava poder medir a intensidade da radiação através da velocidade de rotação do molinete, o que justifica o nome de radiômetro dado ao aparelho. (Veja FSC - 15)

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um Radiômetro, uma Fonte Luminosa e papel celofane de várias cores.

#### Esquema:



#### Como realizar a experiência?

1. Escolha uma cor de papel celofane, envolva na fonte luminosa e aproxime do radiômetro.

2. Repita o item 1 para diferentes cores de papel celofane observando se ocorre alguma mudança na velocidade de rotação das palhetas do radiômetro.

### **Trabalho independente**

1. Ocorreu alguma mudança na velocidade de rotação das palhetas quando modificou a cor do papel celofane?
2. Qual a causa da mudança da velocidade de rotação? Caso haja alguma mudança na velocidade.
3. Se a velocidade mudou, quando mudou a cor, coloque em ordem crescente de velocidade de rotação as cores que ocasionaram tal aumento na velocidade.

## 29. Radiômetro IV (Energia Térmica)

### Conhecimentos prévios

Crookes, no ano de 1873 apresentou um trabalho que relatava estudos sobre os efeitos mecânicos produzidos pelas radiações luminosas.

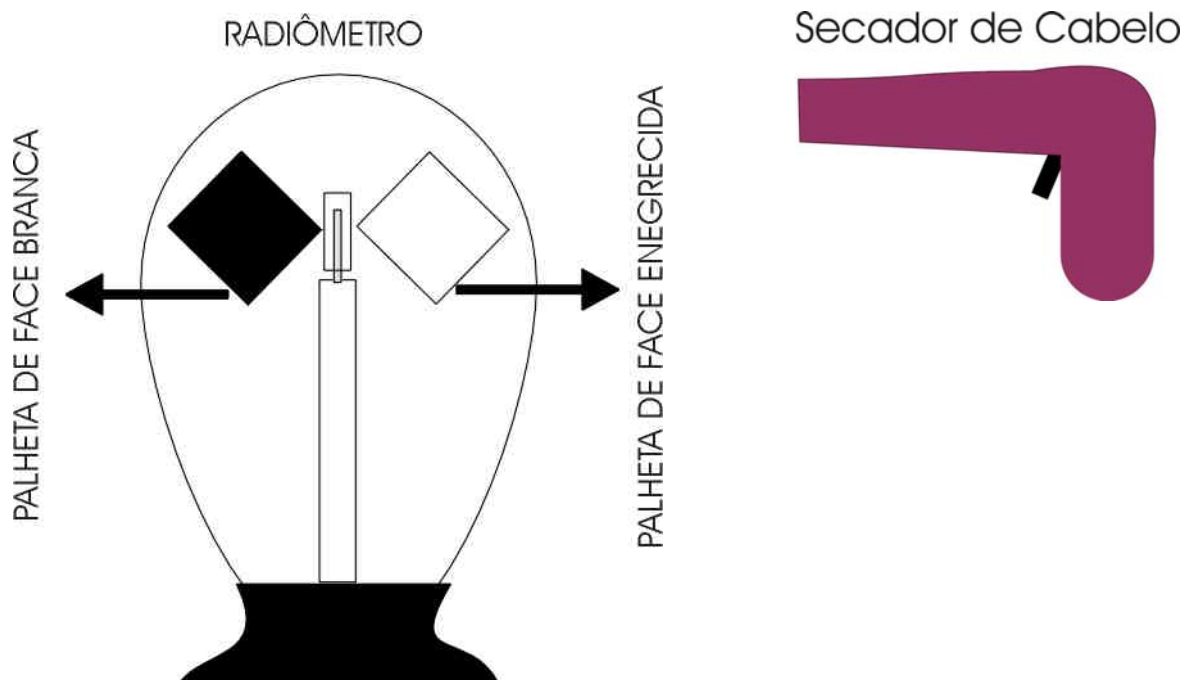
O radiômetro é um aparelho construído por Crookes no ano de 1873 que quando exposto à radiação eletromagnética visível, ou à radiação infravermelha, gira suas palhetas com uma velocidade dependente da intensidade luminosa da fonte. Crookes esperava poder medir a intensidade da radiação através da velocidade de rotação do molinete, o que justifica o nome de radiômetro dado ao aparelho. (Veja FSC - 15)

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários um Radiômetro e um secador de cabelos.

#### Esquema:



**Como realizar a experiência?**

1. Ligue o secador de cabelos e coloque o jato aquecido na direção do radiômetro. Observe o que ocorre.

**Trabalho independente**

1. O que ocorre com as palhetas do radiômetro?
2. Explique o porque do giro das palhetas.
3. Liste as transformações de energia ocorridas neste experimento.

## 30. Reflexão da Luz

### Conhecimentos prévios

Em Óptica geometria estuda-se o fenômeno relacionado com a geometria de propagação da luz. Para entender tais fenômenos, será necessário o domínio de alguns conceitos e classificações.

**Fonte de Luz:** é todo corpo que emite luz. As fontes de luz se classificam em fontes primárias (corpos luminosos, possui luz própria) e fontes secundárias (corpos iluminados, refletem a luz emitida por corpos luminosos).

**Raio de luz:** todo caminho percorrido pela luz que pode ser representado por uma reta. **Feixe de Luz:** é um conjunto de raios de luz que se propagam no espaço.

**Meios de propagação:** a classificação dos meios ocorre de acordo de como a propagação da luz ocorre no meio. 1. **Meios transparentes:** Os raios de luz se propagam no meio de maneira ordenada. Os objetos vistos através deste meio são observados com nitidez. Exemplo: Vidro comum. 2. **Meios translúcidos:** Os raios de luz se propagam no meio de maneira desordenada. Os objetos vistos através deste meio são observados sem nitidez. Exemplo: Vidro fosco. 3. **Meios opacos:** Os raios de luz não conseguem se propagar neste meio. Os objetos não conseguiram ser vistos através deste meio. Exemplo: Superfície metálica.

Alguns dos fenômenos estudados em óptica são: reflexão da luz, difusão da luz, refração da luz, absorção da luz entre outros. Esta prática trabalhará o fenômeno conhecido como reflexão da luz.

O fenômeno da Reflexão da luz ocorre quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios e volta para o mesmo meio.

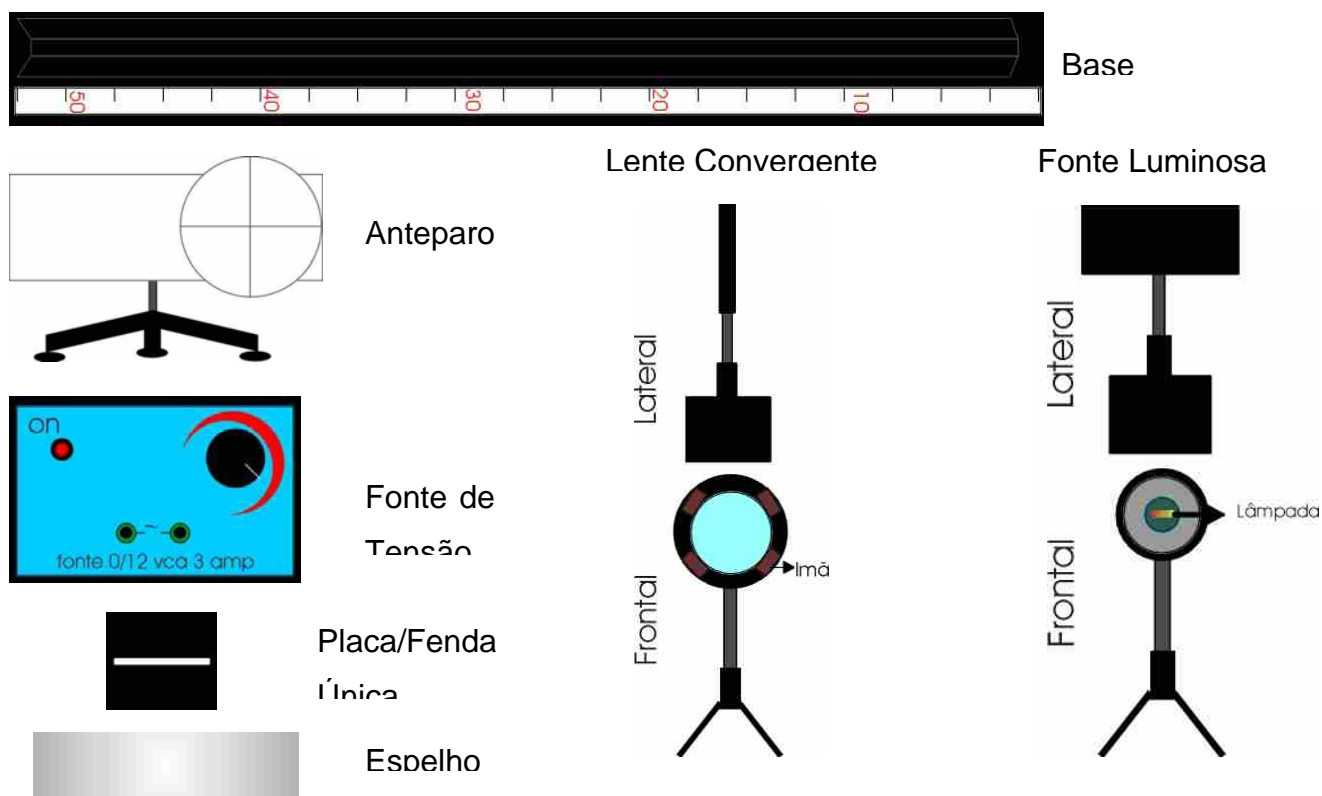
**Leis da Reflexão:** 1º O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície de incidência estão no mesmo plano. 2º O ângulo de reflexão e o de incidência em relação a normal têm a mesma medida.



## Desenvolvimento do experimento

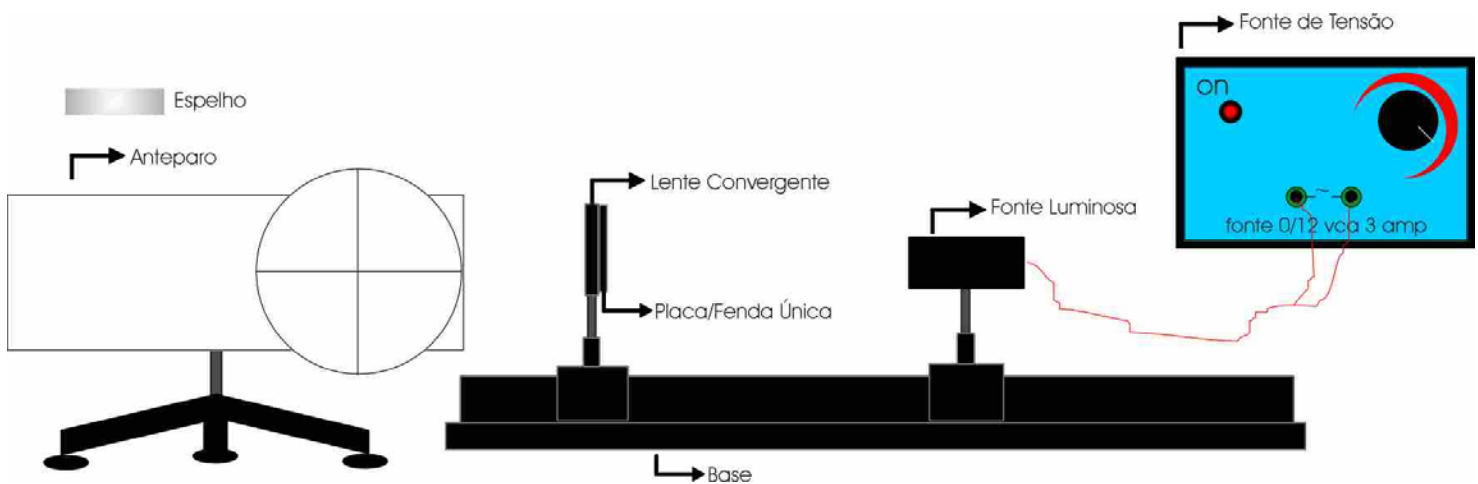
### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários uma base, um anteparo com circunferência graduada, uma fonte de Tensão com saída 12 V, uma placa com uma única fenda, um espelho plano, uma lente convergente com moldura imantada e uma fonte luminosa.



2. Conecte a Fonte Luminosa na fonte de Tensão. (Verifique o seletor de tensão 110V/220V)
3. Monte sobre a base a fonte Luminosa e a lente convergente.
4. Aloque o anteparo em frente e paralelo a base.
5. Prenda a placa com fenda única na lente convergente com molduras imantadas.

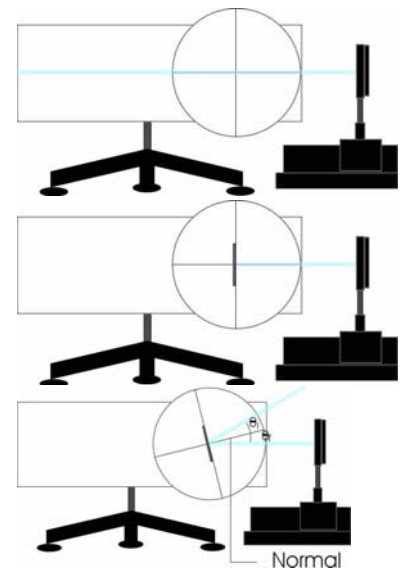
## Esquema de montagem



### Como realizar a experiência?

1. Ajuste o equipamento de forma que o feixe luminoso passe pelo centro da circunferência.
2. Coloque o espelho paralelo a linha Vertical e perpendicular ao feixe luminoso e ao círculo graduado.
3. Gire o disco graduado variando o ângulo de incidência e anote o ângulo de reflexão. Seguindo a **Tabela I**.

Ângulo de Incidência	Ângulo de reflexão
10°	
20°	
30°	
40°	



## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. O que você observou na **tabela I**.
2. Os resultados obtidos estão de acordo com as leis de reflexão?

## 31. Determinação do Índice de Refração do Acrílico

### Conhecimentos prévios

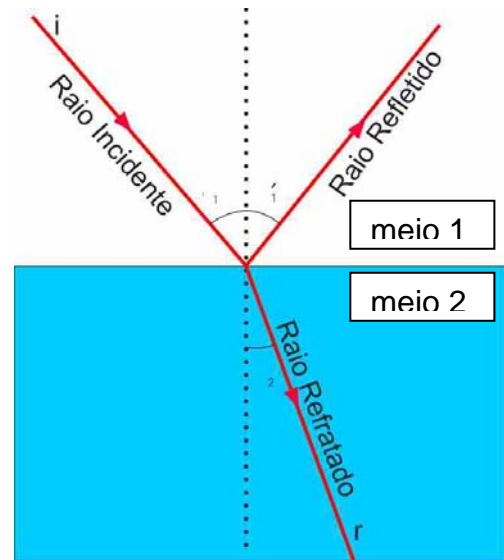
A refração uma das características ondulatórias da luz é o fenômeno em que um raio de luz incide na superfície de separação entre dois meios e passa para o outro meio.

#### Leis da refração:

- O raio refratado  $r$  está no mesmo plano definido pelo raio incidente  $i$  e a normal  $N$ .
- A razão entre o seno do ângulo de incidência ( $\text{sen}\theta_1$ ) e o seno do ângulo de refração ( $\text{sen}\theta_2$ ) é uma constante.

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = n_{21}, \text{ onde } n_{21} \text{ é o índice de refração do}$$

meio 2 em relação ao meio 1.



### Índice de Refração Absoluto e a Segunda Lei da Refração

Pode-se escrever a segunda lei da refração igualando a razão entre os senos e a razão entre as velocidades.

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Onde  $n_2$  e  $n_1$  são o índice de refração absolutos do meio 1 e 2.

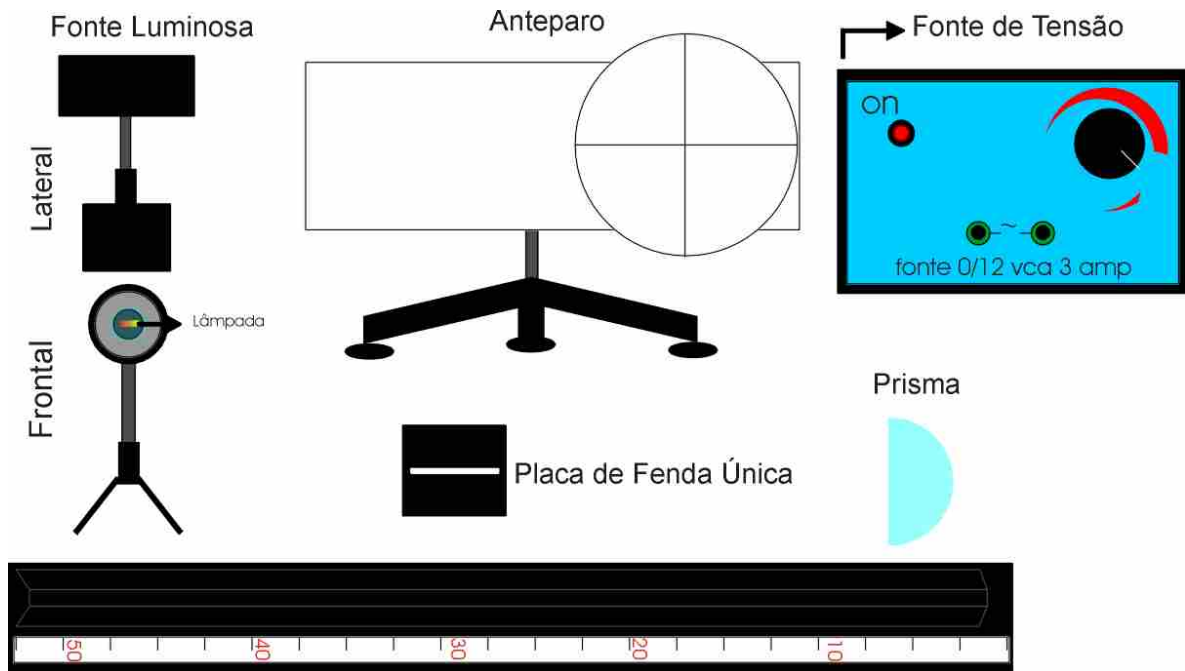
O índice de refração absoluto de um meio é a razão entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) e a velocidade de propagação no meio. Logo,  $n_1 = \frac{c}{v_1}$  e  $n_2 = \frac{c}{v_2}$ .

A segunda lei da refração costuma ser expressa por :  $n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2$ .  
O índice de refração é uma grandeza adimensional, para o ar seu valor é aproximadamente 1.

## Desenvolvimento do experimento

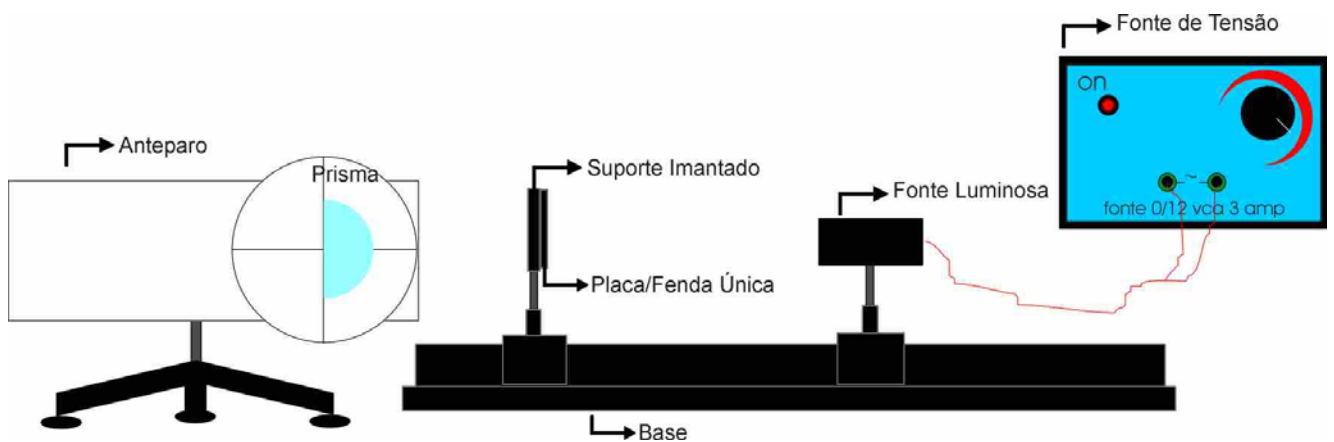
### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática serão necessários uma fonte de tensão, uma fonte luminosa, um base, uma anteparo com disco graduado, uma placa com fenda única



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema abaixo.

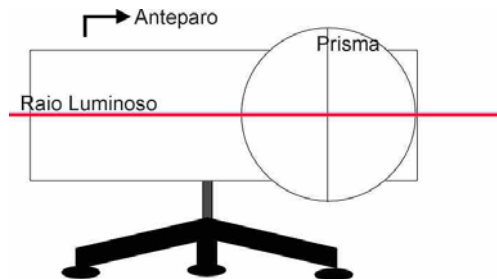
### Esquema:



### Como realizar a experiência?

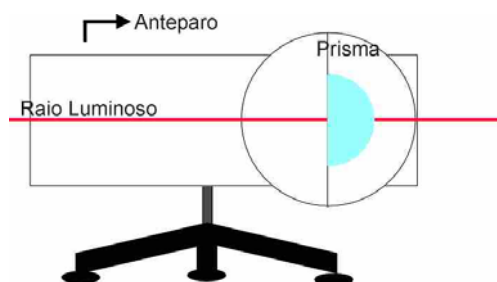
1. Ajuste o feixe de luz de forma que incida sobre a linha que forma a cruz do disco graduado.

Veja a figura:

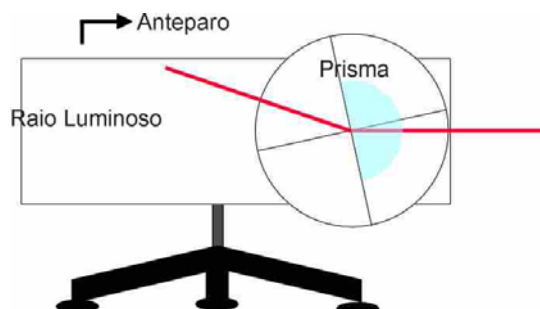


2. Coloque o prisma no disco graduado de forma que o centro do semi círculo fique no centro do disco.

Veja a figura:



3. Gire o disco medindo o ângulo de incidência e refração. Anotando na tabela 1.



### Trabalho independente

1. Explique com suas palavras o fenômeno observado nesta prática, dando exemplos do cotidiano onde observa-se este mesmo fenômeno.
2. Calcule o índice de refração do Acrílico.
3. Estime a velocidade da luz no ar e a velocidade da luz no Acrílico. (Considere  $c=3 \cdot 10^8$  m/s.)

## 32. Espelhos Esféricos

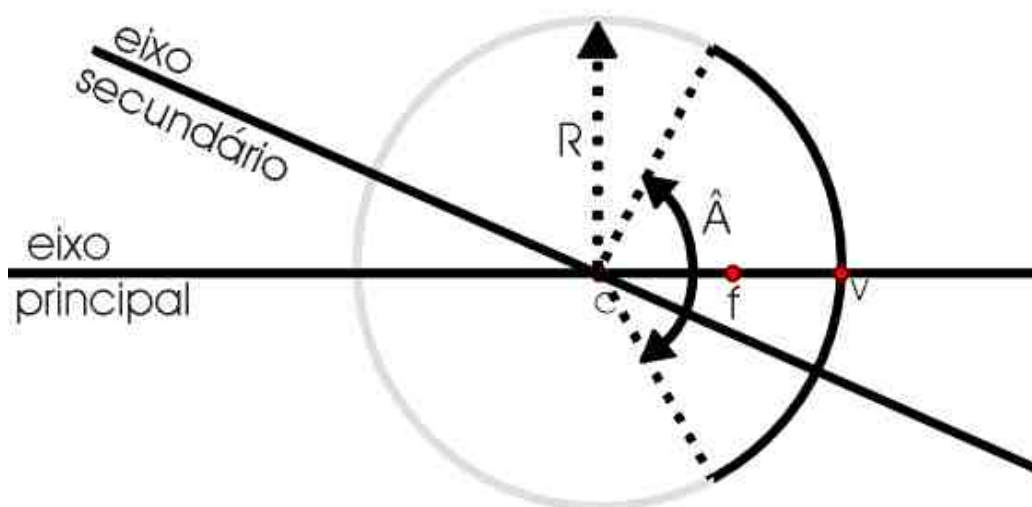
### Conhecimentos prévios

Nos supermercados, ônibus urbanos, é comum a observação de espelhos esféricos que formam imagens distorcidas dos objetos. Estes espelhos são calotas esféricas onde uma das superfícies é polida. Se a parte interna do espelho é polida, temos um espelho côncavo e, se a parte externa é polida temos um espelho convexo.

Um exemplo que todos podem observar é o de uma colher, posicione a colher a várias distâncias do seu rosto, obtendo imagens diferentes.

Nesta experiência observar-se-á o comportamento dos raios luminosos incidentes em um espelho esférico. Para entender o funcionamento destes espelhos precisa-se conhecer a sua geometria.

#### Geometria dos espelhos esféricos



**C (centro de curvatura):** centro da superfície esférica que contém a calota;

**R (raio de curvatura):** raio da superfície esférica que contém a calota;

**V (vértice):** ponto da calota que a divide em partes iguais;

**Eixo principal:** Reta que contém o vértice e o centro de curvatura.

**Eixo secundário:** reta que contém o centro de curvatura mas não contém o vértice.

**Propriedades dos Raios Incidentes em espelhos Esféricos Espelhos:**

**Espelhos Esféricos**

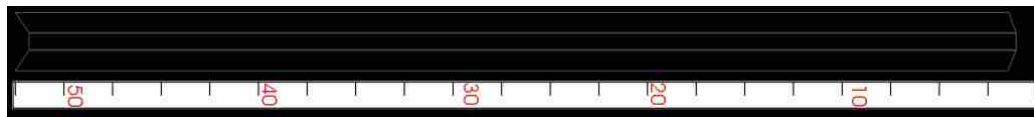
	Côncavo	Convexo
1º Propriedade		
2º Propriedade		
3º Propriedade		
4º Propriedade		

## Desenvolvimento do experimento

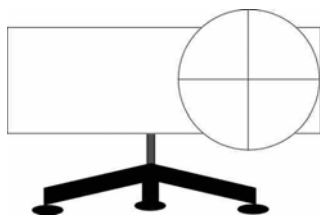
### Como montar o equipamento?

4.

1. Para realização desta experiência serão necessários uma base, um anteparo com circunferência graduada, uma fonte de Tensão com saída 12 V, um espelho esférico, uma placa com múltiplas fendas, uma lente



Base



Anteparo



Fonte de Tensão

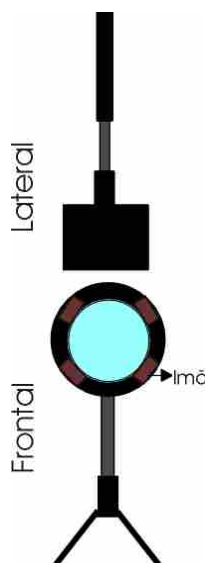


Espelho Esférico

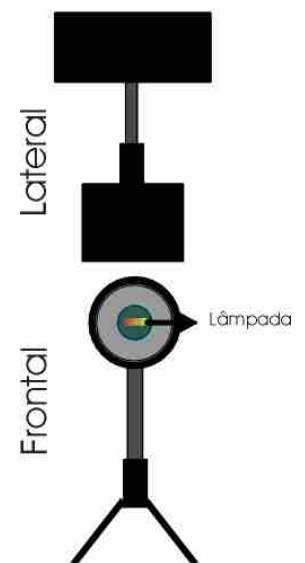


Placa/Múltiplas fendas

Lente Convergente



Fonte Luminosa

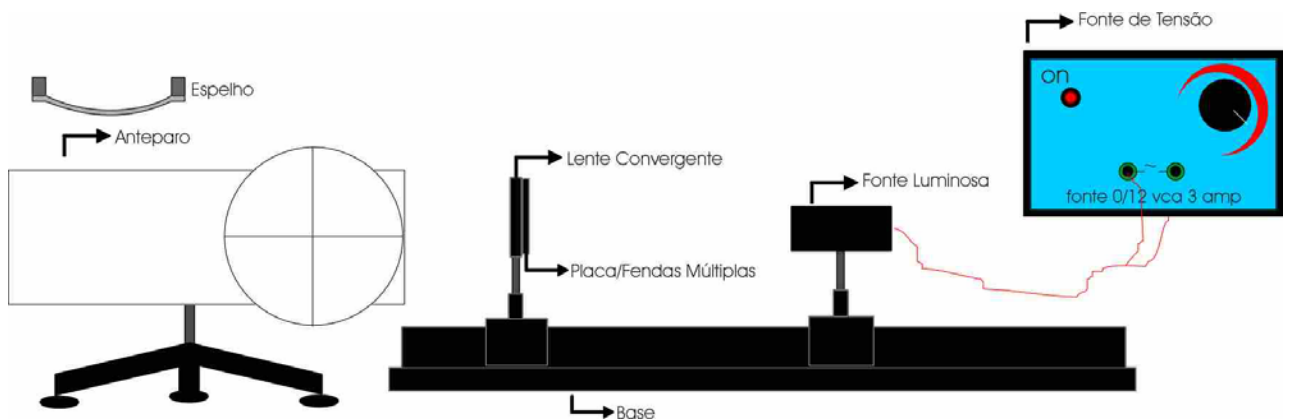


convergente com moldura imantada e uma fonte luminosa.

2. Conecte a Fonte Luminosa na fonte de Tensão. (Verifique o seletor de tensão 110V/220V)
3. Monte sobre a base a fonte Luminosa e a lente convergente com molduras imantadas.
4. Aloque o anteparo em frente e paralelo a base.
5. Prenda a placa com múltiplas fendas na lente convergente com molduras imantadas.

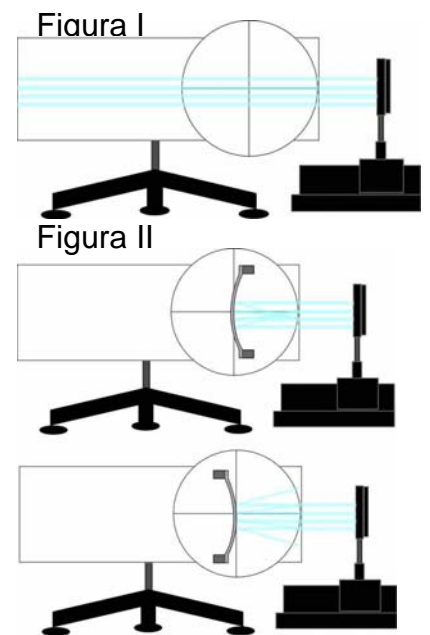


## Esquema de montagem



### Como realizar a experiência?

1. Ajuste o equipamento de forma que os feixes luminosos apareçam no anteparo. **(Figura I)**
2. Coloque o espelho no disco graduado com uma das faces virada para os feixes. Observe o que ocorre com os feixes ao refletirem no espelho. **(Figura II)**
3. Repita o experimento com a outra Face.



## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Qual foi o comportamento observado dos feixes ao refletirem no espelho.
2. Localize o foco de cada espelho e com uma régua meça a Distância Focal.
3. Qual dos espelhos você utilizaria no farol de um carro?
4. Por que se utiliza o espelho convexo nas redes de e em ônibus?

## 33. Lentes

### Conhecimentos prévios

As lentes são classificadas segundo o comportamento dos feixes luminoso ao atravessá-las, que pode ser de convergência ou divergência.

**Convergência:** Ocorre quando um feixe luminoso ao atravessar a lente tem seus raios desviados de forma que se cruzam em um ponto.

**Divergência:** Ocorre quando um feixe luminoso ao atravessar a lente tem seus raios separados de forma que os prolongamentos dos raios refratados se cruzam em um ponto.

O comportamento de convergência ou divergência dependerá do índice de refração do meio onde os raios incidentes se propagam e do índice de refração do qual a lente é construída.

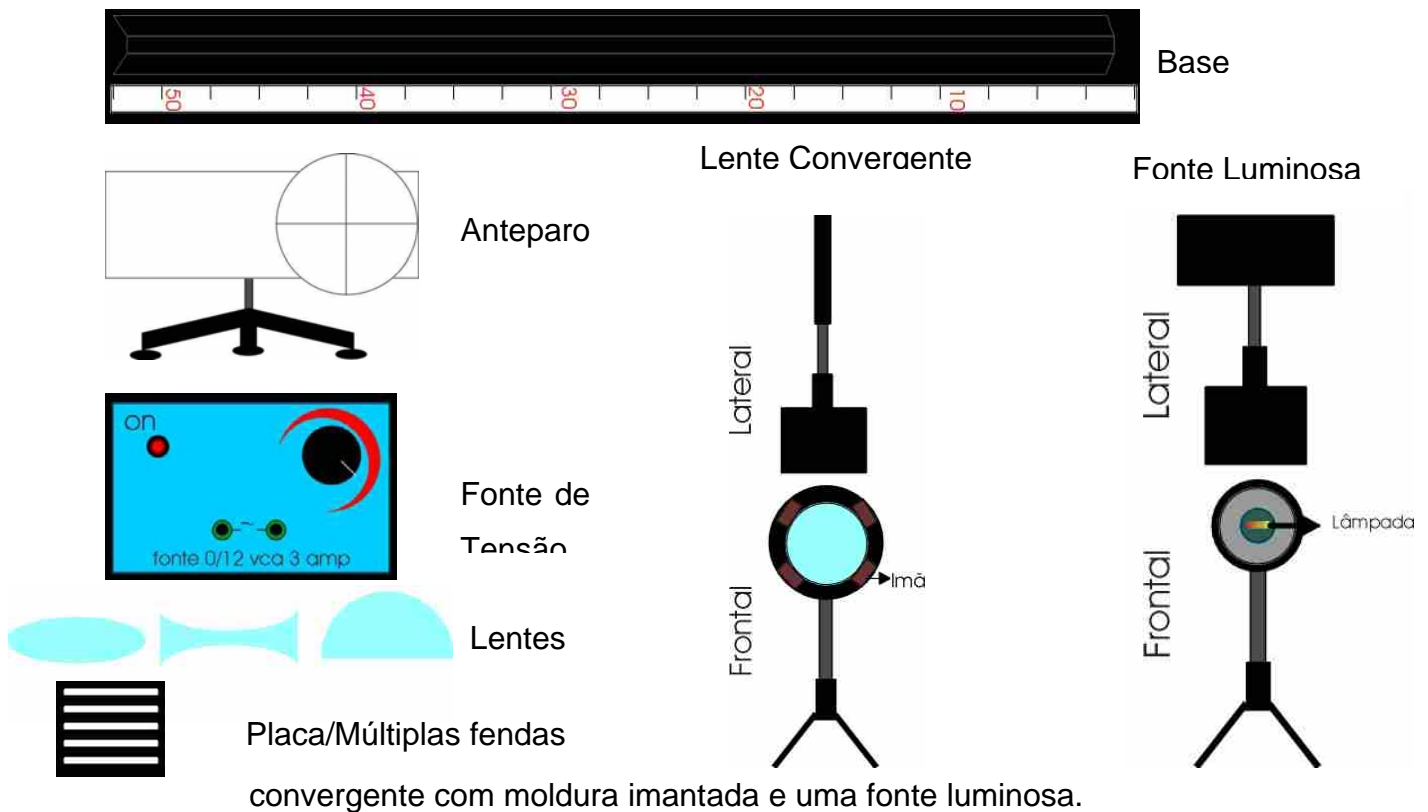
Geralmente, o material do qual é feita a lente é mais refringente (índice de refração maior) que o meio na qual se propagam os feixes luminosos. O comportamento observado é que a lente de bordas delgada (finas) tem o comportamento de convergência, enquanto a lente de bordas grossa tem o comportamento de divergência.

Caso o índice de refração do meio onde se propagam os feixes luminosos é mais refringente que o material do qual é feita a lente o comportamento dos tipos de lentes se inverte. As lentes delgadas (borda fina) divergem os raios que atravessam, enquanto as lentes de bordas grossas convergem os raios que nelas incidem.

## Desenvolvimento do experimento

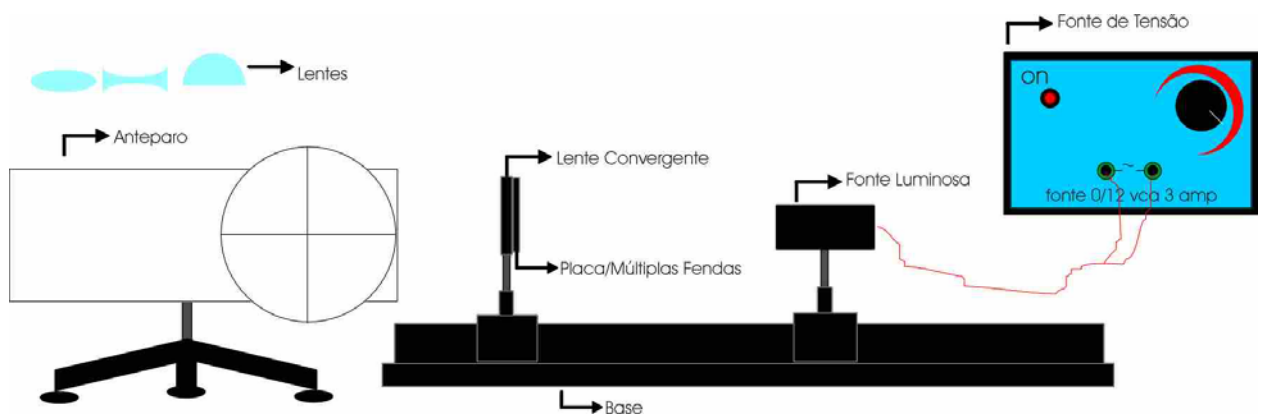
### Como montar o equipamento?

1. Para realização desta experiência serão necessários uma base, um anteparo com circunferência graduada, uma fonte de Tensão com saída 12 V, uma lente divergente e duas lentes convergentes, uma lente



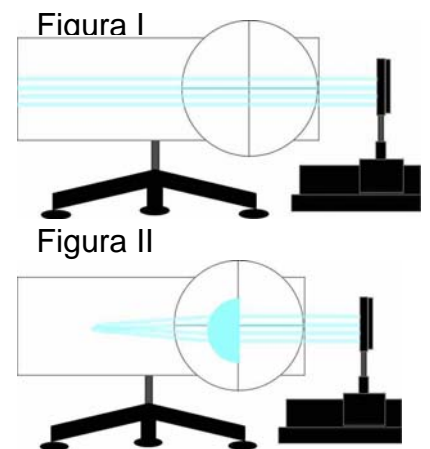
2. Conecte a Fonte Luminosa na fonte de Tensão. (Verifique o seletor de tensão 110V/220V)
3. Monte sobre a base a fonte Luminosa e a lente convergente com molduras imantadas.
4. Aloque o anteparo em frente e paralelo a base.
5. Prenda a placa com múltiplas fendas na lente convergente com molduras imantadas.

## Esquema de montagem



### Como realizar a experiência?

1. Ajuste o equipamento de forma que os feixes luminosos apareçam no anteparo (**Figura I**).
2. Coloque uma das lentes no disco graduado e observe o que ocorre com os feixes ao passar pela lente (**Figura II**).
3. Repita o experimento com as outras duas lentes.



## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

1. Qual foi o comportamento observado dos feixes ao passar pelas lentes
2. Sabendo que as lentes se classificam segundo o comportamento dos feixes que passam por elas. Existem quantos tipos de comportamento
3. O que é uma Lente convergente?
4. O que é uma Lente Divergente?

## 34. Espelhos Angulares

### Conhecimentos prévios

Associando espelhos planos de forma que possam abrir como um livro, multiplicam o número de imagens de um objeto.

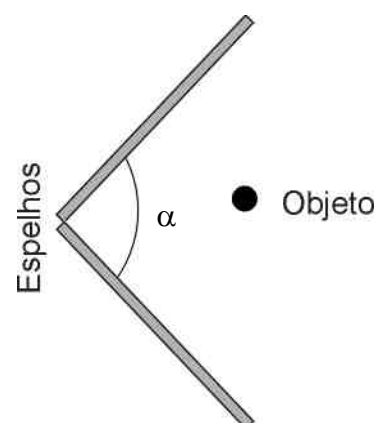
A multiplicação das imagens ocorre porque a imagens de um espelho torna-se o objeto do outro espelho.

Pode-se deduzir que o número de imagens vista em uma associação deste tipo, onde os espelhos formam um ângulo  $\alpha$  entre si é dado por:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

$n \Rightarrow$  número de imagens

$\alpha \Rightarrow$  Ângulo entre os espelhos

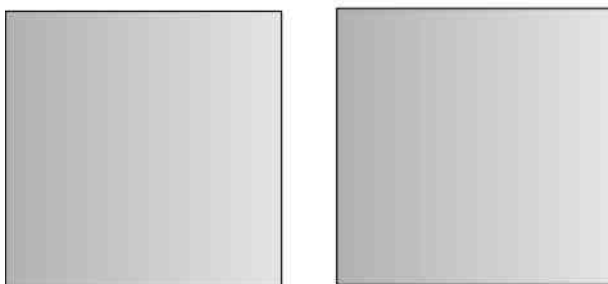


### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. Nesta prática serão necessários dois espelhos planos, suportes para espelhos e um objeto (será refletido pelo espelho).

Espelhos Planos

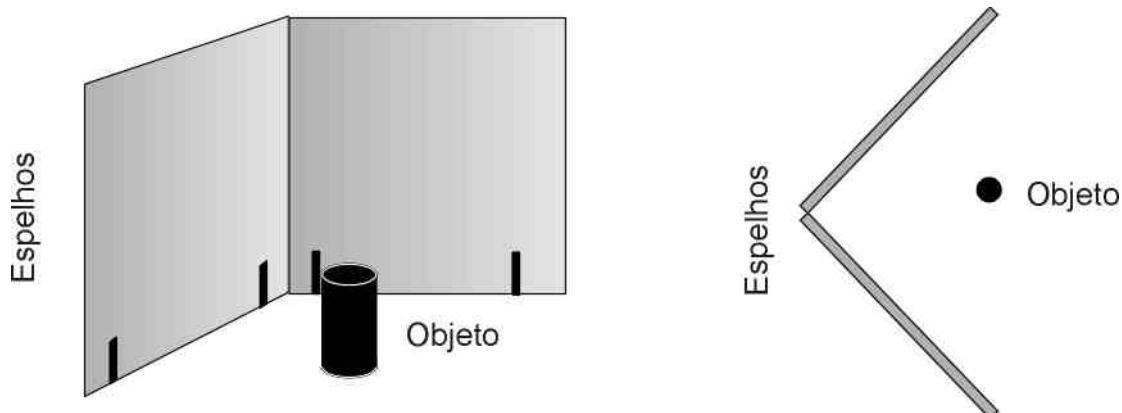


Suportes



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema.

**Esquema:**



**Como realizar a experiência?**

3. Coloque os espelhos de forma que o ângulo  $\alpha$  seja de  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  e  $180^\circ$ . Observe o número de imagens formadas.

## Trabalho independente

1. Preencha a tabela abaixo:

Ângulo ( $\alpha$ )	Número de Imagens (n)
$30^\circ$	
$60^\circ$	
$90^\circ$	
$120^\circ$	
$180^\circ$	

2. Calcule o número de imagens formadas por espelhos que formam um ângulo  $\alpha$  entre si, através da fórmula:  $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$
3. Compare os resultados obtidos nas questões anteriores. A equação está coerente com os resultados experimentais?

## 35. Circuito Base para Nove Montagens

### Conhecimentos prévios

Utilizando alguns componentes eletrônicos pode-se montar um circuito, que com pequenas modificações torna possível a utilização de ferramentas como um testador de capacitores ou mesmo um simples sistema de alarme de sombra.

É necessário que se conheça alguns dos componentes eletrônicos utilizados e qual a função exercem.

**LED (Diodo Emissor de Luz):** É um diodo que permite a passagem de corrente elétrica somente em um sentido e emite luz quando percorrido por corrente elétrica.

**Transistor:** É utilizado para ampliar sinais fracos e faz com que os sinais sejam emitidos em pulsos. Possui três pontos de conexão: uma base, um coletor e um emissor.

**Resistor:** Os resistores são dispositivos que se opõe a passagem de corrente elétrica. A propriedade de se opor à passagem de corrente elétrica é chamada de resistência elétrica, que é medida em ohms.

**Capacitor:** A função básica de um capacitor é a armazenagem de energia. Esta propriedade de armazenagem é conhecida como Capacitância que é medida em farad.

**Conector Sindal Simples:** Utilizado para conexões de dispositivos eletrônicos em circuitos, substituindo o uso de solda. **Garra Jacaré:** O uso das garras é amplamente difundido, pois é de fácil manipulação dispensando nas montagens do circuito o uso de solda e parafusos.

**Potenciômetro:** É um resistor que pode variar o valor de sua resistência com um simples giro no seu botão.

**Interruptor:** O interruptor é utilizado nos circuitos para cessar o fluxo de corrente elétrica sobre os componentes.

**Parafuso:** Utilizado para fixação dos conectores sindal e demais componentes elétricos na base de montagem de circuitos.

**Base Perfurada:** Suporte sobre o qual serão realizadas as montagens dos circuitos.

## **LISTA DE MATERIAL:**

**Q1** - BC548 ou equivalente - transistor NPN de silício

**Q2** - BC558 ou equivalente - transistor PNP de silício

**Led1** - Led comum vermelho.

**P1** - Potenciômetro de 1M

**R1** - 47k x 1/8W - resistor ( amarelo, violeta e laranja )

**R2** - 1k x 1/8 W - resistor ( marron, preto e vermelho )

**C1** - 47  $\mu$ F x 12 V - capacitor eletrolítico

**S1** - Interruptor simples

**B1** - 4 pilhas em série - 6V

**Diversos:** ponte de terminais, ponte de terminais com parafusos , base de montagem, knob para potenciômetro, knob, solda, etc.

### **Material para as experiências:**

1 capacitor de 22nF - poliéster

1 capacitor de 47 $\mu$ F - eletrolítico para 12 V

1 capacitor de 100 à 220 $\mu$ F - eletrolítico para 12 V

1 alto-falante de 8 ohms, 5 ou 10 cm.

2 pontas de provas ( uma vermelha e outra preta )

1 metro de fio

1 LDR comum

10 terminais abertos.



## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Comece a montagem preparando as bases de madeira que serve de chassi. Veja os esquemas abaixo:

### Esquema de montagem:

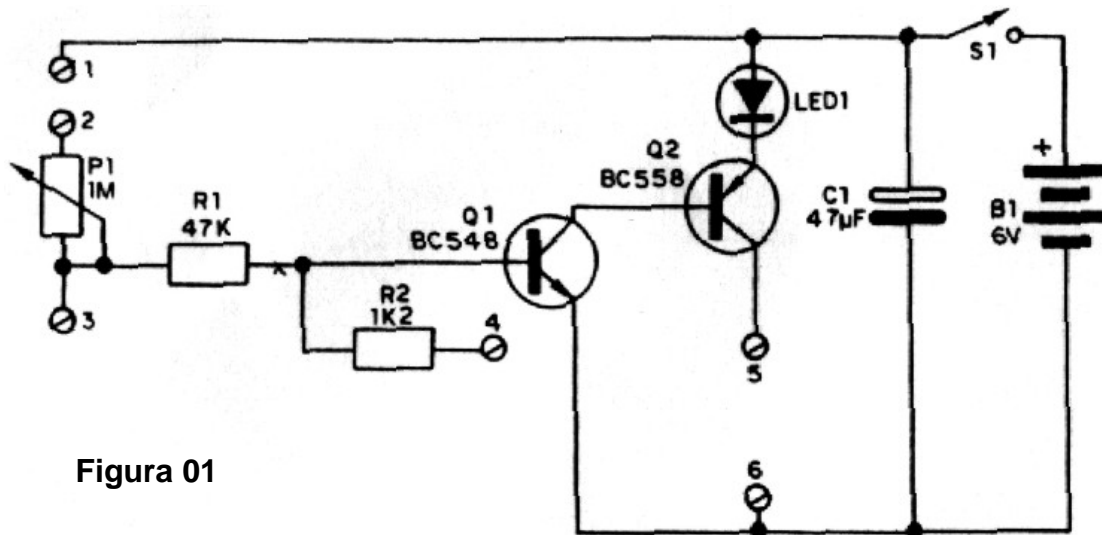


Figura 01

### Figura da montagem:

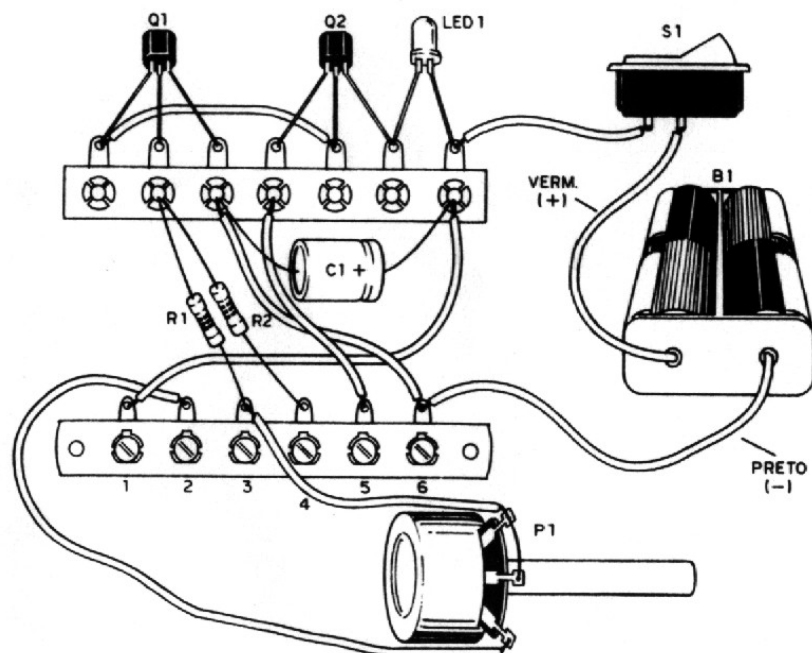
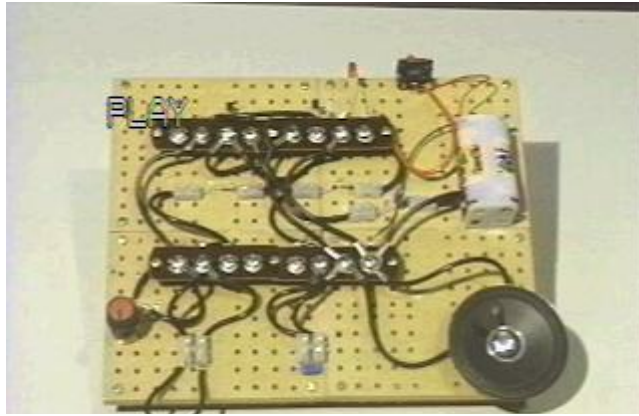


Figura 02

2. Fixe as pontes de terminais, o potenciômetro, o interruptor geral e o suporte das pilhas.

3. O circuito completo é mostrado na foto abaixo, mostrando a disposição dos componentes na ponte de terminais, assim como suas ligações na ponte de parafusos.



4. Os principais cuidados que devem ser tomados durante a montagem estão listados abaixo:
- Solde primeiro os transistores, observando em primeiro lugar o seu tipo, já que os dois não são intercambiáveis, e em segundo lugar a posição. Na soldagem dos transistores seja rápido, pois eles são sensíveis ao calor.
  - Solde em seguida o LED, observando a sua polaridade, caso contrário o circuito não funcionará.
  - O capacitor C1 é o próximo componente a ser soldado. Este componente tem polaridade, o que significa que deve ser observada a posição do sinal (+) e (-) em seu invólucro.
  - Solde os resistores R1 e R2, ligando-os entre as pontes de terminais como mostra a figura 1 e 2. Veja que seus valores são dados pelos anéis coloridos.
  - Faça as interligações entre as pontes, usando para esta finalidade pedaços de fio com capa plástica.
  - Ligue o potenciômetro, observando a posição dos fios para que ele não funcione ao contrário. Use fios não muito longos para esta ligação.
  - Ligue o suporte das pilhas, observando sua polaridade e também o interruptor geral S1.

5. Prepare os elementos externos que serão utilizados posteriormente nas demais montagens. Os elementos externos devem ser preparados para poderem ser mais facilmente ligados à ponte de terminais com parafusos.

Para esta finalidade, conforme mostra a figura 3, prepararemos os seguintes elementos:

- 3 pedaços de fio com terminais abertos em seu extremos.
- 1 alto-falante de 8 ohms x 5 cm com fio de terminais abertos para ligação.
- Duas pontas de prova com terminais abertos.
- Capacitores e LDR, sendo o LDR montado numa base e tendo fios de ligação com terminais abertos. Outra opção é conectar o LDR em um conector sindal preso a base perfurada.

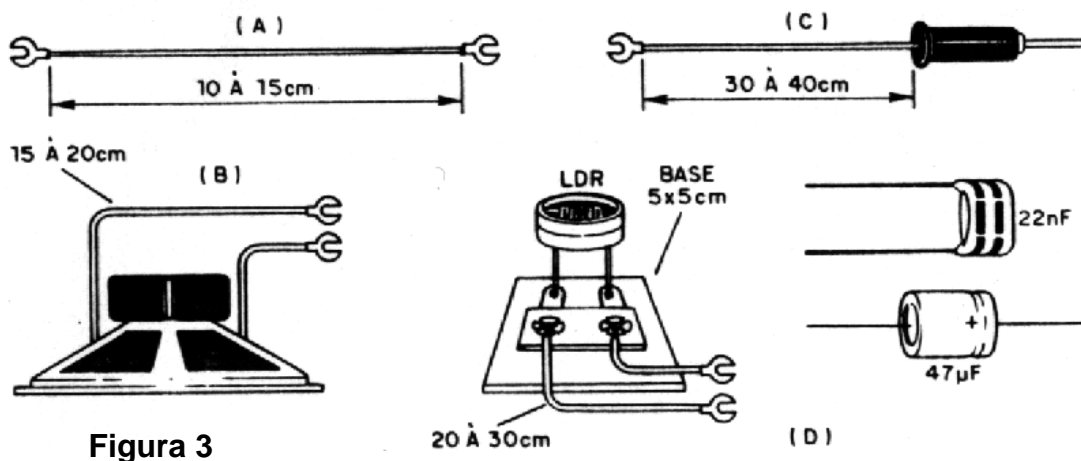


Figura 3

## COMO FUNCIONA

A base deste circuito é um oscilador. Este oscilador leva dois transistores complementares ( um NPN e um PNP ), ligados de modo a formar um amplificador. O coletor do primeiro é ligado à base do segundo, num sistema de acoplamento direto.

O sinal aplicado a base do primeiro transistor, depois de amplificado é retirado do seu coletor, sendo levado à base do segundo. Retirado do coletor do segundo, o sinal de saída, entretanto, volta à base do primeiro transistor para realimentá-lo e assim serem produzidos as oscilações.

Temos então a produção de um sinal contínuo, cuja frequência depende de dois fatores: do capacitor do circuito de realimentação e do potenciômetro que ajusta a polarização do primeiro transistor.

Trocando então de capacitores e ainda intercalando no circuito de polarização de base elementos sensores, podemos obter deste oscilador diversos comportamentos, que o levam as mais variadas aplicações.

Assim, se o capacitor for grande teremos pulsos lentos que caracterizam o metrônomo. Colocando um sensor de luz em série com o potenciômetro podemos fazê-lo emitir sons segundo a luz ambiente (figura 4).

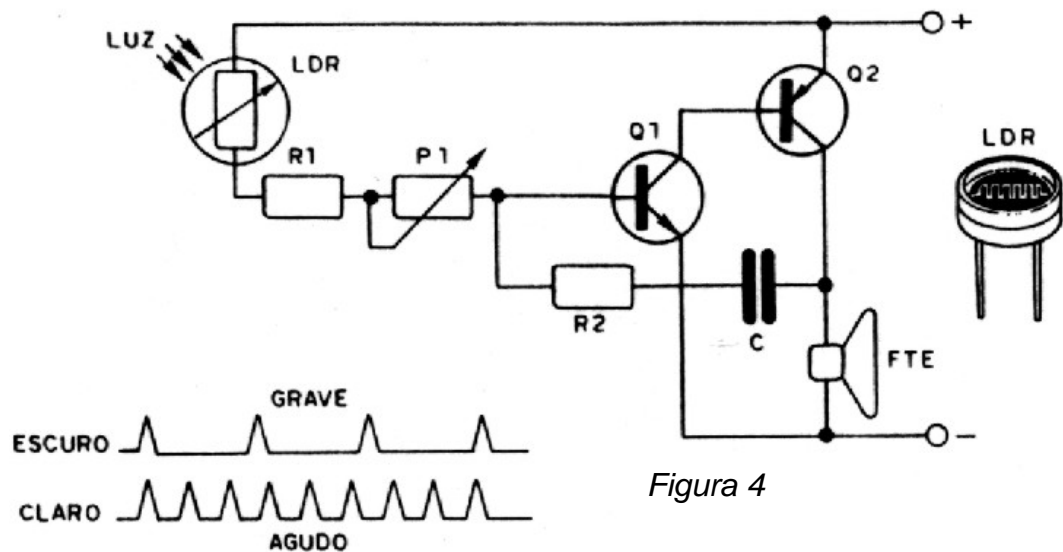


Figura 4

Ligamos pontas de provas em locais apropriados, podemos fazer o circuito oscilar segundo as condições de elementos externos em prova, e ainda dispará-lo com a produção de efeitos especiais.

Um LED ligado em série com o segundo transistor nos permite ainda efeitos luminosos paralelamente aos efeitos sonoros.

Muito simples de montar, este circuito funciona com apenas 6V, que podem ser obtidos de 4 pilhas pequenas.

## 36. OSCILADOR DE ÁUDIO

### Conhecimentos prévios

O oscilador de áudio pode ser utilizado para o estudo das propriedades do som como: altura, intensidade ou até mesmo timbre. O circuito emite sons de diversas freqüências que podem ser alteradas com o uso do potenciômetro. Nesta prática se utilizará o oscilador de áudio para estudo de eletricidade e eletrônica.

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. Para montar um oscilador de áudio, deve-se seguir o circuito mostrado na figura 1, que resultará então nas ligações sobre o circuito base, dadas na figura 2.

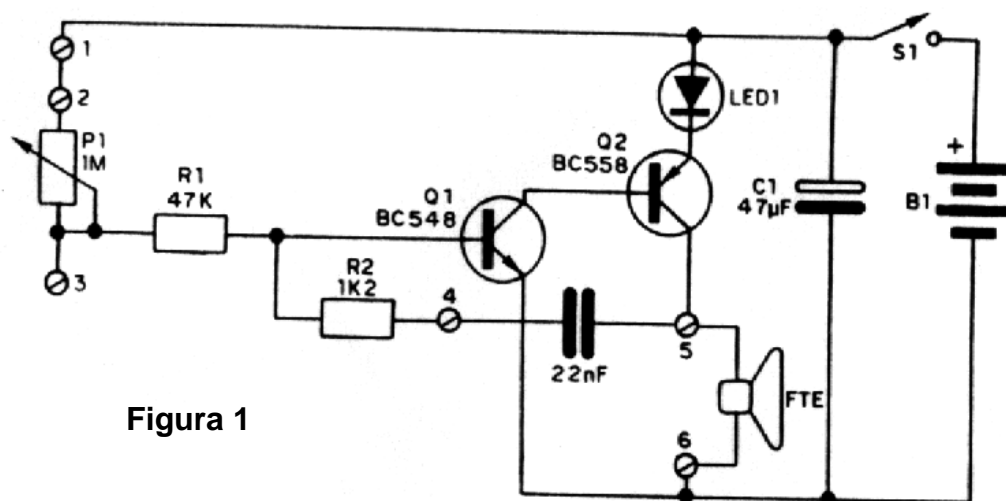


Figura 1

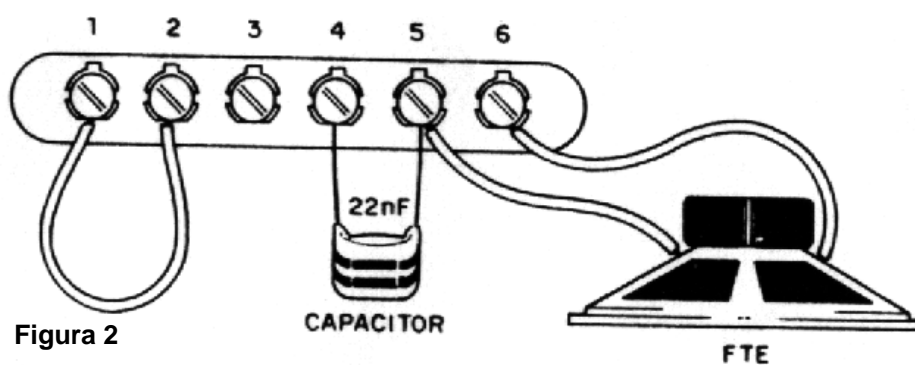


Figura 2

2. As seguintes ligações serão efetuadas no circuito base.
  - a) Ligue o alto-falante entre os terminais 5 e 6 .
  - b) Ligue o capacitor de 22nF entre os terminais 4 e 5.
  - c) Interligue com um fio os terminais 1 e 2.

### Como realizar a experiência?

1. Proceda da seguinte maneira:
  - a) Ligue o interruptor S1.
  - b) Ajuste o potenciômetro até obter o som desejado. Veja que este potenciômetro controla a tonalidade do som.
  - c) Poderá ser experimentado outros capacitores entre os terminais 4 e 5.
2. Teste o funcionamento com os capacitores entre 10nF e 220nF. Veja como eles influem na frequência do som.
  
3. Para praticar telegrafia você pode ligar o manipulador entre os terminais 1 e 2. Veja que o LED ficará aceso durante o funcionamento deste oscilador.

**OBS:** Caso o LED não funcione, verifique: a posição do LED, a ligação dos transistores, a polaridade e o estado das pilhas. Cheque se o auto-falante está em condições de uso.

## Trabalho independente

### Questionário sobre a Atividade Experimental:

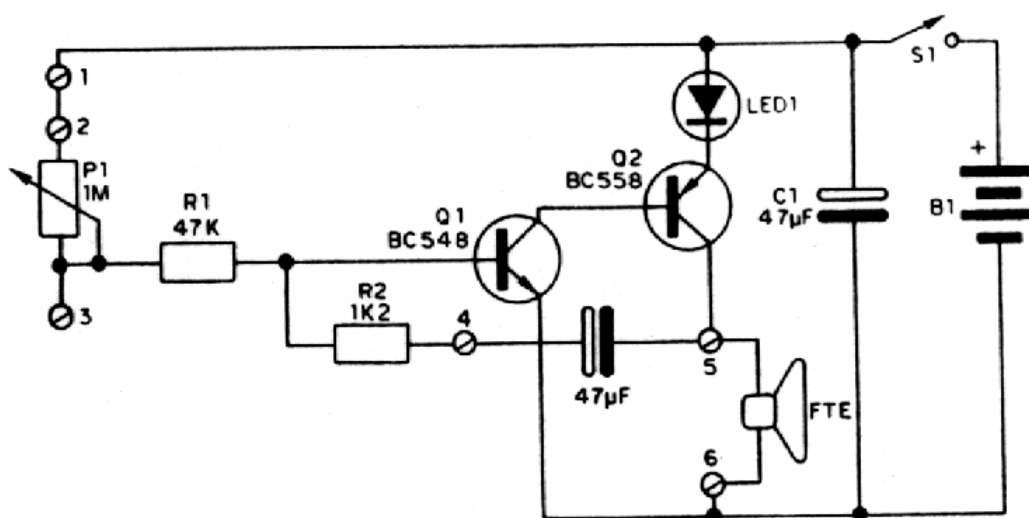
1. O que é um potenciômetro?
2. Por que ao girarmos o botão do potenciômetro a frequência do som se alterou?
3. Trocando os capacitores, o que ocorre com o som emitido no circuito?
4. Existe alguma relação entre o valor do capacitor colocado no circuito e a frequência emitida? Qual?

## 37. METRÔNOMO

### Conhecimentos prévios

Este circuito produzirá pulsos em intervalos definidos e até mesmo o som de um barco a motor ou moto. Poderá ser utilizado para marcar o compasso musical ou então como efeito especial de moto ou barco.

O circuito é o mostrado na figura 1.



### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. As seguintes ligações deverão ser efetuadas no circuito base:
  - a) Alto-falante entre os terminais 5 e 6 .
  - b) Capacitor eletrolítico de  $47\mu\text{F}$  ou maior entre os terminais 4 e 5 .
  - c) Interligue os terminais 1 e 2.

#### Como realizar a experiência?

1. O procedimento para colocar em funcionamento é o seguinte:
  - a) Acione S1.
  - b) Ajuste o potenciômetro P1 para obter o som desejado. Ele controla a velocidade dos pulsos.
  - c) Experimente capacitores de diversos valores, se quiser mudar o comportamento do aparelho.

## **Trabalho independente**

### **Questionário sobre a Atividade Experimental:**

1. Explique qual o procedimento para mudança do intervalo de tempo entre os pulsos.
2. Para mudar o pulso, quais as grandezas físicas que foram alteradas?



## 38. PROVADOR DE CONTINUIDADE

### Conhecimentos prévios

Esta montagem realizada com o circuito base permite que se prove circuitos e componentes com grande eficiência. Trata-se de um circuito que produzirá sons, cuja frequência depende do circuito ou componentes que estão sendo testados. Caso haja continuidade haverá som.

O circuito nesta configuração é o mostrado na figura 1 e as ligações são as mostradas na figura 2.

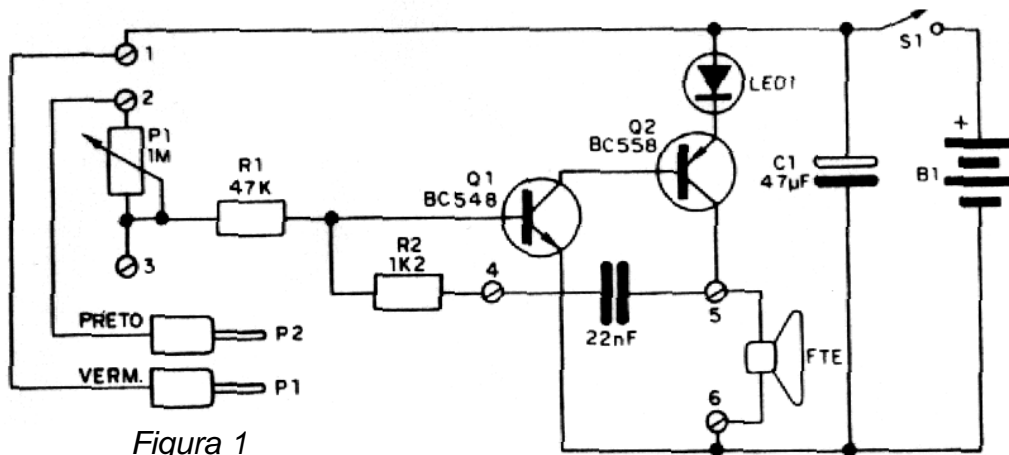


Figura 1

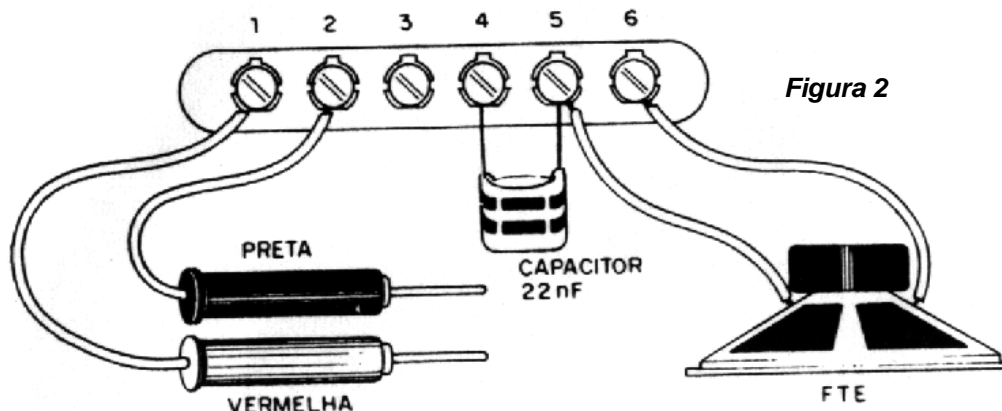


Figura 2

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. As seguintes ligações deverão ser efetuadas:
  - a) Alto-falante entre terminais 5 e 6.
  - b) Capacitor de 22nF entre os terminais 4 e 5.

- c) Ponta de prova vermelha no pino 1.
- d) Ponta de prova preta no pino 2.

### **Como realizar a experiência?**

1. O procedimento para colocar em funcionamento é o seguinte:
  - a) Acione o interruptor S1 para ligar o aparelho.
  - b) Encoste uma ponta de prova na outra e ajuste o potenciômetro P1 até obter o som mais grave, ou seja, o máximo para a direita que você conseguir com a emissão do som.
  - c) Encoste as pontas de prova nos componentes que quiser provar.
  - d) Poderá ser testado quais materiais são condutores e isolantes.

## **Trabalho independente**

### **Questionário sobre a Atividade Experimental:**

1. Compare a frequência do som emitida quando colocamos resistores com resistência baixa e alta.
2. Compare o som emitido pelo circuito quando é testado capacitores de diversas capacitâncias.
3. Teste um diodo e veja o que ocorre invertendo as conexões. Por que o som é emitido somente ligando-se de uma forma?

## 39. FOTO-OSCILADOR

### Conhecimentos prévios

O circuito para esta experiência é mostrado na figura 1 e as ligações na ponte de terminais na figura 2.

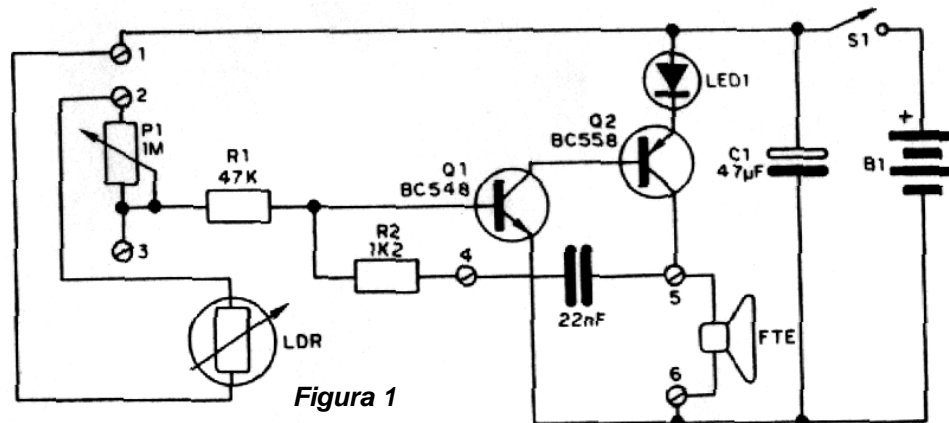


Figura 1

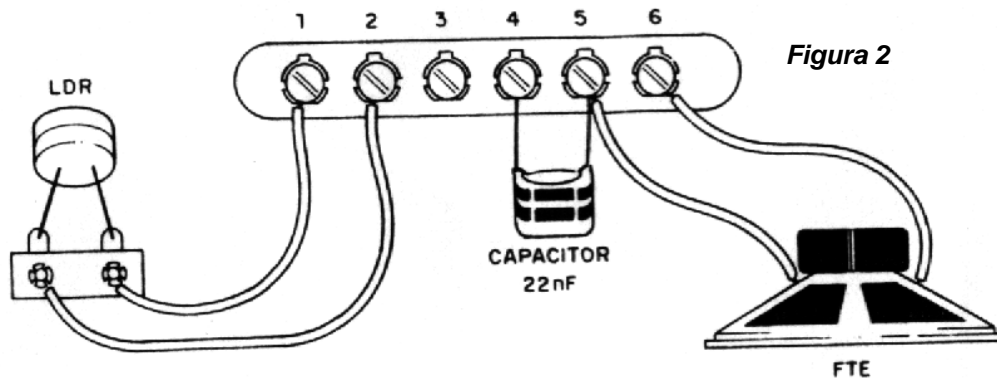


Figura 2

### Como fazer

#### Como montar o equipamento?

1. Realize as seguintes conexões no circuito base:
  - a) Ligue o alto-falante entre os terminais 5 e 6 .
  - b) Ligue o capacitor de 22nF aos terminais 4 e 5 .
  - c) Ligue o LDR entre os terminais 1 e 2.

#### Como realizar a experiência?

1. O procedimento para colocar em funcionamento o circuito é:
  - a) Acione S1 ligando a alimentação.
  - b) Ajuste o potenciômetro P1 para obter o som mais grave possível.

- c) Deixe incidir a luz sobre o LDR e ajuste P1 se necessário. Deve haver emissão de som.
- d) Conforme o tamanho da sombra ou a intensidade de luz no LDR, teremos emissão de sons diferentes.

## **Trabalho independente**

### **Questionário sobre a Atividade Experimental:**

1. O que é um LDR?
2. O que ocorreu com o LDR para que a frequência aumentasse?
3. O valor da resistência aumentou ou diminuiu para que a frequência do som emitido pelo circuito aumentasse?

## 40. SIRENE

### Conhecimentos prévios

Esta montagem proporciona a geração de um sinal sonoro semelhante ao de uma sirene de fábrica, com variações de tom que dependem dos componentes usados e do ajuste do potenciômetro. O aparelho pode ser usado como dispositivo de chamada ou ainda para efeitos sonoros.

O circuito para esta experiência é mostrado na figura 1 e as ligações na ponte de parafusos na figura 2.

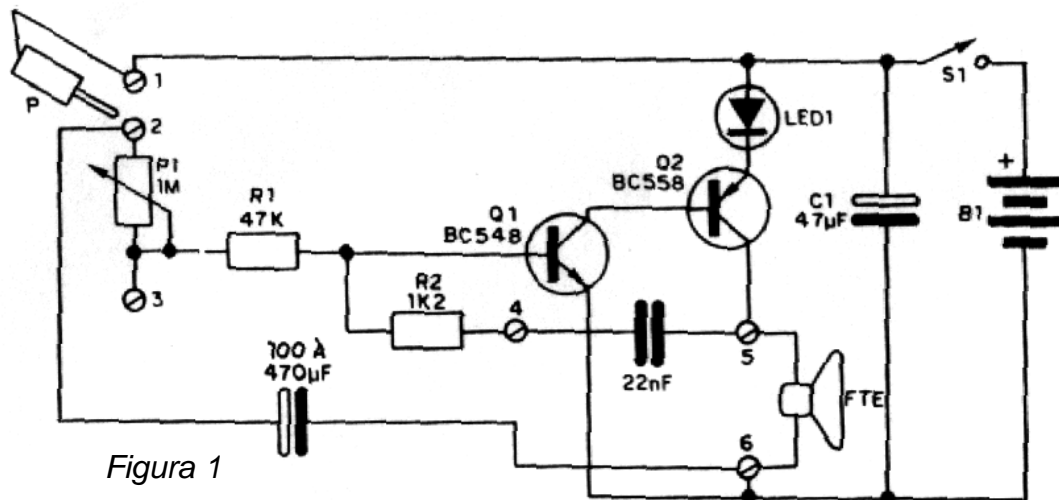


Figura 1

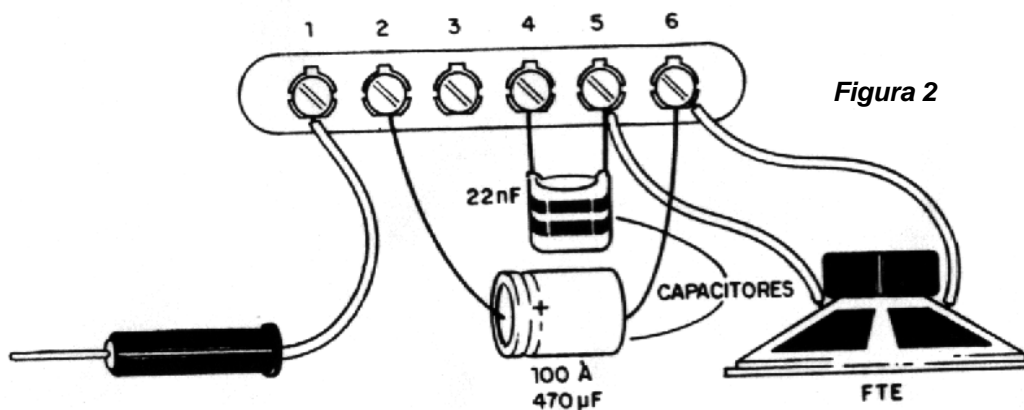


Figura 2

### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. As seguintes ligações devem ser efetuadas no circuito base:
  - a) Ponta de prova no terminal 1.
  - b) Capacitor de  $100\mu\text{F}$  à  $470\mu\text{F}$  nos terminais 2 e 6.
  - c) Alto-falante nos terminais 5 e 6.
  - d) Capacitor de  $22\text{ nF}$  nos terminais 4 e 5 .

**Como realizar a experiência?**

1. O procedimento para fazer funcionar a sirene é:
  - a) Ligue o interruptor geral S1.
  - b) Encoste a ponta de prova no terminal 2 e ajuste o som, para ser agudo, no potenciômetro P1.
  - c) Desencoste a ponta de prova do terminal 2 e veja como o som "cai" gradativamente de frequência, imitando uma sirene.

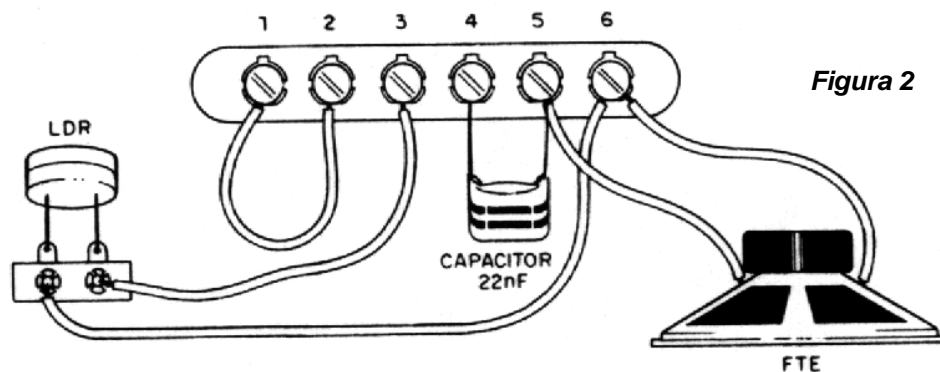
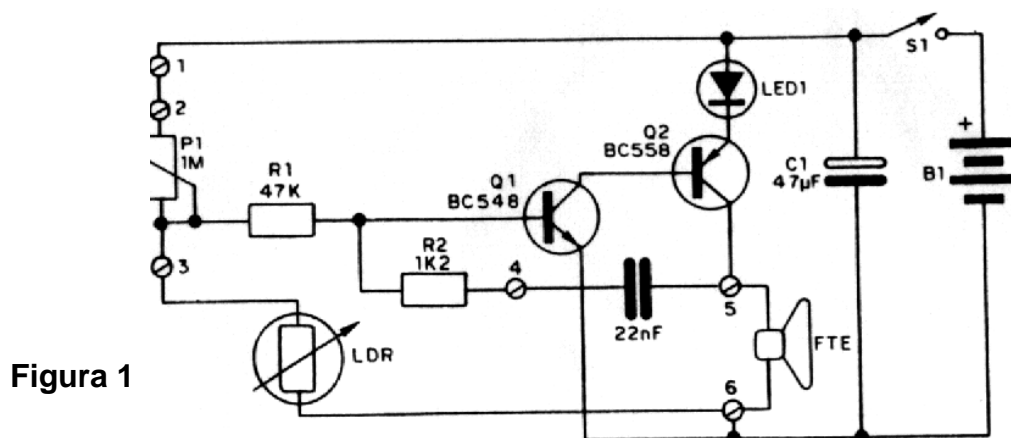
**OBS:** O tempo de queda depende do capacitor ligado entre os pinos 2 e 6, assim como do ajuste de P1. A tonalidade do som obtido também pode ser modificada pela troca do capacitor de 22nF. Você pode experimentar capacitores de 10 nF até 220 nF.

## 41. FOTO - ALARME

### Conhecimentos prévios

Nesta experiência, ao colocarmos o LDR do circuito na sombra, o circuito dispara emitindo som. Esta configuração pode ser usada como alarme. A passagem de um intruso, interrompendo a luz que incide no LDR, fará com que o circuito dispare.

O circuito para esta experiência é mostrado na figura 1 e as ligações na ponte de parafusos na figura 2.



### Desenvolvimento do experimento

#### Como montar o equipamento?

1. As seguintes ligações deverão ser efetuadas no circuito:
  - a) Interligue os terminais 1 e 2 com um pedaço de fio.
  - b) Ligue o alto-falante entre os terminais 5 e 6 .
  - c) Ligue um capacitor de 22nF entre os terminais 4 e 5 .
  - d) Ligue o LDR entre os terminais 3 e 6.

**Como realizar a experiência?**

1. O procedimento para colocar em funcionamento é o seguinte:
  - a) Acione o interruptor S1, que estabelece a alimentação do circuito.
  - b) Faça sombra sobre o LDR e ajuste o potenciômetro para obter um som agudo.
  - c) Ilumine o LDR. O oscilador deve parar de emitir som. Fazendo novamente sombra, ele deve ser acionado. O ponto ideal de ajuste para o disparo com determinada sombra é feito em P1.



## 42. LEI DE OHM (Determinação da Resistência Elétrica)

### Conhecimentos prévios

Georg Simon Ohm pesquisou a possível existência de relação entre intensidade e tensão de uma corrente elétrica.

Verificou que, ao aumentar a tensão elétrica, a intensidade da corrente elétrica aumentava em proporções constantes. Essa proporção denominou-se resistência elétrica. Esta relação ficou conhecida como primeira Lei de OHM:

$$V= Ri$$

**V** ⇒ Voltagem ou Tensão Elétrica

**R** ⇒ Resistência Elétrica

**I** ⇒ Intensidade da Corrente Elétrica

A resistência tem seu valor alterado de acordo com o tipo de material utilizado, o comprimento do condutor e da sua espessura. O que ficou conhecido como Segunda Lei de OHM:

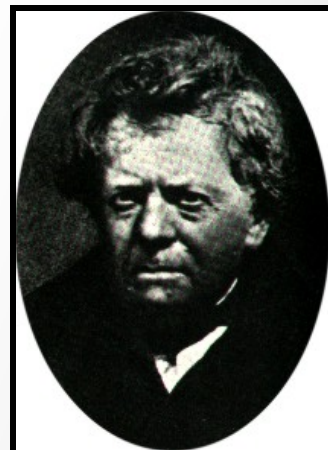
$$R= \rho l/A$$

**R** ⇒ Resistência Elétrica

$\rho$  ⇒ Resistividade do meio

**l** ⇒ Comprimento do Condutor

**A** ⇒ área da Secção Transversal



O alemão Georg Simon Ohm nasceu em Erlangen no ano de 1787. Antes de entrar na universidade realizava experimentos com equipamentos que ele mesmo fabricava. O pai, um brilhante serralheiro, gostava de matemática e era um dos seus grandes incentivadores.

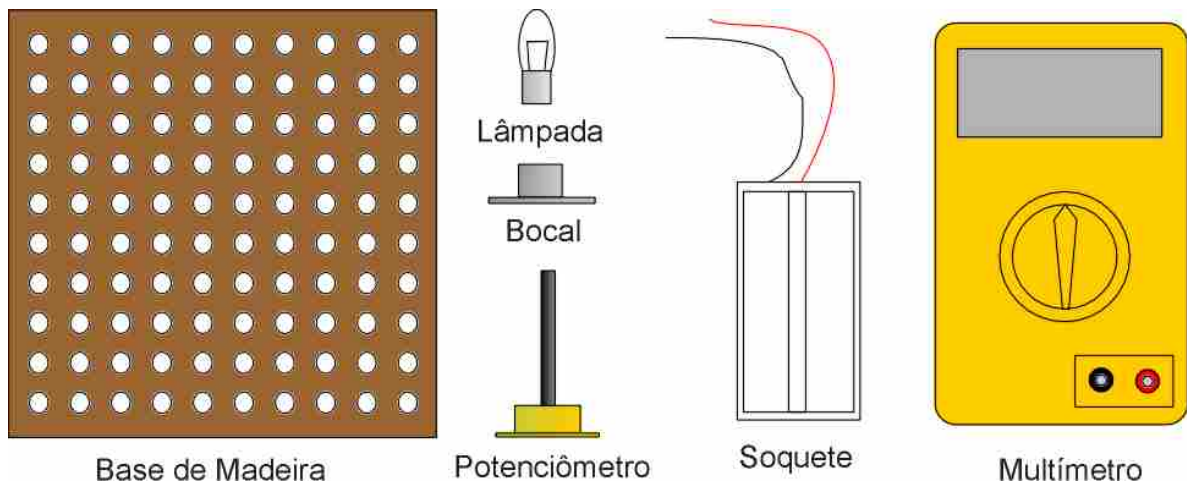
Estudou na Universidade de Erlangen e em 1817, passa a ensinar no Colégio Jesuíta de Colônia. Publicou em 1827, a *Teoria Matemática das Correntes Elétricas*. A obra não foi muito bem recebida por seus colegas e Ohm pede demissão do Colégio.

No ano de 1833 passa a lecionar na Escola Politécnica de

## Desenvolvimento do experimento

### Como montar o equipamento?

1. Nesta experiência serão necessários dois multímetros, um soquete para pilhas, um bocal, uma lâmpada, um potenciômetro e uma base de madeira.



2. Monte os dispositivos como mostra o esquema.

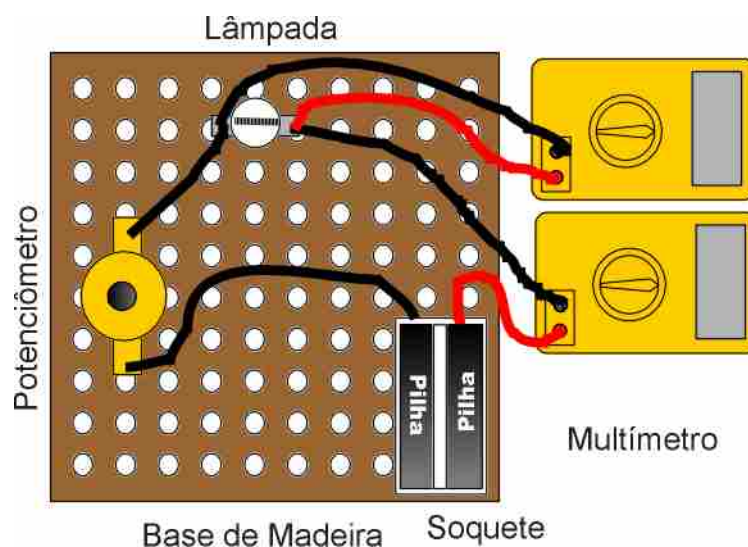
### Observação:

Utilizam-se dois multímetros, um deles será ligado em série e outro em paralelo com a lâmpada para medir, respectivamente, corrente e voltagem.

Não exceda a voltagem da lâmpada, pois esta será danificada.

Ligue o potenciômetro em série com a lâmpada para variar a voltagem.

### Esquema:



**Como realizar a experiência?**

1. Ajuste o potenciômetro de forma que não seja registrada corrente ou voltagem nos multímetros.
2. Aumente a voltagem sobre a lâmpada ajustando o potenciômetro.
3. Meça o valor da voltagem e corrente elétrica para quatro ajustes do potenciômetro.

**Trabalho independente**

1. Preencha a Tabela:

Corrente Elétrica	Voltagem

2. Construa o gráfico  $V \times i$ .
3. Obtenha o valor da resistência da lâmpada através do gráfico construído na orientação **2**.
4. Calcule o valor da resistência através dos dados experimentais e compare com o resultado da orientação **3**.

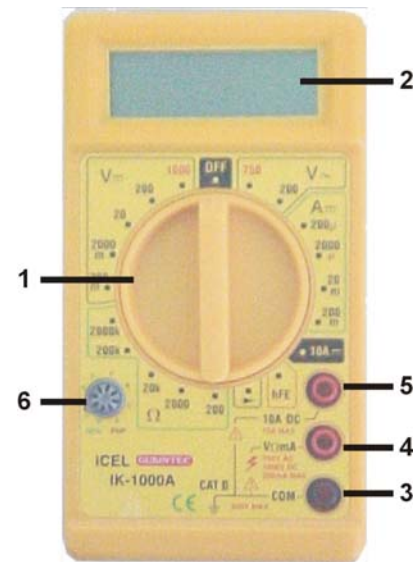
## 43. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS: MULTÍMETRO

### Conhecimentos prévios

O Multímetro é um aparelho amplamente utilizado, pois reúne em somente um aparelho a possibilidade de testar e medir grandezas como tensão, corrente, resistência, diodos e transistores.

Veja ao lado as partes que compõem um multímetro:

1. Chave Seletora de Função e Escala.
2. Visor de cristal líquido.
3. Borne comum (com) do Multímetro.
4. Borne V $\Omega$ mA do Multímetro.
5. Borne 10ADC do Multímetro.
6. Soquete para medir Hfe.



### Desenvolvimento do experimento

#### Como realizar o ajuste de escala?

1. Ao fazer uma medição e só ficar aceso o dígito "1" mais significativo, será indicação que a escala selecionada é inferior ao valor da leitura, portanto você deverá selecionar uma escala superior.
2. Por outro lado se dígitos "zero" forem exibidos à esquerda do valor numérico, selecione uma escala inferior para aumentar a resolução e a exatidão da medida.

#### Esquema:

A fotografia ao lado representa uma medida em que a escala selecionada com a chave seletora é inferior ao valor medido. Deverá escolher uma escala superior.



### Como realizar medidas de tensão contínua?

1. Conecte o pino banana preto da Ponta de Prova no borne marcado "COM" do multímetro e o vermelho no borne "V $\Omega$ mA".
2. Gire a chave seletora de função e escala para função "DCV".
3. Selecione uma das escalas de Tensão, que seja adequada a leitura que deseja efetuar. Em caso de dúvida utilize a mais alta (1000 V DC), e vá progressivamente, decrescendo de escala até obter uma leitura mais exata.  
Observação: Nunca tente medir tensões superiores a 1000 V DC.
4. Aplique as pontas de prova em paralelo com o circuito que deseja medir.
5. Leia o valor de Tensão exibido no visor, caso esteja precedido do sinal (-) será a indicação que as pontas de prova estão com a polaridade invertida em relação ao circuito.

#### Esquema:

O multímetro está mostrando a tensão de uma bateria usada cuja carga esta baixa.



### Como realizar medidas de tensão alternada?

1. Conecte o pino banana preto da Ponta de Prova no borne marcado "COM" do Multímetro e o vermelho no borne "V $\Omega$ mA".
2. Gire a chave seletora de função e escala para a posição "ACV".

3. Selecione uma das escalas de Tensão, que seja adequada á leitura que deseja efetuar. Em caso de dúvida utilize a mais elevada (750 V AC) e vá, progressivamente, decrescendo de escala até obter uma leitura mais exata.  
Observação: Nunca tente medir Tensões superiores a 750 V AC.
4. Aplique as Pontas de Prova em paralelo com o circuito que deseja medir.
5. Leia o valor de Tensão exibido no visor.

**Esquema:**



A leitura é de 218 V e está sendo realizada na rede elétrica onde a tensão é de normalmente 220V.

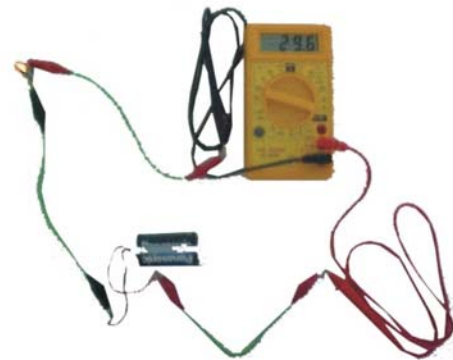
**Como realizar medidas de corrente contínua?**

1. Gire a chave seletora de função e escala para a posição "DCA".
2. Conecte o pino banana preto da Ponta de Prova no borne marcado "COM" do multímetro e o vermelho no "V mA" ou "10 A DC". Este último borne só deverá ser usado quando se for medir até 10 A DC e a chave seletora de função e escala estiver na posição "10 A".
3. Caso tenha escolhido o borne "10 A DC" selecione a escala 10 A, caso contrário escolha uma das escalas de Corrente compreendida, entre "200 A", a "200 mA", que seja adequada à leitura a ser feita. Com a Ponta de Prova vermelha conectada no borne "V mA" não tente medir mais do que 200 mA DC e, se estiver conectada no borne "10 A DC", não tente medir mais que 10 A DC, caso contrário poderá danificar o Multímetro.
4. Desligue o circuito que pretende testar, interrompa o condutor no qual quer medir a corrente e ligue o Multímetro em série com o circuito.
5. Ligue o circuito a ser medido.

Observação: Nas medições de corrente DC maior que 5 A, não ultrapasse o tempo máximo de 30 s, para evitar danos devido a dissipação de calor por efeito "Joule".

### Esquema:

Perceba que o multímetro foi ligado em série com a lâmpada para medir a corrente que passa por ela.



### Como realizar medidas de resistência?

1. Nunca tente medir resistência em um circuito que esteja energizado, ou antes, que os Capacitores do mesmo tenham sido descarregados.
2. Conecte o pino banana preto da Ponta de Prova no borne marcado "COM" do Multímetro e o vermelho no borne " $V\Omega mA$ ".
3. Gire a chave seletora de função e escala para posição "  $\Omega$  " e escolha uma das escalas de Resistência, que seja adequada à leitura que deseja efetuar.
4. Aplique as Pontas de Prova em Paralelo com o resistor a ser medido.
5. Leia o valor da Resistência no visor.
6. Quando for medir um Resistor que esteja ligado em um circuito, solte um dos seus terminais, para que a medição não seja influenciada pelos demais componentes do circuito.

### Esquema:



A figura mostra a leitura da resistência elétrica de um resistor.

## Como testar diodos?

1. Conecte o pino banana preto da Ponta de Prova no borne marcado "COM" do Multímetro e o vermelho no borne "VΩmA".
2. Gire a chave seletora de função e escala para a escala de Diodo. Não tente testar diodos que estejam ligados em um circuito energizado ou com os capacitores carregados.
3. Aplique a Ponta de Prova preta no catodo (-) e a vermelha no anodo (+) do Diodo.
4. Caso o Diodo esteja bom, deverá exibir no visor o valor da RESistência de polarização direta.
5. Caso o valor zero seja exibido no visor, será indicação que o Diodo esta em curto-circuito. E se o visor exibir o sinal de sobrecarga, será indicação que o Diodo está aberto.
6. Invertendo as Pontas de Prova em relação ao Diodo, o visor deverá exibir o sinal de sobrecarga, caso contrário será indicação de defeito do mesmo.

### Esquema:

Fotografia da realização do teste de um diodo retificador.



## Como testar e medir transistores?

1. Remova as Pontas de Prova do Multímetro.
2. Selecione NPN ou PNP de acordo ao tipo de Transistor que deseja testar.
3. Insira os Terminais do Transistor no soquete para Hfe, observando a correta pinagem (E-B-C).
4. Leia o valor do Hfe no visor.



**Esquema:**

Teste e medida de um transistor BC / NPN.

**Como trocar a bateria do multímetro?**

1. Quando o sinal de bateria descarregada (BAT) aparecer no visor, será a indicação que restam apenas 10% da energia útil da bateria e que está próximo o momento de troca.
2. Remova as Pontas de Prova e desligue o Multímetro.
3. Solte os 2 (dois) parafusos que existem na parte traseira do Multímetro.
4. Remova a tampa traseira.
5. Remova a Bateria descarregada. Conecte a Bateria nova observando a polaridade correta.
6. Conecte a Bateria nova observando a polaridade correta.
7. Encaixe a tampa traseira e aperte os 2 (dois) parafusos.

### Esquema:



Multímetro sem a parte traseira com a bateria desconectada.

### Como trocar o fusível?

1. O Multímetro é protegido nas escalas de Corrente (com exceção da escala de 10A DC). Caso consiga fazer medição na escala de 10 A DC e não nas restantes, provavelmente o fusível esteja aberto.
2. Remova as Pontas de Prova e desligue o Multímetro.
3. Solte os 2 (dois) parafusos que existem na parte traseira do Multímetro.
4. Remova a tampa traseira.
5. Remova o Fusível aberto.
6. Coloque o Fusível novo de 0,2A/250V.
7. Encaixe a tampa traseira e aperte os 2 (dois) parafusos.



### Esquema:

Multímetro aberto sem a tampa traseira mostrando a localização da bateria e fusível.

## REFERÊNCIAS

GERALD KARP. **Cell and molecular biology**: Concepts and experiments. 4. ed., ed. Von Hoffman, 2005

OLIVEIRA, G.; Freitas, M.; Machado, W., Castro Jr., W. **Manual de Laboratório de Física I**. Imprensa Universitária da Universidade do Amazonas, 1989.

OLIVEIRA, G.; Bessa, H.; Freitas, M.; Machado, W., Castro Jr., W. **Manual de Laboratório de Física II**. Imprensa Universitária da Universidade do Amazonas, 1991.

PIMENTEL, C. A. F.; Rabinovich, S. V.; Yamamura, P. **Elementos da Teoria de Erros**. Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 1987.

VON ALVENSLEBEN, L. PHYWE. Experimental Literature. **Physics**, 1997.

ARRIBAS, Ir. Santos Diez. **Experiências de Física ao alcance de todas as escolas**. Rio de Janeiro: MEC/FAE, 1988.

GASPAR, ALBERTO. **Experiências de Ciências para o 1º Grau**. São Paulo: Ática, 1995.

HALLIDAY, D. e RESNIK R. Serway. 4. ed. Ed. LTC. **Física 1: Mecânica e Gravitação** Editora LTC. Curso de Física Básica.

EINSTEIN, A.; INFIELD, L. **A evolução da Física**. ZANETIC, J. Evolução dos conceitos da Física; Alguns tópicos de história da Física 1967.

GEORGE GAMOW. **Um dois, três, infinito**. 2. ed. Ed. Zahar. 1962.

