

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

**ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO NO
LABORATÓRIO ALTERNATIVO DE FÍSICA**



Projeto:

**“APOIO À MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E DE MATEMÁTICA
PROJETO ARQUIMEDÉS-MANAUS”
Convênio n.º. 3621/06**

UEA Edições / BK Editora

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 n°. 3621/06

ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO NO LABORATÓRIO ALTERNATIVO DE FÍSICA

Professores

Dra. Josefina Barrera Kalhil (Coordenadora)

Dr. Yuri Expósito Nicot

Dr. Wilfredo Falcón Urquiza

Esp. Luciana da Cunha Ferreira

Augusto Fachín Terán (Coord. Geral do Projeto Arquimedes)

Estudantes

Arthur Silva

Antonia Anita da Silva

Audilene Marques da Cruz

Darlan de Almeida Martins

José Nildon Alves da Silva

Monique de oliveira Paulo

Manaus -2008

UEA Edições / BK Editora

Foto da Capa: Albert Einstein

Produção e Editoração BK Editora

Ficha catalográfica **no livro impresso**

Kalhil, Josefina Barrera
2008

Orientações para o Trabalho no Laboratório Alternativo de Física /
Kalhil, Josefina Barrera et al. – Manaus: UEA edições/BK Editora, 2008.

59 p. 29 cm

ISBN: 978-85-61912-7

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

CDD 378.0

CDU 378.0

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**

**ORIENTAÇÃO PARA TRABALHO NO LABORATÓRIO ALTERNATIVO 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, teve sua concepção iniciada em 2001 e incentivada pelo CNPq. Esta iniciativa para despertar o gosto pela ciência foi apresentada em julho de 2003, em Recife, no segundo dia de reuniões da 55ª Reunião Anual da SBPC no Simpósio Educação Científica no Brasil, pelo professor Ennio Candotti, recentemente empossado no cargo de presidente da SBPC.

Esta 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; 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 primeira produção, realizada pelos professores e estudantes da equipe 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

	p.
Introdução.....	8
Orientações para o correto cumprimento das tarefas do laboratório.....	9
Os experimentos deverão seguir o seguinte roteiro.....	10
Unidade I: Estudo do movimento de queda livre.....	11
Unidade II: Estudo do Movimento retilíneo uniformemente acelerado.....	13
Unidade III: Oscilações Livres.....	16
Unidade IV: Força Centrifuga.....	18
Unidade V: Estudo das funções de uma roldana fixa.....	20
Unidade VI: Lei de Charles.....	22
Unidade VII: Comprovação da Lei de Boyle Mariotte.	23
Unidade VIII: Reflexão do som.....	25
Unidade IX: Verificação experimental da Lei de Ohm	28
Unidade X: Frequência e comprimento de onda em um meio líquido.....	32
Unidade XI: Reflexão de uma onda bidimensional em um meio líquido.....	35
Unidade XII: Difração de ondas bidimensionais em um meio líquido.....	39
Unidade XIII – Difração de ondas bidimensionais num meio líquido	42
Unidade XIV: Interferência em ondas bidimensionais em um meio líquido.....	45
Unidade XV: Grandezas elétricas e principio de funcionamento de instrumentos de mediação elétrica.....	49
Unidade XVI: Associação de resistência elétricas em serie e em paralelo e medida das grandezas tensão, resistência e corrente em circuitos séries e paralelos.....	55
Referências	59

Introdução

Na maioria das atividades proposta para alunos ou mesmo profissionais, em particular professores de Ensino Médio, a melhor maneira de aprender é fazer. Os livros e revistas em geral, sempre colocam dicas de como fazer alguns experimentos, chamando sempre a atenção dos alunos para um determinado fenômeno, fornecendo uma sólida base de apoio nas aulas propostas. Porém nós só assimilamos verdadeiramente os conhecimentos e as dicas, quando colocamos em prática as teorias. 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 da maior importância do método científico, é a experimentação. Se nosso trabalho foi bom, outros também poderão aprender com ele, mas, para isso, devemos apresentá-lo de maneira adequada.

Com isso, a equipe do Projeto Arquimedes que trabalha na área de Ensino de Física, propõe um conjunto de experimentos de Física programado para acompanhar o conteúdo dos livros didáticos utilizados pelos alunos e professores do Ensino Médio. O Laboratório proposto pelo projeto Arquimedes proporciona aos professores de Ensino Médio a vivência de um dado fenômeno, tornando, mas fácil à assimilação e compreensão das teorias físicas estudadas em questão.

As praticas experimentais 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.

Para a realização e Montagem dos Experimentos, o conteúdo foi distribuído da seguinte maneira;

- Mecânica: **Prof.Dr. Yuri Expósito Nicot**
Monitor: Audilene, José Nildon
- Termodinâmica: **Prof^ª. Dra. Josefina Barrera Kalhil**
Monitor: Arthur, Anita
- Eletricidade: **Wilfredo Falcón Urquiza**
Monitor: Mônica, Darlan
- Apoio: Esp. Prof^ª. Luciana da Cunha Ferreira

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(s).
- Equação de trabalho e principais dependências a comprovar.
- Magnitudes que irão determinar algumas medidas direta e indireta;
- Descrição experimental.

b) Desenvolvimento da atividade: O estudante deve cumprir as tarefas experimentais que aparecem no folheto.

c) Resultados e Conclusões sobre o relatório: A discussão será oral e os estudantes irão utilizar um método expositivo onde devem contemplar os alguns aspectos:

- Resultados teóricos esperados.
- Resultados experimentais (gráficos cálculos ou parâmetros, comprovação de dependências, etc.).
- Comparação dos resultados teóricos com os experimentais se for o caso.
- Conclusões às que se chegam com os elementos da Teoria de erros.

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

Os experimentos deverão seguir o seguinte roteiro

1- Título do Experimento:

2- Objetivo: É importante notar que o objetivo que se expõe será referido ao fenômeno físico ou lei que se estuda nos experimentos, demonstrando sua importância e a apresentação.

3- Desenvolvimento: Um resumo da teoria na qual se fundamenta o experimento, habilidades, manipulação de leitura de escalas etc.

4- Descrição sobre a montagem Experimental: Mostra um esquema sobre a montagem do experimento, descrevendo materiais e instrumentos utilizados, adotando sempre os valores coletados de cada equipamento.

5- Confecção de Escalas Lineares e Construção de gráficos: Cálculo de parâmetros aplicarem métodos lineais e de mínimos quadrados para o ajuste das retas.

6- Interpretação dos Resultados: A apresentação dos dados experimentais e os tratamentos de dados serão necessários colocar em tabelas não esquecendo de colocar as unidades de medidas, e por fim apresentar os cálculos, gráficos etc.

7- Fundamento Teórico: Uma informação concisa e objetiva de como foi realizado o experimento. Dedução ou exposição das principais equações dos cálculos explicando a essência das leis ou fenômenos que serão comprovados.

8- Tarefas experimentais: É necessário realizar para dar cumprimento aos objetivos.

9- Conclusões: Nesta parte é feita a apresentação dos resultados do experimento. Através da análise e descrição esses resultados, indicando as fontes de erros e apresentando algumas sugestões sobre o experimento.

10- Anexo: Se explica o método dos mínimos quadrados para o ajuste dos gráficos, mostrando as diferentes curvas, delineando as diferentes retas.

UNIDADE I

1- TÍTULO: Estudo do movimento de queda livre.

2-OBJETIVO: Comprovar as características fundamentais e calcular a aceleração do movimento, desenvolvido por um corpo abandonado a partir de uma determinada altura, através das medições dos intervalos de tempo para deslocamentos diferentes na direção vertical.

3- INTRODUÇÃO: O movimento que ocorre nas proximidades da superfície da Terra (ou no vácuo) com direção vertical é considerado movimento de Queda Livre, desde que seja desprezada a resistência do ar. Neste tipo de movimento a aceleração é constante, denominada aceleração da gravidade (g) e adota o valor aproximado de 10 m/s^2 . Ao deixar cair uma bola e uma folha de papel de uma mesma altura e ao mesmo tempo, observamos que a bola chega ao chão muito mais rápido que o papel. Ao repetir o mesmo procedimento amassando o papel e fazendo com ele uma bola compacta observa-se que ambos cairão ao chão quase ao mesmo tempo. De acordo com esse pequeno conceito, responda;

- Quais as causas você pode contradizer essa afirmação?
- Se eliminarmos estas causas, como poderíamos justificar tal fenômeno?
Exemplo: Um objeto é abandonado, a partir do repouso de certa altura e, em queda livre, atinge o solo após 5 s. Determine:
 - a) A altura de onde o objeto foi abandonado.
 - b) A velocidade com que o objeto atinge o solo. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: Na Queda Livre valem as equações do Movimento Uniformemente Variado, pode-se considerar a aceleração positiva em movimento de queda e negativa em movimento de lançamento vertical.

5- MATERIAIS E INSTRUMENTOS: Deverá possuir um trilho com graduação que permita a medida da altura de seus quatro sensores em relação a um plano de referência, bem como a movimentação dos mesmos para o mapeamento dos tempos, posições, velocidades e determinando assim a aceleração desenvolvida. Este aparelho deverá utilizar as funções tempo de passagem por um sensor, analisando o tempo de passagem entre sensores, tempo de passagem entre solenóide e velocidade instantânea e o instante de passagem para a velocidade média, aceleração de queda livre presentes no processador eletrônico digital.

6-ADVERTÊNCIA SOBRE O USO DO EQUIPAMENTO: O processador eletrônico digital realizará o controle, recolhimento e armazenamento dos dados experimentais. Seus acessórios deverão ser colocados iniciando pelo coletor de corpos em queda até o solenóide. A fixação dos acessórios é realizada por meio de parafuso recartilhado e reentrância no trilho que permite a livre fixação destes na posição que se desejar. A conexão dos solenóides e sensores é realizada no painel traseiro do timer.

7- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: Determinar a aceleração da gravidade (g) para esferas de densidades iguais com diâmetros diferentes (D), observe;

- Fixe uma altura (h) em sua instalação (consulte com o professor);
- Meça o diâmetro das esferas de aço;
- Meça o tempo que demoram em cair da altura fixada (h);

- Anote suas medições de forma clara, por exemplo;

Tabela I – Determinar a aceleração da Gravidade.

Medições	$D_1=$	$D_2=$...	$D_N=$
i	t_i (s)	t_i (s)		t_i (s)
1				
2				
.				
N				

- Calcule o tempo médio (\bar{t}) de queda de cada esfera e a partir deste, o valor médio da aceleração da gravidade (g).
- Construa um gráfico do tempo de queda x altura, registrando o tempo e a posição que a esfera passa por cada sensor no trilho.
- Compare os valores da aceleração da gravidade obtidos nos exercícios anteriores com o valor mostrado para a cidade de Manaus (Ver tabela no laboratório).

UNIDADE II

1. TÍTULO: Estudo do movimento retilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

2. OBJETIVO: Comprovar as características fundamentais do movimento retilíneo uniformemente acelerado através das medições dos intervalos de tempo em que se move um corpo entre diferentes posições para um mesmo deslocamento.

3. INTRODUÇÃO: A cinemática é a parte da mecânica que estuda o movimento dos corpos sem atender às forças que o cumprimentam. O movimento retilíneo uniforme e acelerado é estudado pela cinemática, sendo um movimento fácil de encontrar na natureza, este se manifesta quando a ação de uma força modifica o estado de movimento dos corpos, onde a velocidade pode variar e a aceleração permanece constante. Os automóveis e sistemas físicos em movimento de translação é um exemplo de corpos que se move com movimento acelerado, este pode ser também retardado ou retrógrado e é uma manifestação da existência das forças de atrito sobre corpos, que tende a diminuir a velocidade tendendo a zero, em algumas ocasiões.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: O Movimento Uniforme Acelerado é todo movimento que ocorre com aceleração escalar constante e não nula, sendo o produto da ação de uma força. No Movimento Uniformemente Variado (M.U.V.) tanto a posição quanto a velocidade é variável.

No Movimento Uniformemente Variado temos três equações, sendo que a equação das

posições é de segundo grau: $S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{\alpha \cdot t^2}{2}$ (1), onde:

S = Posição final; t = tempo;
 S₀ = Posição inicial; α = aceleração.
 V₀ = velocidade inicial;

A equação da velocidade é de primeiro grau: $V = V_0 + \alpha \cdot t$ (2), onde:

V = velocidade final; α = aceleração;
 V₀ = velocidade inicial; t = tempo

$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot \alpha \cdot \Delta S$ (3), onde:

V = velocidade final; ΔS = deslocamento.
 V₀ = velocidade inicial;
 α = aceleração;

5. MOVIMENTO RETARDADO: Ocorre quando a velocidade e aceleração têm sinais diferentes.

Exemplo: Um motorista está em seu automóvel a uma velocidade de 90 km/h. Em um dado instante percebe um obstáculo na estrada, tendo que parar seu veículo em 10 segundos. Qual aceleração média deve ser aplicada aos freios a fim de parar o carro? Classifique o tipo de movimento como acelerado ou retardado.

Dados:

$$V_0 = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Variação de velocidade: } \Delta V = V - V_0 = 0 - 25 = -25 \text{ m/s}$$

$$V = 0 \text{ (o automóvel deve parar)}$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$\text{Aceleração média: } \alpha_M = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-25}{10} = -2,5 \text{ m/s}^2$$

O movimento é retardado, pois a velocidade inicial e a aceleração média têm sinais diferentes: a velocidade inicial é positiva e a aceleração média é negativa.

6. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS: Deverá permitir a obtenção dos tempos de passagem através de cada um dos sensores do processador eletrônico digital, deverá ainda permitir a determinação da aceleração através da obtenção dos tempos correspondentes, entre dois sensores em um único movimento, para a realização do seu cálculo e leitura direta do valor da aceleração no mostrador do processador Trilho, sensores, solenóide (eletroímã), esfera.

7. ADVERTÊNCIA SOBRE O USO DO EQUIPAMENTO: A observação deste tipo de movimento a velocidade da esfera deve aumentar, para que isto ocorra, o trilho deverá estar inclinado de forma que a esfera possa ter a aceleração como mostra na figura abaixo.

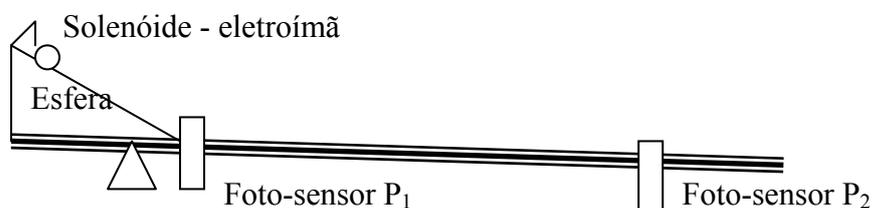


Figura 01

O Timer possui duas entradas para os sensores (P₁ e P₂) e uma entrada para o solenóide. Na figura anterior é representado como os sensores deverão ser ligados no timer. O primeiro sensor deve ser encaixado na entrada P₁ e o segundo sensor na entrada P₂. A experiência poderá ser realizada utilizando as funções de recolhimento de dados Temporizador I e Temporizador II.

TEMPORARIZADOR I: Recolhe o tempo de passagem de um corpo pelo sensor, dessa forma pode-se determinar a velocidade na posição que o sensor está posicionado realizando o quociente entre o comprimento e o tempo de passagem.

TEMPORARIZADOR II: Nesta função a passagem de um corpo pelo sensor P₁ abrirá a contagem de tempo e a passagem pelo sensor P₂ terminará a contagem de tempo. Logo se obtêm os intervalos de tempo decorrentes da movimentação de um corpo entre os sensores. Realizando diversas medidas alterando a posição do sensor P₂ podem investigar a relação entre o deslocamento e o tempo.

8. MONTAGEM E REALIZAÇÃO: Comprovação do valor constante da aceleração do movimento uniformemente acelerado. Calculo da velocidade.

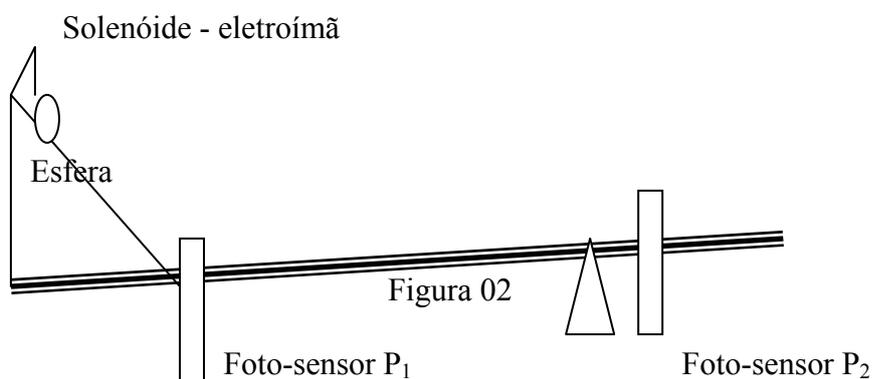
1. Nivele o trilho de maneira que a velocidade da esfera aumente.
2. Deixe cair a esfera pelo trilho a partir do repouso.
3. Anote na tabela o tempo em que a esfera passa pelo sensor P₁ e por o sensor P₂. Repita a experiência 5 ou mais vezes.
4. Meça a distância (S) entre o sensor P₁ e o sensor P₂. Anote seu valor na tabela.
5. Calcule a velocidade da esfera ao passar por cada sensor e compare os resultados obtidos.
6. Calcule a aceleração da esfera em todo seu movimento pelo trilho.

Tabela II – Valores constantes da aceleração

Para $d_{\text{esfera}} = 1\text{cm}$		Para $S =$	
T_1 (s)	V_1 (m/s)	T_2 (s)	V_2 (m/s)

Observação e estudo do movimento uniformemente retardado:

A montagem do equipamento para observação desse tipo de movimento são os mesmos realizados para o caso anterior do MRUA, com exceção do nivelamento do trilho que deve ser inclinado conforme representa a figura abaixo;



1. Nivele o trilho de maneira que a velocidade da esfera diminua.
2. Deixe cair a esfera pelo trilho a partir do repouso.
3. Anote na tabela o tempo em que a esfera passa pelo sensor P_1 e pelo o sensor P_2 . Repita a experiência 5 ou mais vezes.
4. Meça a distância (S) entre o sensor P_1 e o sensor P_2 . Anote o valor na tabela.
5. Calcule a velocidade da esfera ao passar por cada sensor comparando os resultados obtidos.
6. Calcule a aceleração da esfera em todo seu movimento pelo trilho

Tabela III – Densidade e velocidades da esfera

Para $d_{\text{esfera}} = 1\text{cm}$		Para $S =$	
T_1 (s)	V_1 (m/s)	T_2 (s)	V_2 (m/s)

UNIDADE III

1. TÍTULO: Oscilações Livres

2. OBJETIVOS: Através da análise gráfica de dados determinar a constante elástica de uma mola helicoidal.

3. INTRODUÇÃO: Uma das técnicas utilizadas por profissionais das mais diversas áreas é a construção e interpretação de gráficos.

A utilização de gráficos constitui uma maneira fácil de ter uma visualização do comportamento das variáveis do fenômeno estudado, além de muitas outras informações. As técnicas de construção de gráficos são extremamente úteis quando se quer fazer uma comparação entre dados experimentais e teóricos. Isto pode ser realizado de duas maneiras:

- Através do gráfico traçado a partir de dados experimentais, estabelecendo uma relação matemática entre as variáveis;
- Pode traçar as curvas teóricas e experimentais num mesmo sistema de eixos e então compará-las.

É ainda através de gráficos que se determinam com mais facilidade os diversos coeficientes ligados às propriedades de certos materiais ou se encontram parâmetros para situações particulares. De acordo com a natureza da relação entre as grandezas envolvidas, os gráficos podem ser feitos em papel milimetrado, mono-log, di-log, além de outros com padrões especiais.

O movimento oscilatório ou vibracional constitui um dos principais tipos de movimentos encontrados na natureza. Ele desperta muito interesse científico pelo fato de que muitos sistemas físicos vibram ou oscilam na natureza. Os átomos nas moléculas ou em uma rede cristalina, as moléculas do ar quando atingidas por uma onda sonora, ou as rápidas oscilações dos elétrons numa antena transmissora ou receptora, são exemplos de movimento oscilatório. Nesta experiência, o sistema oscilatório consistirá de uma mola presa em uma de suas extremidades.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: Determinação da constante elástica pelo método dinâmico.

5. MATERIAL NECESSÁRIO:

mola
 porta-peso de *10g*
 5 massas de *50g*
 régua milimetrada com dois cursores

hastes
 prendedores
 garras de montagem
 cronômetro

6. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

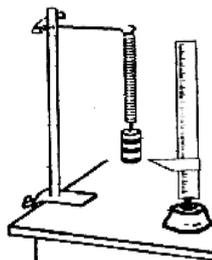


Figura 03 – Sistema massa-mola.

1. Monte o sistema massa-mola de acordo com a Fig.II-1. Adote o referencial do seu sistema com um cursor da régua na extremidade da mola.
2. Começando com uma massa de $50g$ no porta-peso¹, determine o período do sistema massa-mola da seguinte forma: adotando uma amplitude da ordem de $3cm$, meça com o cronômetro o tempo correspondente a 10 oscilações completas, e divida o resultado por 10.
3. Repita este procedimento para outros quatro valores de massa.

7. TRATAMENTO DE DADOS: Construa uma tabela contendo os valores da massa e do período no Sistema Internacional de unidades.

1. Faça um gráfico em escala logarítmica e obtenha a função $T = f(m)$.
2. Compare a função obtida com a teórica, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, e obtenha o valor da constante elástica da mola.

Questões:

1. Que tipo de curva você obteve?
 2. Em quais pontos a energia cinética do sistema massa-mola é: (a) máxima, (b) mínima? Justifique suas respostas.
 3. Em quais pontos a energia potencial do sistema massa-mola é: (a) máxima, (b) mínima? Justifique suas respostas.
-

UNIDADE IV

1- TÍTULO: Força Centrífuga

A força centrífuga é uma força de inércia que aparece em todos os corpos que estão em um movimento curvilíneo, empurrando-os para fora da curva. Ela de suma importância no equilíbrio da natureza, tanto nos movimentos dos astros quanto nos movimentos das partículas. No movimento das órbitas dos planetas.

Todo objeto em movimento curvilíneo atuam três forças principais:

- A força centrífuga.
- Uma força real que equilibra a força centrífuga
- Uma força tangencial.

A força centrífuga tende a empurrar o objeto para fora de sua trajetória curva, na direção do raio da sua curva.

Quando aparece a força centrífuga nos movimentos curvilíneos, empurrando o objeto para fora da curva, que pode ser a componente radial de uma tensão, a componente radial da gravidade, uma força normal quando a força centrífuga empurra o objeto contra uma parede, como no caso da máquina de lavar, etc.

A força tangencial não cria nenhuma aceleração no objeto em trajetória curvilínea. No entanto ela pode ser sempre perpendicular ao raio da curva ela é a responsável a todos instante na mudança da direção no objeto mantendo-o na sua trajetória em curva.

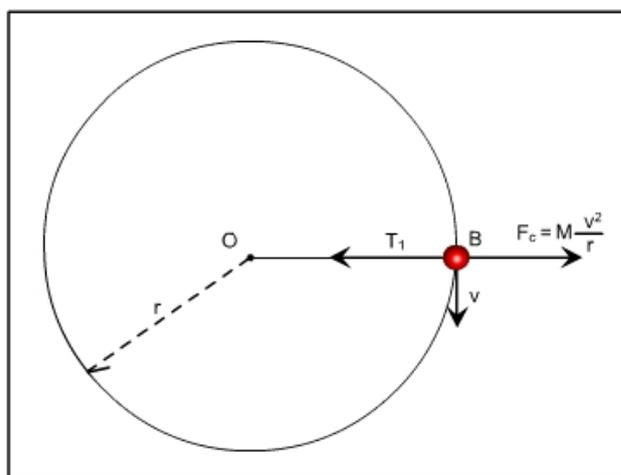


Figura 04

No plano de todo movimento de raio r , com o centro em O , com o objeto em movimento, devido a força tangencial, terá uma velocidade tangencial v constante. Essa força tangencial sempre perpendicular ao raio é a responsável pela mudança da direção da velocidade v a cada instante. O tempo T de uma rotação completa, para o movimento circular uniforme, de raio r e velocidade v , pode ser expresso pela fórmula:

T = Tempo que o objeto descreve uma volta completa

$$T = (2\pi r) / v \quad (1),$$

onde: $2\pi r = o$; comprimento do percurso feito pelo objeto durante uma volta completa.

Então podemos considerar a aceleração: $a = (2\pi v) / t \quad (2)$

De (1) e (2) teremos: $a = (2\pi v) / [(2\pi r) / v] \Rightarrow a = v^2 / r$

Essa fórmula de aceleração é a fórmula usada na força centrífuga, sendo:

$$F_{cf} = M \cdot a \Rightarrow F_{cf} = M \cdot v^2 / r$$

Vimos até aqui que a força que aparece nos movimentos circulares é a força centrífuga. Na dedução da aceleração centrífuga usamos: $2\pi r$ = Comprimento da circunferência para a circunferência, v = Módulo da velocidade tangencial do objeto.

Observamos que essa fórmula da aceleração não indica qual é o sentido da força;

$$F_{cf} = M \cdot a_{cf}$$

. Essa força aparece nos movimentos curvilíneos, como chegaremos à conclusão nos vários exemplos que daremos que essa é uma força real F_{cf} , de dentro para fora. A ciência deduziu esta mesma aceleração, definindo como se a força que aparece nos movimentos curvos fosse uma força centrípeta F_{cp} , de fora para dentro da curva. Ela usa a matemática dessa fórmula:

$$F = M \cdot v^2 / r$$

Nos movimentos curvilíneos denominando-a de força centrípeta. Ou seja, a ciência usa a matemática certa da força centrífuga como se fosse uma força centrípeta, que não existe.

UNIDADE V

1. TÍTULO: Estudo das funções de uma roldana fixa.

2. OBJETIVO: Comprovar as condições de equilíbrio em uma roldana fixa e calcular o valor das cargas necessárias para cumprir essa condição.

3. INTRODUÇÃO: Para que um corpo esteja sujeito a forças externas e permaneça em equilíbrio, é necessário:

- Que a soma de todas as forças que agem sobre o corpo seja nula;
- Que a soma dos momentos dessas forças com relação a um ponto seja nula.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: O estudo de uma roldana fixa pode ser realizado alterando o valor das cargas nos suportes e verificando que a única maneira de obter o equilíbrio é colocando massas iguais em cada extremidade do cordel. O dinamômetro pode ser utilizado para uma verificação quantitativa podendo-se constatar que a função de uma roldana fixa se restringe a alteração de sentido e direção de uma força sem alterar sua intensidade.

5. MATERIAIS E INSTRUMENTOS: Conjunto didático para estudo de máquinas simples.

- Polias, suportes metálicos com ganchos, dinamômetros de 2N, conjunto de massas aferidas.

6. ADVERTÊNCIA SOBRE O USO DO EQUIPAMENTO: A montagem para o estudo das funções de uma roldana simples necessita de uma base universal, meia haste com rebaiços e mufa, uma roldana simples, quatro massas aferidas, dois suportes para massas aferidas e um cabo.

7. MONTAGEM E REALIZAÇÃO: A base universal deve ser montada como mostra a figura e em seguida a meia haste com rebaiços deve ser encaixado na haste.

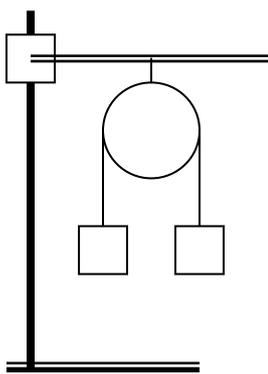


Figura 05

Coloque a roldana simples na meia haste com rebaiços por meio do gancho metálico existente no seu suporte metálico.

Nos suportes para massas aferidas coloque duas massas com mesmo valor. Prenda os suportes das massas no cabo e coloque-o sobre a roldana, como mostra a figura.

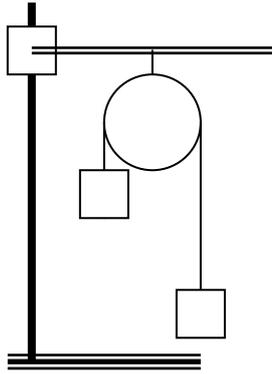


Figura 06

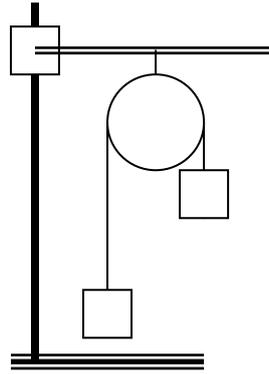


Figura 07

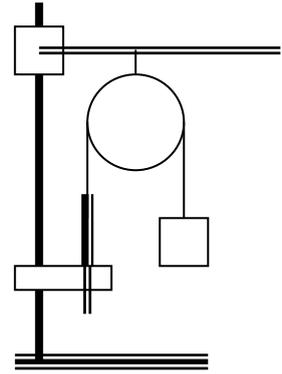


Figura 08

Anote suas medições de forma clara, por exemplo:

Tabela IV: Medidas com o dinamômetro

Medições i	m₁	m₂	F₁	F₂
	kg	kg	N	N
1				
2				
·				
N				

Compare os valores da força medida com o dinamômetro e a força de gravidade ou peso calculada para cada massa de forma independente.

UNIDADE VI

1. TÍTULO: Lei de Charles ($P=\text{const.}$).

2. OBJETIVO(S). “Verificar nas transformações isotérmicas dos gases é constante o produto de sua pressão pelo volume que ocupa”.

3. INTRODUÇÃO: Podemos imaginar um gás como sendo constituído por um grande número de moléculas que guardam grandes distâncias entre si, enquanto que os sólidos e os líquidos consistem de átomos e moléculas intimamente unidos. As moléculas de um gás movimentam-se através do espaço como uma saraivada de pequenas balas. De vez em quando colidem com as paredes do recipiente exercendo uma pressão momentânea. Essa sucessão de choques momentâneos é a pressão que empurra as paredes do recipiente onde o gás está contido. Todos os gases têm o mesmo comportamento quando estão bastante rarefeitos e se encontram a uma temperatura muito maior do que aquela em que se tornam líquidos. Para caracterizar o estado de certa massa gasosa é necessário o conhecimento de três grandezas: a pressão, o volume e a temperatura. Provocando-se uma variação em uma dessas grandezas, verifica-se que, em geral, as outras também se modificam e estes novos valores caracterizam um outro estado do gás. Dizemos que o gás sofreu uma transformação ao passar de um estado para outro. Todos os gases, principalmente os chamados gases nobre, quando sofrem transformações, obedecem a algumas leis.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: Esta lei, descoberta por Joseph Louis Gay-Lussac nos princípios do século XIX, relaciona linearmente a pressão e a temperatura de um gás ideal, se o volume se mantiver constante, i.e., $T \propto P$. Se a temperatura aumenta o mesmo acontece com a pressão e vice-versa. Suponha que a temperatura aumenta. Como o volume é mantido constante, o aumento de T provocará, pelas razões antes expostas, um aumento da pressão. Experimentalmente foi determinado que kV é inversamente proporcional ao volume, V , e directamente proporcional ao número de moles de gás n e a uma constante de proporcionalidade R , i.e., $kV = nR/V$.

ADVERTÊNCIAS SOBRE O USO DOS EQUIPAMENTOS

6. MONTAGEM E REALIZAÇÃO:

1. O dispositivo deve estar fixado em uma base universal como mostra a figura
2. Fixe o pistão na posição referente na escala de volume dois
3. Aloque a tampa da borracha para aprisionar a amostra gasosa.
4. Em uma expansão coloque o pistão na posição de volume um e em seguida trave o pistão através do dispositivo que se encontra na parte traseira do aparelho.

UNIDADE VII

1. TÍTULO: Comprovação da lei de Boyle –Mariotte (processo isotérmico $T=Const$).

2 OBJETIVOS(S): “Verificar nas transformações isotérmicas dos gases, é constante o produto de sua pressão pelo volume que ocupa”.

3. INTRODUÇÃO: Pretende-se verificar que à temperatura constante T_{amb} o volume é inversamente proporcional à pressão ($V=kT/P$). Para isto, aumenta-se a pressão do ar contido num sistema e volume variável e mede-se o volume correspondente a esta pressão. Repetindo este procedimento para várias pressões obtemos a dependência $V=kT/P$. sistema sem contar o cilindro com êmbolo (V_{ce}) é $V_0= V_{man}+V_{recip}$.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: Os estudos mais pormenorizados do comportamento dos gases ideais remontam ao Século dezessete. Em 1662 Robert Boyle descobriu uma lei que relaciona linearmente a pressão e o inverso do volume se a temperatura se mantiver constante. Em alguns países da Europa a descoberta desta lei é atribuída a Edme Mariotte que, no entanto, só publicou os seus trabalhos em 1676. Em grande parte da literatura, a lei é conhecida como Lei de Boyle- Mariotte e tem o seguinte aspecto: $T k PV = (1)$ Segundo (1), se o volume do recipiente que contém o gás aumenta, a pressão decresce e vice-versa. Por quê? Suponha que o volume aumenta. Isto significa que as moléculas têm mais espaço livre para percorrer e, portanto, a frequência dos choques com as paredes do recipiente diminui. Sendo assim, a pressão será menor. O processo inverso também se verifica. De que depende o valor de kT ? Experimentalmente foi determinado que kT é diretamente proporcional à temperatura, T , e ao número de moles de gás, $n=m/M$ (m -massa do gás, M - massa molar), $T nR k T T = , (2)$ em que RT , é uma constante de proporcionalidade.

5. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

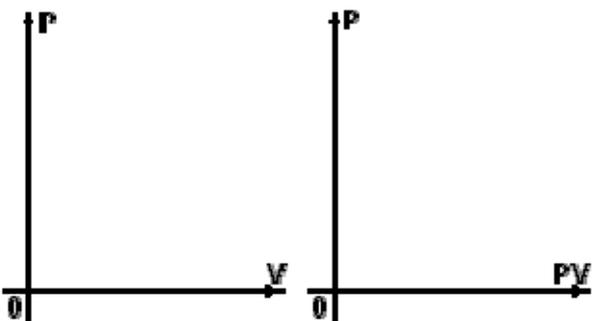
- Manopla
- Pistão
- Tampa
- Borrachas de vedação
- Cilindro
- Base

6. MONTAGEM E REALIZAÇÃO:

1. O dispositivo deve estar fixado em uma base universal como mostra a figura
2. Fixe o pistão na posição referente na escala de volume dois
3. Aloque a tampa da borracha para aprisionar a amostra gasosa.
4. Em uma expansão coloque o pistão na posição de volume um e em seguida trave o pistão através do dispositivo que se encontra na parte traseira do aparelho.
5. Leia vários valores de volume e pressão ao movimentar e fixar o pistão em diversas posições de volume até atingir o volume quatro.
6. Faça o gráfico de P vs V

Tabela V: Valores das medidas de P x PV

V (embelo)	V (total)	P	PV
20			
15			
10			
7.5			
20			
25			
30			
35			



7. Analise dos resultados obtidos.

UNIDADE VIII

1. TÍTULO: Reflexão do som.

2. OBJETIVO: O objetivo deste experimento é mostrar que quando vibram os objetos, eles produzem sons.

3. INTRODUÇÃO: Se você joga uma bola de borracha perpendicularmente contra uma parede, ela bate na parede e volta na mesma direção. Se a bola é jogada obliquamente contra a parede, depois de bater ela se desvia para outra direção. Nos dois casos a bola foi refletida pela parede. O mesmo acontece com as ondas sonoras. **Timbre:** o "documento de identidade" dos instrumentos

Todo instrumento musical tem o seu timbre, isto é, seu som característico. Assim, o acordeão e o violão podem emitir uma mesma nota musical, de mesma frequência e intensidade, mas será fácil distinguir o som de um e do outro. Na música, o importante não é a frequência do som emitido pelos diversos instrumentos, mas sim a relação entre as diversas frequências de cada um. Os, por exemplo, um dó e um mi são tocados ao mesmo tempo, o som que ouvimos é agradável e nos dá uma sensação de música acabada. Mas, se forem tocadas simultaneamente o fá e o sí, ou sí e o ré, os sons resultantes serão desagradáveis, dando a sensação de que falta alguma coisa para completá-las. Isso acontece porque, no primeiro caso, as relações entre frequências são compostas de números pequenos, enquanto no segundo, esses números são relativamente grandes.

Características das ondas

As ondas são caracterizadas pelos seguintes elementos:

- Amplitude – que vai do eixo médio da onda até o ponto mais alto de uma crista ou até o ponto mais baixo de um vale.
- Comprimento da onda – distâncias entre duas cristas sucessivas ou entre dois vales sucessivos.
- Frequência – números de ondas formadas em 1s; a frequência é medida em hertz: 1 Hz equivale a uma onda por segundo;
- Período – tempo gasto para formar uma onda. O período é o inverso da frequência.
-

Tipos de onda: Ondas como as do mar ou as que se formam quando movimentamos uma corda vibram nas direções verticais, mas se propagam na direção horizontal. Nessas ondas, chamadas ondas transversais, a direção de vibração é perpendicular à direção de propagação. Existem ondas que vibram na mesma direção em que se propagam: são as ondas longitudinais. Pegue uma mola e fixe uma de suas extremidades no teto. Pela outra extremidade, mantenha a mola esticada e puxe levemente uma das espirais para baixo. Em seguida, solte a mola. Você verá que esta perturbação se propaga até o teto produzindo na mola zonas de compressão e distensão.

Estudo do som: Encoste a mão na frente de seu pescoço e emita um som qualquer. Você vai sentir a garganta vibrar enquanto dura o som de sua voz. O som produzido resulta de um movimento vibratório das cordas vocais, que provoca uma perturbação no ar a sua volta, cujo efeito é capaz de impressionar o ouvido. Quando uma lâmina de aço vibra, ela também provoca uma perturbação no ar em sua volta. Propagando-se pelo ar,

essa perturbação produz regiões de compressão e distensão. Como nosso aparelho auditivo é sensível e essa vibração do ar, podemos percebê-las sob a forma de som.

Além das cordas vocais e lâminas de aço, existem inúmeros outros corpos capazes de emitir som. Corpos com essa capacidade são denominados fontes sonoras. Como exemplo, podemos citar os diapasões, os sinos, as membranas, as palhetas e os tubos.

Frequência do som audível: O ouvido humano só é capaz de perceber sons de frequências compreendidas entre 16Hz e 20.000Hz, aproximadamente. Os infra-sons, cuja frequência é inferior a 16Hz, e os ultra-sons, cuja frequência é superior a 20.000Hz, não são captados por nosso ouvido, mas são percebidos por alguns animais, como os cães, que ouvem sons de 25.000Hz, e os morcegos, que chegam a ouvir sons de até 50.000Hz.

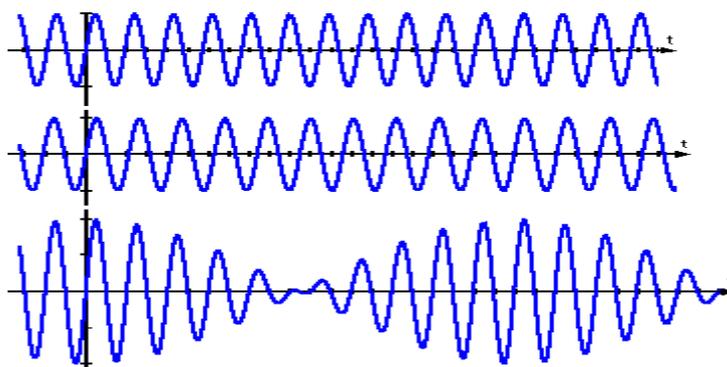


Figura 09

Propagação do som: O som exige um meio material para propagar-se. Esse meio pode ser sólido, líquido ou gasoso. O som não se propaga no vácuo, o q poder ser comprovado pela seguinte experiência: colocando um despertador dentro de uma campânula onde o ar é rarefeito, isto é, onde se fez "vácuo", o som da campainha praticamente deixa de ser ouvido.

Velocidade do som: A propagação do som não é instantânea. Podemos verificar esse fato durante as tempestades: o trovão chega aos nossos ouvidos segundos depois do relâmpago, embora ambos os fenômenos (relâmpago e trovão) se formem ao mesmo tempo. (A propagação da luz, neste caso o relâmpago, também não é instantânea, embora sua velocidade seja superior à do som). Assim, o som leva algum tempo para percorrer determinada distância. E a velocidade de sua propagação depende do meio em que ele se propaga e da temperatura em que esse meio se encontra. No ar, a temperatura de 15°C a velocidade do som é de cerca de 340m/s. Essa velocidade varia em 55cm/s para cada grau de temperatura acima de zero. A 20°C, a velocidade do som é 342m/s, a 0°C, é de 331m/s.

Na água a 20°C, a velocidade do som é de aproximadamente 1130m/s. Nos sólidos, a velocidade depende da natureza das substâncias.

Qualidades fisiológicas do som: A todo instante distinguimos os mais diferentes sons. Essa diferença que nossos ouvidos percebem se deve às qualidades fisiológicas do som: altura, intensidade e timbre.

Altura – mesmo sem conhecer música, é fácil distinguir o som agudo (ou fino) de um violino do som grave (ou grosso) de um violoncelo. Essa qualidade que permite distinguir um som grave de um som agudo se chama altura. Assim, costuma-se dizer

que o som do violino é alto e o do violoncelo é baixo. A altura de um som depende da frequência, isto é, do número de vibrações por segundo. Quanto maior a frequência mais aguda é o som e vice versa. Por sua vez, a frequência depende do comprimento do corpo que vibra e de sua elasticidade; Quanto maior a atração é mais curta for uma corda de violão, por exemplo, mais agudo vai ser o som por ela emitido. Você pode constatar também a diferença de frequências usando um pente que tenha dentes finos e grossos.

Intensidade – é a qualidade que permite distinguir um som forte de um som fraco. Ele depende da amplitude de vibração: quanto maior a amplitude mais forte é o som e vice versa. Na prática não se usa unidades de intensidade sonora, mas de nível de intensidade sonora, uma grandeza relacionada à intensidade sonora e à forma como o nosso ouvido reage a essa intensidade. Essas unidades são o bel e o seu submúltiplo o decibel (dB), que vale 1 décimo do bel. O ouvido humano é capaz de suportar sons de até 120dB, como é o da buzina estridente de um carro. O ruído produzido por um motor de avião a jato a poucos metros do observador produz um som de cerca de 140db, capaz de causar estímulos dolorosos ao ouvido humano. A agitação das grandes cidades provoca a chamada poluição sonora composta dos mais variados ruídos: motores e buzinas de automóveis, martelos de ar comprimido, rádios, televisores e etc. Já foi comprovado que uma exposição prolongada a níveis maiores que 80dB pode causar dano permanente ao ouvido. A intensidade diminui à medida que o som se propaga ou seja, quanto mais distante da fonte, menos intenso é o som.

Timbre – imagine a seguinte situação: um ouvinte que não entende de música está numa sala, ao lado da qual existe outra sala onde se encontram um piano e um violino. Se uma pessoa tocar a nota dó no piano e ao mesmo tempo outra pessoa tocar a nota dó no violino, ambas com a mesma força os dois sons terão a mesma altura (frequência) e a mesma intensidade. Mesmo sem ver os instrumentos, o ouvinte da outra sala saberá distinguir facilmente um som de outro, porque cada instrumento tem seu som caracterizado, ou seja, seu timbre.

Podemos afirmar, portanto, que timbre é a qualidade que nos permite perceber a diferença entre dois sons de mesma altura e intensidade produzidos por fontes sonoras diferentes.

UNIDADE IX

1. TÍTULO: Verificação experimental da Lei de Ohm.

2. OBJETIVO: Verificar a Lei de Ohm fazendo medições de Resistência, Tensão e Corrente em um circuito.

3. INTRODUÇÃO: Você já conhece grandezas como corrente, tensão e resistência e sabe fazer medições de estas grandezas em circuitos. Teoricamente há uma relação entre estas três grandezas e que está definida mediante a Lei de Ohm. Nesta prática você, fazendo medidas demonstrara experimentalmente o cumprimento de esta lei.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA: George Simon Ohm, físico e professor alemão observaram que se aumentar a diferença de potencial em um circuito, maior é a intensidade da corrente elétrica; também comprovou que ao incrementar a resistência do condutor, diminui a intensidade de corrente elétrica.

De acordo com suas observações, em 1820 enunciou a seguinte lei que leva seu nome: a intensidade da corrente elétrica que circula por um condutor em um circuito é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicado a seus extremos e inversamente proporcional à resistência do condutor.

Matematicamente esta lei se representa da seguinte maneira:

$$I = V/R, \text{ portanto } V = I.R \quad \text{Onde;}$$

- V = diferença de potencial aplicado aos extremos do condutor em volts (V).
- R = resistência do condutor em ohm (Ω).
- I = intensidade de quão corrente circula pelo condutor em amper (A).

Com acordo com essa equação a lei de ohm define a unidade de resistência elétrica da seguinte maneira:

- A resistência de um condutor é de 1 ohm se existir uma corrente de 1A, quando se mantém uma diferença de potencial de 1V através da resistência.

A lei de Ohm apresenta algumas limitações, observe;

1. Pode-se aplicar aos materiais condutores, mais não aos semicondutores.
2. Ao utilizar esta lei deve recordar-se que a resistência troca com a temperatura, pois todos os materiais se esquentam pelo passo da corrente.

Existem diferentes maneiras de **conhecer o valor de uma resistência**, veja a seguir;

- O valor impresso em elas.
- Medição com o Multímetro.
- O código de cores.
- Por meio do diagrama do circuito.

Tabela VI: Equivalência das cores de uma resistência.

Cor	Valor
Preto	0
Marrom	1
Vermelho	2
Laranja	3
Amarelo	4
Verde	5
Azul	6
Violeta	7
Cinza	8
Branco	9

Para determinar o valor de resistência pelo método do código de cores se considera: a primeira linha no resistor corresponde na primeira cifra no valor do resistor. A segunda linha é a segunda cifra. A terceira linha equivale ao número de zeros que vão a se agregar ao valor, e a quarta linha é a tolerância do resistor.

5. Materiais e Instrumentos:

- Multímetro
- Fonte de Alimentação
- Resistores

Advertência sobre o uso dos Equipamentos

- Lembre sempre fazer uma seleção de escala no multímetro que seja duas vezes superior ao valor esperado da medição, para evitar danos no aparelho.
- Antes de conectar a saída da fonte de alimentação no circuito, verifique o valor da tensão de alimentação a oferecer.
- Se vai a aumentar o valor da tensão de saída da fonte, desligue primeiro os pontos de alimentação do circuito.
- Para evitar o desperdício de sua bateria interna, o multímetro deve estar, sempre que não esteja utilizando-se, com o seletor de escalas na posição OFF.

6. Montagem e Realização:

- Determine o valor das 4 resistências que se entregam por sua nomenclatura (**Valor Nominal**). Anote os valores na Tabela VI.
- Posicione as pontas de prova do multímetro e coloque o seletor de escalas na posição de medição de resistência.

- Medir os valores de cada resistência utilizando o multímetro (**Valor Medido**). Para elo deve conectar as pontas de prova aos extremos da resistência da mesma forma que se representa na Figura VI. Lembre que se não conhece o valor da resistência deve iniciar a medição na escala maior e ir baixando, e lembre que na medição de resistências não se devem pegar as dois pontas de prova pela parte metálica com a mão porque se geram erros na medição. Anote os valores na TabelaVI.

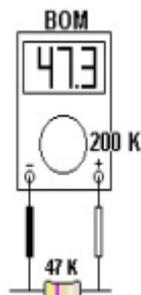


Figura 10

- Monte o circuito da Figura 10, alimentando com 5V da fonte. Faça uma interrupção no circuito para colocar as pontas de prova do multímetro. Anote os valores de corrente para cada valor de resistência na Tabela VII.
- Calcule o valor de resistência aplicando a Lei de Ohm ($R=V/I$) e anote os resultados na Tabela VII.

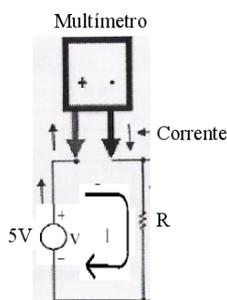


Figura 11

Tabela VII: Tabela dos valores nominais de R.

Resistência	Valor Nominal	Valor de R Medido	I	$R = V/I$ (V=5V)
R1=				
R2=				
R3=				
R4=				

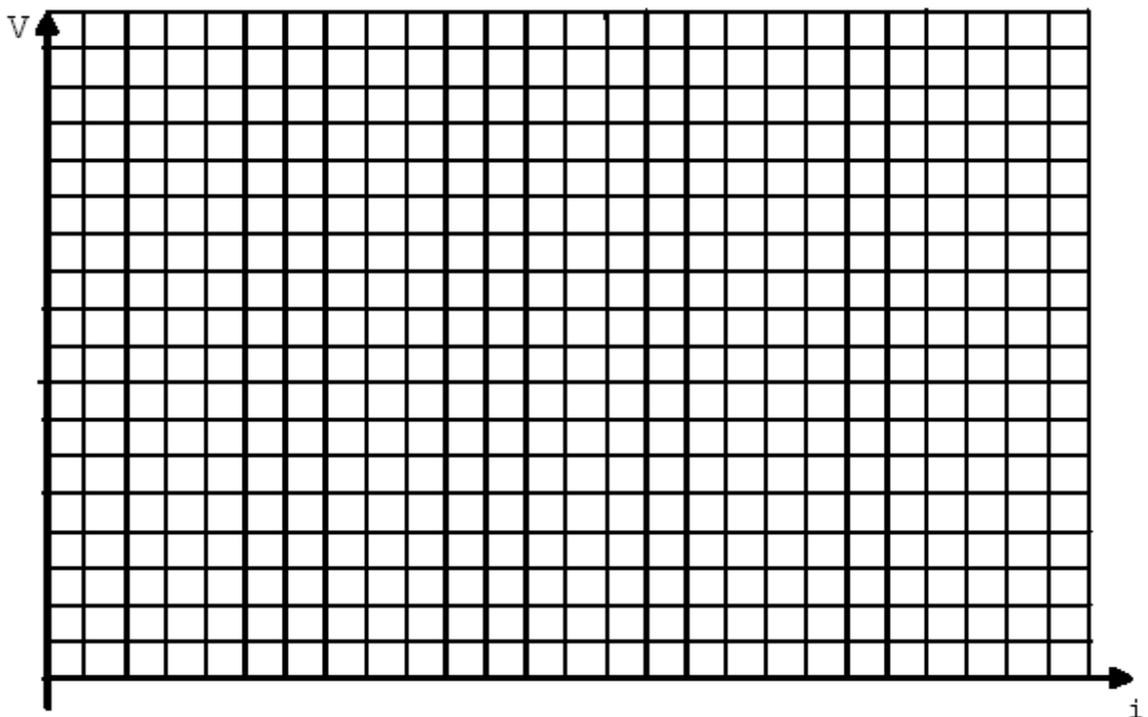
- Desligue o multímetro colocando o seletor na posição OFF.
- Selecione uma das resistências e faça a conexão da Figura 11. Faça 10 medições de corrente variando os valores da fonte de alimentação desde 12 Volts até 3 Volts com variações de 1 Volt. Anote os resultados das correntes obtidas para cada um dos valores de tensão na Tabela VIII.

Tabela VIII: Valores de corrente e fonte de alimentação

R =

V	I
12 V	
11 V	
10 V	
9 V	
8 V	
7 V	
6 V	
5 V	
4 V	
3 V	

- v- Na gráfica de baixo represente cada valor de tensão e a intersecção com a corrente medida. Risque uma linha unindo os pontos de intersecção obtidos.

**Conclusões:**

UNIDADE X

1. TÍTULO: Pulso – Frequência e comprimento de onda em um meio líquido.

2. **OBJETIVO:** Ao término das atividades, o aluno deverá ser capaz de:

- Produzir e reconhecer pulsos circulares e retos, num meio líquido;
- Produzir ondas periódicas, circulares e planas, numa cuba de ondas.

3. **INTRODUÇÃO:** Duas maneiras de entrarmos em contato com uma pessoa que reside numa cidade distante são: escrever uma carta ou dar um telefonema. A primeira escolha (a carta) está enquadrada na classe de "**partícula**". Um objeto material move-se de um ponto para outro conduzindo informação e energia. A segunda (o telefone) pertence à classe de "**onda**", que será tratada nesta unidade. Numa onda, a informação e a energia se deslocam de um ponto para outro, sem que qualquer objeto material faça aquela viagem. Na chamada telefônica, uma onda sonora conduz a mensagem de nossas cordas vocais ao telefone. De lá, a onda é eletromagnética, passando através de um fio de cobre ou de uma fibra óptica ou do espaço aberto, possivelmente através de um satélite de comunicação. No receptor final, há um outro curto caminho acústico para o ouvido da pessoa que atendeu a chamada.

Partícula e onda são os dois grandes pontos de sustentação disponíveis na Física Clássica e parecem capazes de associar quase todos os ramos do assunto uns com os outros. Os dois conceitos, no entanto são bastante diferentes. A palavra **partícula** sugere uma pequena concentração de matéria capaz de transmitir energia. A palavra **onda** sugere justamente o contrário, ou seja, uma larga distribuição de energia, preenchendo o espaço pelo qual passa.

4. **FUNDAMENTO TEÓRICO:** Ao gerarmos uma perturbação num meio líquido, a sua superfície livre se ondula e se propaga ao longo do plano determinado por ela. Os raios luminosos, provenientes da lâmpada, encontrando um meio líquido transparente com uma superfície curva, se refratam nestas lentes convergentes e divergentes formadas pelas cristas e ventres da onda mecânica formada na água.

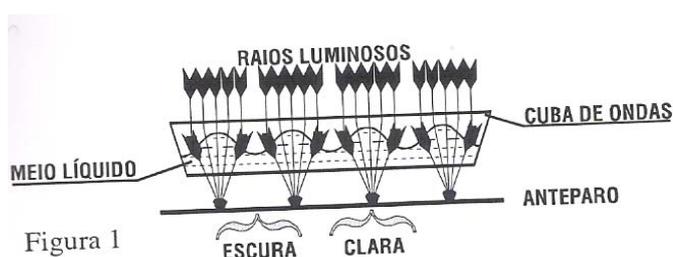


Figura 1

5. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

Cuba de ondas Cidepe (qualquer modelo) com:

- 01 mesa de sustentação multifuncional, dotadas de sapatas baixas (para ajuste no caso de ser depositada diretamente sobre retroprojetores) e parafusos para ajustes milimétricos do tanque do tanque;
- 01 cuba translúcida sem emendas;
- 01 vibrador (127 / 120 VAC)
- 01 tripé com mesa plana de 3mm de escala linear, escala de 0 a 120 graus, identificadores estratégicos A, B, C e D e sapatas niveladora amortecedoras;
- 01 suporte com uma ponteira simples;
- 01 conta-gotas;
- 01 escala projetável;
- 01 material instrucional;
- 01 retroprojektor;
- 225 ml de água com uma gota de deter gente que contenha tensoativo biodegradável.

6. ADVERTÊNCIAS SOBRE O USO DOS EQUIPAMENTOS: Cuidado ao ligar as fontes elétricas como a fonte de luz. O vibrador deve permanecer desligado até as instruções serem dadas.

7. MONTAGEM E REALIZAÇÃO EXPERIMENTAL:

- Execute a montagem conforme as Instruções básicas **1992.014**. Coloque 225 ml de água (com uma gota de detergente biodegradável) na cuba acrílica e a espalhe com os dedos, inclusive pelos cantos.
- Nivele a superfície da água através dos parafusos de ajuste fino, uniformizando o máximo possível a sua profundidade.
- Ligue **somente** a fonte de luz e focalize a escala sobre o anteparo escolhido.
- Coloque a ponteira simples no vibrador e ajuste a sua altura para tocar levemente na superfície líquida.
- Mantenha o vibrador desligado, até instruções em contrário.
- Projete o sistema no anteparo escolhido e provoque (com a conta gotas) um abalo no meio líquido deixando cair uma gota sobre a superfície da água.

Torne a gerar outros pulsos deixando cair, compassada mente, gotas no interior da cuba.

1) Descreva a forma do pulso formado na superfície líquida.

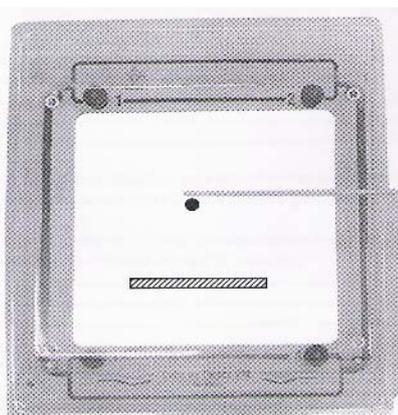
2) Com os pulsos se mantendo circulares, como você diria que se comporta a velocidade das frentes de onda e todas as direções? Justifique sua resposta.

3) Ligue o vibrador e regule a frequência para um valor médio. Descreva os tipos das ondas produzidas no meio líquido.

4) Procure desenhar o observado dando a orientação da propagação de ondas obtidas.

Desenhe, na figura 12, o fenômeno observado.

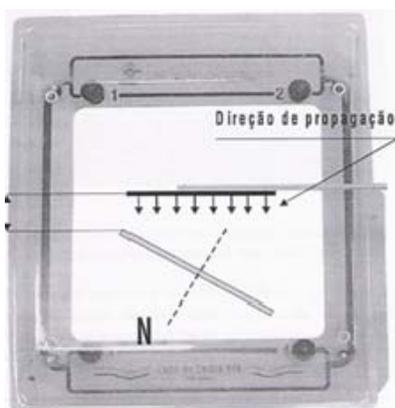
Figura 12



1. Relacione o observado (o ponto de origem real das ondas, o ponto de origem virtual das ondas refletidas e o anteparo reto) com o **ponto objeto**, o ponto imagem e o espelho plano.

2. Fixe a ponteira reta no vibrador de modo a penetrar uniformemente na massa líquida. Coloque o anteparo reto obliquamente à direção de propagação, umedecendo, com o dedo, as laterais da ponteira e do anteparo (figura 12).

Figura 13



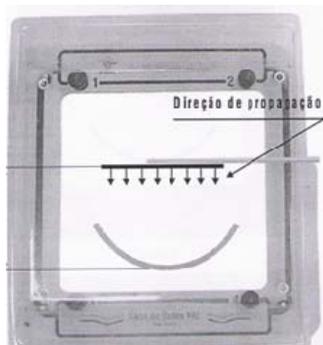
3. Observe o ângulo entre a direção de propagação das ondas incidentes e o anteparo. Identifique este ângulo como **ângulo de incidência**.

4. Observe o ângulo de propagação das ondas refletidas e o anteparo. Identifique este ângulo como **ângulo de reflexão**.

5. Compare o ângulo de incidência com o ângulo de reflexão e verifique a validade das leis de Snell referente ao espelho plano.

6. Troque o anteparo reto pela curva figura 13.

Figura 14

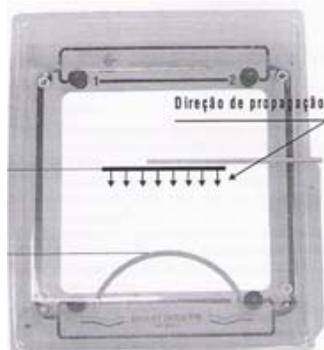


7. Ligue o vibrador e determine a distância focal do lado côncavo do anteparo.

8. Desligue o vibrador e gere um pulso circular no seu foco (pingando água sobre ele, com o conta-gotas). Observe e compare o ocorrido com o de uma fonte luminosa colocada no foco de um espelho côncavo.

9. Determine a distancia focal para o lado convexo figura 15.

Figura 15



10. Assinale no anteparo curvo um ponto de incidência p considerando a direção preferencial das ondas incidentes. Trace uma reta normal à superfície refletora, no ponto, e compare o ângulo formado pela direção das ondas incidentes com o ângulo formado pela direção das ondas refletidas.

11. Retire o vibrador e deixe cair, com o uso de conta-gotas, interespaçados nos focos dos anteparos colocados conforme as figuras acima.

12. Procure representar o observado nas figuras 16 e 17 e justificar, fisicamente, o ocorrido.



Figura 17

Figura 16



UNIDADE XII

1. TÍTULO: Refração de uma onda bidimensional num meio líquido.

2.OBJETIVOS: Ao termino desta atividade o aluno devera ser capaz de:

- Reconhecer que uma onda, ao passar de uma profundidade para outra, se refrata segundo as leis da refração;
- Verificar que a refração nem sempre é acompanhada do desvio na trajetória da onda, mas sim, da variação na velocidade de propagação;
- Determinar (dentro do desvio experimental) o índice de refração relativo do meio líquido em que se propaga a onda incidente em relação ao meio da retarda, devido à variação de profundidade.

3. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

- Cuba de ondas Cidepe com:
- 01 mesa de sustentação multifuncional, dotada de sapatas baixas (para ajustes no caso de ser depositada diretamente sobre retroprojetores) e parafusos para ajustes milimétricos do tanque;
- 01 cuba translúcida sem emendas;
- 01 vibrador (127/220 V AC);
- 01 tripé de mesas plana de 3 mm com escalar linear, escala de 0° a 120° (graus), identificadores estratégicos A, B, C e D e sapatas niveladoras e amortecedoras;
- 01 ponteira reta;
- 01 suporte com uma ponteira simples;
- 01 conta-gotas;
- 01 escala projetável;
- 500 ml de água com uma gota de detergente que contenha **tensoativo** biodegradável;
- 01 transferidor de graus.
- 01 material instrucional;
- 01 anteparo de vidro;
- 01 cronômetro ou relógio de pulso;
- 01 retroprojeter (se possível);

4. MONTAGEM E REALIZAÇÃO EXPERIMENTAL: Execute a montagem conforme as instruções básicas 1992.014, não considerando o uso do estroboscópio eletro-mecânico.

- Coloque 500 ml de água na cuba, espalhando-a com o dedo (inclusive nos cantos) e nivele a superfície da agu, uniformizando o máximo possível a sua profundidade.
- Acople a ponteira reta ao vibrador ajustando-a para penetrar levemente na superfície líquida.
- Mantenha o vibrador desligado até instruções em contrário.
- Coloque o retângulo de vidro no interior da cuba conforme figura 18, variando a profundidade do líquido.

Observação: sobre o vidro deve haver pouca profundidade, 1 a 2 mm, se necessário retire ou adicione um pouco de água com o uso do conta-gotas.



Figura 18

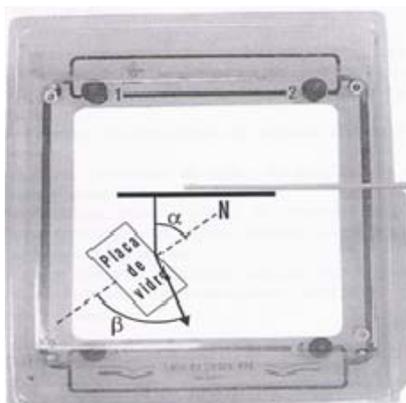
1) Ligue o vibrador mantendo a frequência baixa. Observe e compare a velocidade das ondas que atingem a região do vidro com velocidade daquelas que passam por fora desta região.

2) Procure reproduzir o observado na figura 18.

Colocando o transferidor de graus sobre o anteparo, de uma inclinação ao vidro, de modo a formar com a direção das ondas incidentes um ângulo α diferente de 0° .

Desenhe na figura 19 o observado.

Figura 19



3. Utilizando o transferidor de graus, determine o ângulo α de incidência formado entre a direção de propagação da onda incidente e a reta normal N ao vidro.

4. Determine o **ângulo de refração**, ângulo β formado entre a normal e a direção de propagação das ondas **refratadas** (aquelas que se propagam na parte mais rasa da água, sobre o vidro). Anote o valor do ângulo de refração β , encontrado por este processo.

5. Determine os valores do seno do ângulo de incidência α e o seno do ângulo de refração β .

6. Qual o significado físico entre o seno do ângulo α e o seno ângulo β ?

7. Reduza a frequência e observe o que acontece com o λ da frente de onda ao passar a linha divisória B. Procure justificar a sua observação.

UNIDADE XII

1. TÍTULO: Difração de ondas bidimensionais num meio líquido.

2. OBJETIVO: Ao término destas atividades o aluno deverá ser capaz de:

- Concluir que uma onda, após passar um obstáculo parcial, se curva e tenta contorná-lo, fenômeno conhecido como difração.
- Verificar que, na parte de trás do anteparo, as ondas são escassas;
- Interpretar a escassez de ondas, na parte traseira do obstáculo, como a “sombra” do objeto;
- Verificar que para um objeto de dimensões fixas, a difração será um tanto maior quanto maior for o comprimento de onda da onda incidente;
- Verificar que, para uma onda incidente com λ fixo, a difração em uma fenda será um tanto maior quanto menor for a abertura da mesma.

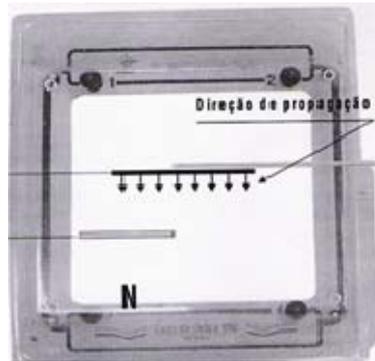
3. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

- Cuba de ondas com:
- 01 mesa de sustentação multifuncional, dotada de sapatas baixas (para ajustes no caso de ser depositada diretamente sobre retroprojetores) e parafusos para ajustes milimétricos do tanque;
- 01 cuba translúcida sem emendas;
- 01 vibrador (127/220 V AC);
- 01 tripé de mesas plana de 3 mm com escalar linear, escala de 0° a 120° (graus), identificadores estratégicos A, B, C e D e sapatas niveladoras e amortecedoras;
- 01 ponteira reta;
- 01 conta-gotas;
- 01 escala projetável;
- 01 material instrucional;
- 02 anteparos retos 110 mm;
- 01 ponteira reta para vibrador
- 1 cronômetro ou relógio de pulso;
- 01 retroprojeter (se possível);
- 225 ml de água com uma gota de detergente que contenha **tensoativo** biodegradável;
- 01 transferidor de graus.

4. MONTAGEM E REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

- Execute a montagem conforme as instruções básicas 1992.014.
- Coloque os 225 ml de água na cuba, uniformizando o máximo possível a sua profundidade.
- Ligue somente a fonte de luz e focalize as ondas.
- Acople a ponteira reta ao vibrador e a ajuste para tocar levemente na superfície líquida.
- Mantenha o vibrador **desligado** até instruções em contrário.
- Com a ponteira e um anteparo reto (**figura 1**), ligue o vibrador em baixa frequência. Observando o fenômeno, represente na figura o comportamento da onda, antes e depois do anteparo reto.

Figura 20

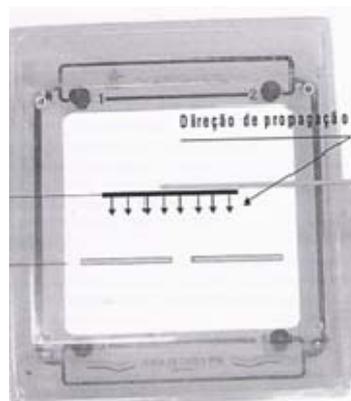


1. Comente fisicamente o resultado de suas observações.

2. Coloque dois anteparos retos, um ao lado do outro, deixando uma fenda de 10 mm de abertura entre eles figura 19.

3. Ligue o vibrador em baixa frequência e, observando a difração, aumente gradativamente a frequência da onda incidente.

Figura 21



4. Descreva o que você observa na direção em uma fenda de dimensões fixas, ao elevar a frequência da onda incidente.

5. Como ficaria sua resposta para o caso de diminuir a frequência da onda incidente?

6. Mantendo a abertura do item anterior, escolha uma frequência em que a difração se torna bem visível e fixe-a. Com a frequência fixa, aumente a fenda de 5 em 5 mm e comente o observado na difração.

7. Considerando constante a frequência da onda incidente, o que você constata quando a abertura da fenda diminui?

8. Com base em suas observações, discuta a validade da seguinte afirmação: “Quanto maior a razão λ /abertura da fenda, maior será a direção sofrida pela onda.”

UNIDADE XIV

1. TÍTULO: Interferências em ondas bidimensionais num meio líquido (experimento de Young).

2. OBJETIVO: Ao término desta atividade o aluno deverá ser capaz de :

- Citar o princípio de Huygens;
- Verificar o fenômeno da interferência na cuba de ondas;
- Identificar as linhas nodais da onda resultante de uma interferência.

3. MATERIAIS E INSTRUMENTOS:

- Cuba de ondas Cidepe com:
- 01 mesa de sustentação multifuncional, dotada de sapatas baixas (para ajustes no caso de ser depositada diretamente sobre retroprojetores) e parafusos para ajustes milimétricos do tanque;
- 01 cuba translúcida sem emendas;
- 01 vibrador (127/220 V AC);
- 01 tripé de mesas plana de 3 mm com escalar linear, escala de 0° a 120° (graus), identificadores estratégicos A, B, C e D e sapatas niveladoras e amortecedoras;
- 01 material instrucional;
- 01 conta-gotas;
- 01 escala projetável;
- 01 anteparo de vidro;
- 01 ponteira reta;
- 01 cronômetro ou relógio de pulso;
- 01 retroprojetor (se possível);
- 225 ml de água com uma gota de detergente que contenha **tensoativo** biodegradável;
- 01 transferidor de graus.

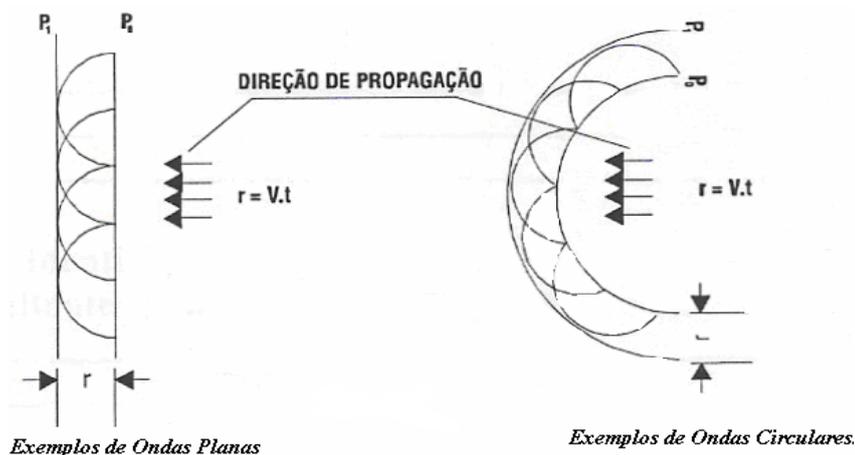
4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA: A figura 20 representa algumas frentes de onda; λ é a distancia entre duas regiões claras ou escuras; P_0 a posição da frente de onda que se propaga com velocidade v no instante t_0 .



Figura 22

Huygens viu a frente da onda formada por infinitos pontos e imaginou, cada um deles, como uma fonte de ondas circulares que se propagam com mesma velocidade v da onda.

Figura 23

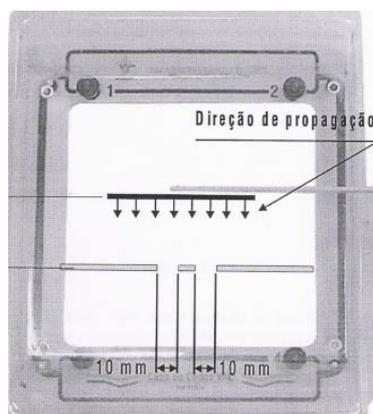


Logo num intervalo de tempo t , cada ponto gerará uma onda circular de raio $r = v \cdot t$. A curva que tangencia as ondas circulares geradas de raio $v \cdot t$ (figura 23) representará a nova posição P , ocupada pela **nova** frente de onda. Generalizando para as ondas em geral (tridimensionais): “Cada ponto de um frente de onda pode ser considerado como uma fonte pontual de ondas esféricas secundárias, cuja nova posição, ocupada pela frente de onda, num intervalo de tempo t , será a superfície que tangencia as ondas esféricas secundárias”. (princípio de Huygens).

5. MONTAGEM E REALIZAÇÃO EXPERIMENTAL: Execute a montagem conforme as instruções básicas 1992.014, colocando os 225 ml de água na cuba e uniformizando a sua profundidade.

- Acople a ponteira reta ao vibrador e ajuste de modo a tocar levemente a superfície líquida.
- Molhe (com o dedo) as superfícies laterais da ponteira e coloque os anteparos retos, conforme a figura 22, alinhando-as sobre a escala.

Figura 24



- Prenda, com fita adesiva, a escala na parte de baixo da cuba acrílica.
- Ligue o vibrador e varie a frequência de modo a obter uma boa difração em cada fenda.

1. Descreva a forma da onda após as fenda existentes no anteparo e desenhe na figura 22 o observado.

2. As frequências com que estas ondas abandonam as fendas são diferentes da frequência da onda **incidente**? Justifique sua resposta.

3. A velocidade de propagação das ondas secundárias é diferente da velocidade de propagação das ondas incidentes? Justifique sua resposta.

4. Considerando cada fenda como uma fonte pontual e compare-as entre si. Denomine as fontes que assim se comportam.

5. O que ocorre quando as ondas geradas pelas duas fontes coerentes se encontram?

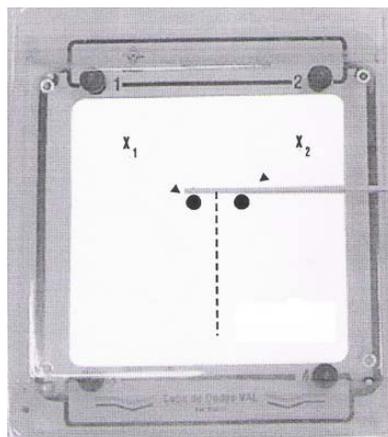
6. Quando se diz que a interferência entre duas ondas é construtiva ou destrutiva?

7. Identifique o aspecto das linhas nodais da onda resultante (pontos com amplitude mínima).

8. Observe que as fendas, funcionando como fontes coerentes, geram ondas circulares de mesma frequência e amplitude que, interferindo entre si, criam regiões de **interferências construtivas** (quando a crista de uma coincidir com a crista de outra ou o vale de uma coincidir com o vale da outra) e **interferências destrutivas** (quando coincidirem a crista de com o vale de outra).

Observação: Procure manter as distâncias das fendas iguais para que, visualmente, as formas das ondas refratadas também o sejam (não que isto elimine a possibilidade de interferência entre elas e sim, para melhorar o efeito visual). Remova a ponteira e os anteparos retos. Fixe a haste com ponteiras duplas ao vibrador (figura 23).

Figura 25

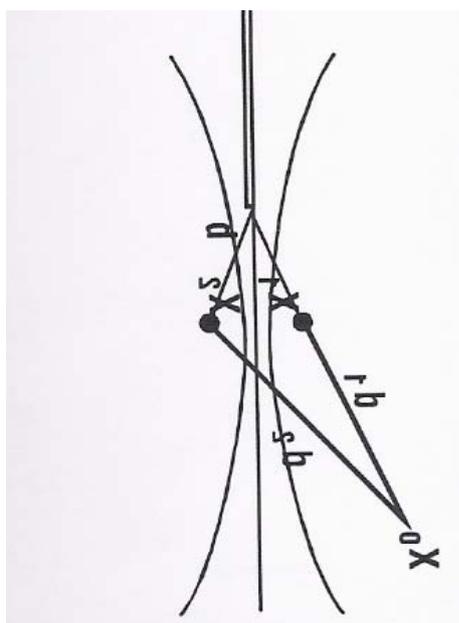


Estas ponteiras num meio líquido de profundidade constante, funcionando como fontes pontuais X_1 e X_2 , geram ondas circulares de mesmo comprimento de onda λ e de frequências iguais à do vibrador.

Ligue o vibrador e ajuste a sua frequência de modo a obter um bom efeito visual. Desenhe na Figura 23, o formato das **linhas nodais** da onda resultante obtida.

Observe que as linhas nodais obtidas pelos dois trens de onda, de mesmo λ , formam hipérbolas de interferências que possuem os pontos X_1 e X_2 como focos.

Figura 26



UNIDADE XV

1. TÍTULO: Grandezas elétricas e princípio de funcionamento de instrumentos de medição elétrica.

2. **OBJETIVO:** Caracterizar as grandezas elétricas (Tensão, Corrente e Resistência) e os instrumentos de medição destas grandezas.

3. **INTRODUÇÃO:** Você já está acostumado a utilizar grandezas para medir diversas coisas em seu cotidiano, por exemplo, sua altura, que é uma grandeza na qual se utiliza o metro (m) como unidade. Medir uma grandeza é compará-la com uma referência da mesma espécie. Existem grandezas relacionadas aos fenômenos elétricos e algumas delas são: a tensão, corrente e resistência elétrica. Você em alguns casos está diariamente em contacto com estas grandezas, por exemplo, a tensão elétrica. Esta é uma grandeza da qual você com certeza escuta falar no dia a dia: os aparelhos elétricos em sua casa, escola o trabalho podem ser ligados a 120V ou 220V, a bateria de seu automóvel tem normalmente 12V, as baterias de seu controle de TV são de 1,5V. Em todos esses exemplos está falando da magnitude da tensão elétrica.

Caracterizar as diferentes grandezas, fazer medidas de elas na prática e dominar o uso do multímetro e das fontes de alimentação é o principal objetivo desta prática.

4. **FUNDAMENTAÇÃO TEORICA:** O maior problema no entendimento das grandezas é que elas expressam fenômenos que a maioria das vezes são invisíveis a olho nu. Para entender as três grandezas elétricas, tensão, corrente e resistência, farão uma analogia com um fenômeno visível e concreto, o fluxo de água controlada por uma comporta em uma represa. Em uma represa, para que haja fluxo de água devem verificasse duas condições. A primeira é que deve haver uma diferença de nível de água para que dessa forma haja fluxo de água de onde há mais nível de água a onde há menos nível (si os niveles de água foram iguaes então não haverá fluxo). A segunda é que deve haver um caminho para que a água circule.

FIGURA 27



No caso de um circuito elétrico ocorre algo muito semelhante. Os condutores os cabos elétricos são o caminho de circulação da corrente. O fluxo no caso de um circuito é de corrente (fluxo de elétrons a través de um condutor) e o nível de água é comparado com a tensão. Para que haja circulação de corrente tem que haver diferença de nível de tensão. Esta diferença de nível de tensão se conhece como diferença de potencia (DPP). No exemplo da represa há uma comporta para regular o fluxo de água e quanto mais fechada está a comporta mais resistência haverá ao passo da água. No caso de um circuito, a resistência elétrica é a oposição que a corrente elétrica encontra para atravessar um meio condutor.

A força de gravidade da terra age sobre a água e gera esta tendência dela fluir para alcançar o equilíbrio. Da mesma forma, forças de repulsão e de atração entre as cargas elétricas, fazem com que elas tenham esta tendência de fluir para alcançar o equilíbrio.

Toda grandeza possui uma unidade de medida. Você se lembra que para medir sua altura utilizou o metro (m) como unidade, então:

- Para a tensão elétrica utilizamos como unidade o **volt**, cujo símbolo é representado pela letra **V**.
- Para a corrente elétrica utilizamos como unidade o **ampère**, cujo símbolo é representado pela letra **A**.
- Para a resistência elétrica utilizamos como unidade o **ohm**, cujo símbolo é representado como **Ω** .

Fazendo um resumo das três grandezas elétricas que estudamos quedaria:

Grandeza	Definição	Unidade	Símbolo
Tensão Elétrica	Diferencia de potencial entre dois pontos, conhecida como DPP.	Volt	V
Corrente Elétrica	Fluxo ordenado de elétrons. Só existirá corrente se houver a diferença de potencial.	Ampère	A
Resistência Elétrica	É a oposição à passagem da corrente elétrica.	Ohm	Ω

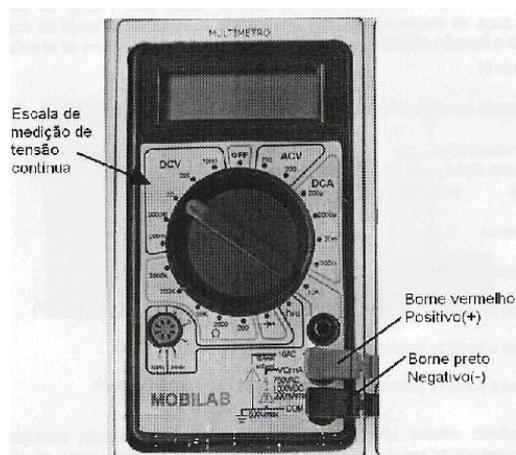
No caso da corrente e da tensão existe uma classificação de elas em contínuas (DC ou CC) e alternas (AC ou CA). A corrente contínua (DCA) é aquela que mantém sempre o mesmo sentido de circulação no transcurso do tempo e a corrente alternada (ACA) é aquela que muda seu sentido de circulação no transcurso do tempo. A tensão contínua (DCV) é aquela que mantém seu nível de amplitude constante no longo do tempo e a tensão alternada é aquela que varia seu nível de amplitude no transcurso do tempo. Estas grandezas no caso de ser medidas na linha elétrica de nossa casa o trabalho são grandezas de ALTERNADA e no caso de ser medidas em um circuito elétrico, depois da parte da fonte de alimentação, são consideradas grandezas contínuas.

A medição destas grandezas faz-se usando um multímetro e nas práticas de laboratório geralmente se usam fontes de alimentação para a geração das tensões. Em baixo se descreveram as características fundamentais do multímetro com que contamos no laboratório e da fonte de alimentação.

Existem dois tipos de multímetro: o analógico (de ponteiro) e o digital (de visor de cristal líquido). Cada um tem sua vantagem: o analógico é melhor para testar a maioria dos componentes enquanto o digital é melhor para medir tensões e testar resistores. No laboratório contamos com um multímetro digital igual ao da figura 2. Este multímetro possui um visor de cristal líquido o qual já indica o valor medido diretamente, um botão circular no meio (seletor de escalas) que é usado para se fazer a seleção da grandeza a ser medida e da escala a ser utilizada na medição.

Para medir tensão deve colocar o seletor de escala na zona de medição de tensão contínua (DCV), ou pode ser na posição de medição de tensão alternada (ACV), e lembre sempre selecionar uma escala superior ao valor esperado da medição (quando não se conhece o valor esperado deve-se colocar a escala superior e ir descendo).

Figura 28



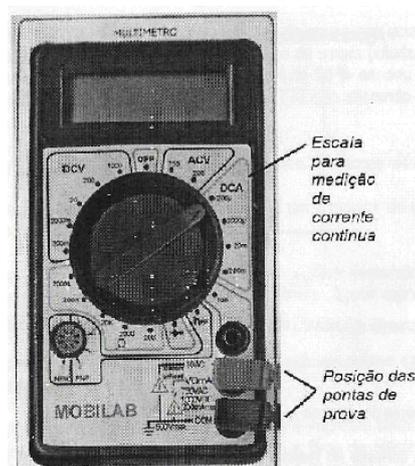
O multímetro também pode medir intensidades de correntes elétricas. Para elo deve colocar o seletor de escala na zona de medição de corrente contínua (DCA) e as pontas de prova.

Figura 29



No caso da medição de resistência deve-se colocar o seletor de escala na zona de medição de resistência indicada pelo símbolo Ω , e as pontas de prova da forma que indica a Figura 27.

Figura 30



Muitas vezes há a necessidade de se gerar certos parâmetros de forma a simular o funcionamento de dispositivos ou circuitos eletrônicos. Esses equipamentos, normalmente, têm nomes que referenciam o sinal que poderá estar disponível à saída, por exemplo, as Fontes AC ou DC (fornecem tensões para alimentação de dispositivos, circuitos ou equipamentos). As fontes de alimentação são equipamento que forneceram alimentação os circuitos. A conexão dessa alimentação será feita através de cabos apropriados.



Figura 31

5. MATERIAIS E INSTRUMENTOS:

- Multímetro
- Bateria
- Fonte de Alimentação
- Resistores

Advertência sobre o uso dos Equipamentos

- Lembre sempre fazer uma seleção de escala no multímetro que seja duas vezes superior ao valor esperado da medição, para evitar danos no aparelho.
- Antes de conectar a saída da fonte de alimentação no circuito, verifique o valor da tensão de alimentação a oferecer.
- Se vai a aumentar o valor da tensão de saída da fonte, desligue primeiro os pontos de alimentação do circuito.
- Para evitar o desperdício de sua bateria interna, o multímetro deve estar, sempre que não esteja utilizando-se, com o seletor de escalas na posição OFF.

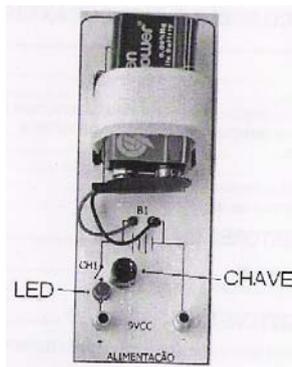
6. Montagem e Realização: Experiência 1 (Medição de Tensão)

1. Posicione as pontas de prova do multímetro conforme mostrado na figura 25.
2. Coloque o seletor de escalas, movendo-o para a direita, na posição 200 V (ACV).
3. Coloque as pontas de prova na tomada de alimentação de sua bancada.

Observação: Não toque na parte metálica da ponta de prova, apenas na parte isolante para não receber uma descarga elétrica e sofrer um acidente. Observe o valor medido e anote.

4. Agora posicione a seletor de escalas na posição 20V (DCV), movendo a direita.
5. Observe a Figura 6 e posicione a ponta de prova preta no pólo negativo de alimentação indicado na figura, e posicione a ponta de prova vermelha no pólo positivo de alimentação.

Figura 32

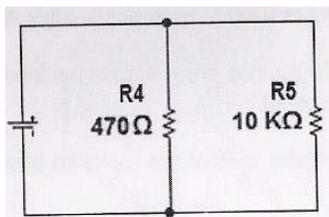


6. Aperte a Chave CH1 indicada na Figura 6 e observe no visor o valor indicado. Anote o valor.
7. Desligue o multímetro colocando o seletor na posição OFF.
8. Acaba de medir duas tensões elétricas, uma alterna e uma contínua.

Experiência 2 (Medição de Corrente)

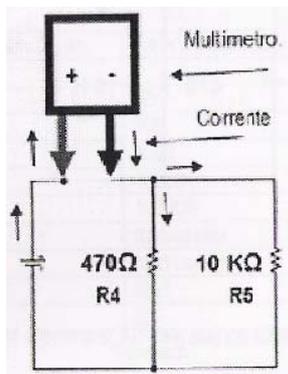
1. Monte o circuito da Figura 7, alimentando com 10V da fonte.

Figura 33



2. Faça uma interrupção no circuito para colocar as pontas de prova do multímetro.

Figura 34



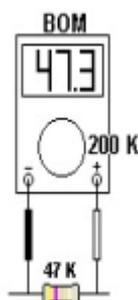
3. Gire o seletor de escalas até chegar no DCA, que representa medição de corrente contínua, no ponto 200m. Coloque as pontas de prova da mesma forma que se representa na Figura 8, observe no visor o valor indicado. Anote o valor.
4. Desligue o multímetro colocando o seletor na posição OFF.
5. Acaba de medir uma corrente contínua.

Experiência 3 (Medição de Resistência):

Dadas 5 resistências elétricas de diferente valor:

- vi- Posicione as pontas de prova do multímetro e coloque o seletor de escalas na posição de medição de resistência, conforme mostrado na Figura 4.
- vii- Pegue de uma em uma as resistências e faça a medição de seu valor. Para isso deve conectar as pontas de prova aos extremos da resistência da mesma forma que se representa na Figura 9. Lembre que se não conhece o valor da resistência deve iniciar a medição na escala maior e ir baixando, e lembre que na medição de resistências não se devem pegar as duas pontas de prova pela parte metálica com a mão porque se geram erros na medição.

Figura 35



- viii- Completa a Tabela de Baixo:

Resistor	Valor Medido	Valor Nominal
R1		--
R2		--
R3		--
R4		--
R5		--

- ix- Desligue o multímetro colocando o seletor na posição OFF.

Conclusões:

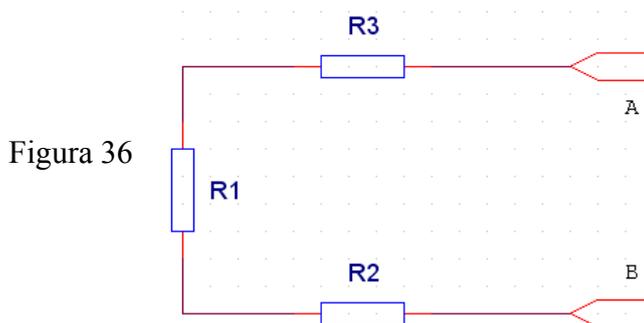
UNIDADE XVI

1. TÍTULO: Associação de resistências elétricas em série e em paralelo e medida das grandezas tensão, resistência e corrente em circuitos séries e paralelos.

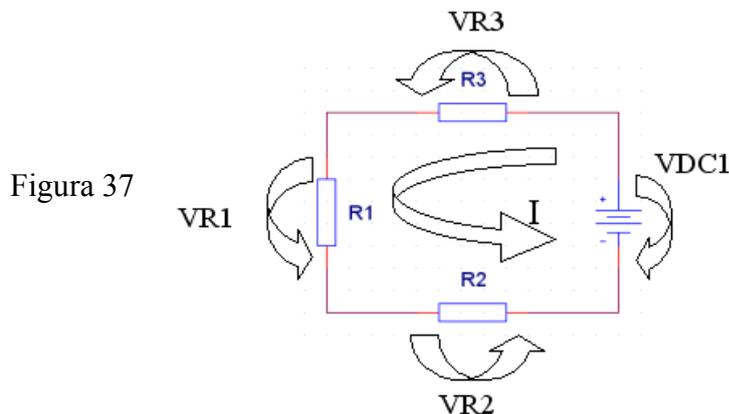
2. OBJETIVO: Descrever o comportamento das grandezas elétricas tensão, corrente e resistência, em circuitos resistivos séries e paralelos.

3. INTRODUÇÃO: Um circuito resistivo é aquele que só está formado por resistores. No processo de construção de circuitos eletrônicos poderá surgir a necessidade de um resistor cujo valor não esteja disponível comercialmente. Para a solução deste problema podem ser criadas associações de resistores de forma a se obter o valor desejado. Estas formas de associações de resistores podem ser em série ou em paralelo. Em esta prática poderá verificar o comportamento das grandezas elétricas tensão, corrente e resistência em circuitos resistivos séries e paralelos.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA: Sempre que se associem vários resistores em série (uno a continuação de outro e só unidos dos de elos por um ponto comum), por exemplo, o circuito mostrado na Figura 1, a resistência equivalente entre os pontos A e B (R_{AB}) é a soma dos valores individuais das resistências R1, R2 e R3 ($R_{AB} = R1 + R2 + R3$).



Outro elemento a considerar em um circuito série é que a corrente que circula a traves de cada resistor é a mesma, e se um resistor é danificado ou retirado no haverá circulação de corrente elétrica, pois o caminho de circulação foi interrompido. Se um circuito elétrico em série é alimentado com uma bateria ou fonte, o valor da tensão de alimentação será igual à soma dos valores das tensões de cada elemento do circuito. Por exemplo, se na Figura 1, colocamos entre os pontos A e B uma fonte de alimentação de 5V (VDC1), a soma dos valores das tensões em R1, R2 e R3 tem que ser igual teoricamente ao valor da fonte ($V_{DC1} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$). A um circuito fechado como este série com a fonte de alimentação se lê chama malha e existe uma Lei conhecida como Lei de Kirchoff que expõe que a soma de todas as tensões em uma malha é igual a zero ($V_{DC1} - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} = 0$). Para elo há que considerar o sinal da tensão em cada ponto, considerando que a soma das tensões positivas tem que ser igual a soma das tensões negativas Figura 37 onde o sentido da seta é de potencial + ao potencial. (Toda a tensão das setas em um sentido tem que ser igual às tensões das setas em sentido contraria).



No caso que se associem vários resistores como se representa na Figura 3 (unidos pelos extremos), se considera então que esta é uma associação paralela de resistores. Uma característica deste tipo de associação é que quando a corrente elétrica encontra um nó, ela divide-se, fazendo que por cada resistor passe uma corrente inversamente proporcional ao valor de sua resistência, e a soma delas é igual à corrente que chega a esse nó. Outra característica desta associação é que a tensão entre os extremos de cada resistor é a mesma. No caso das correntes, há uma Lei conhecida como Lei de Kirchoff de corrente que expõe: “a soma de todas as correntes em um nó é igual a zero”, e para ela se consideram as correntes que entram ao nó com sinal contrária às correntes que saem do nó, por ela, na Figura 3 se cumpre que $I = I_1 + I_2 + I_3$. A resistência equivalente de N resistores em paralelo se calcula como a divisão dos produtos de todas as resistências entre o valor da soma de todos os valores de elas, ou seja: $R_{eq} = (R1 \cdot R2 \cdot \dots \cdot Rn) / (R1 + R2 + \dots + Rn)$. No caso da Figura 37 a resistência equivalente entre os pontos A e B (R_{AB}) é igual a: $R_{AB} = (R1 \cdot R2 \cdot R3) / (R1 + R2 + R3)$. No caso de um paralelo de duas resistências se cumpre sempre que a resistência equivalente é menor que a menor das duas resistências.

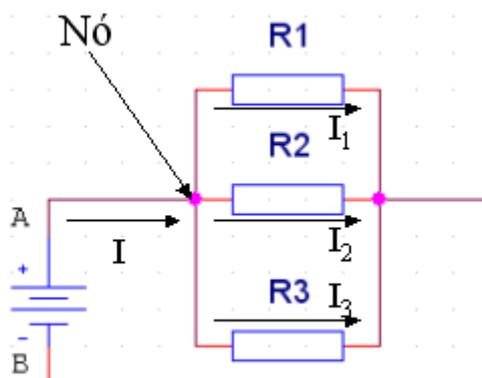


Figura 38

5. MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

- Multímetro
- Fonte de Alimentação
- Resistores

Advertência sobre o uso dos Equipamentos

- Lembre sempre fazer uma seleção de escala no multímetro que seja duas vezes superior ao valor esperado da medição, para evitar danos no aparelho.
- Antes de conectar a saída da fonte de alimentação no circuito, verifique o valor da tensão de alimentação a oferecer.
- Se vai a aumentar o valor da tensão de saída da fonte, desligue primeiro os pontos de alimentação do circuito.
- Para evitar o desperdício de sua bateria interna, o multímetro deve estar, sempre que não esteja utilizando-se, com o seletor de escalas na posição OFF.

6. MONTAGEM E REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

Experiência 1: (Associação de resistores em série)

9. Selecione três resistores do stock e calcule o valor de resistência equivalente de eles se estiverem conectados em série ($R_{eq}=R_1+R_2+R_3$). Anote o valor do cálculo.
10. Monte o circuito da Figura 1, e realize a medição com o multímetro da resistência equivalente entre os pontos A e B. Anote o valor medido.
11. Compare o valor calculado com o valor medido.
12. Conecte os bornes da fonte de alimentação entre os pontos A e B com uma tensão de 5V.
13. Ligue o multímetro e coloque na escala de 20V de tensão contínua (DCV).
14. Utilizando as pontas de prova meça a tensão em cada resistor observando a polaridade e anote os valores na Tabela IX.

Tensão de Alimentação	Tensão em R1	Tensão em R1	Tensão em R1

Tabela IX

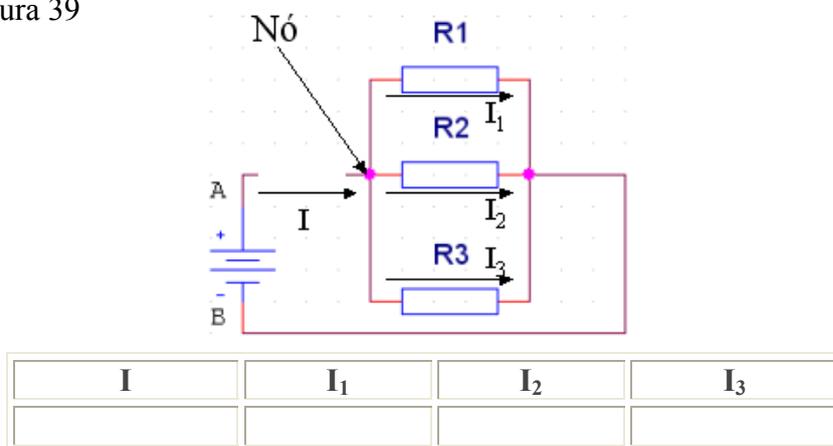
15. Desligue o multímetro colocando a chave seletora na posição OFF.
16. Some a tensão de cada resistor, anote o valor e observe se o valor está próximo da tensão de alimentação.

Experiência 2 (Associação de resistores em Paralelo)

6. Para as três resistências selecionadas anteriormente, monte o circuito da Figura 3, alimentando com 10V da fonte.
7. Calcule e anote o valor teórico da resistência equivalente.
8. Ligue o multímetro e coloque na escala de 20V de tensão contínua (DCV).
9. Meça a tensão sobre cada valor de resistência e anote os resultados. Os valores são todos iguais? Os valores medidos são diferentes ao valor da fonte?
10. Agora faça uma interrupção no circuito igual ao esquema da Figura 4.
11. Coloque a chave seletora do multímetro na zona DCA para fazer medição de corrente, na escala de 200mA.
12. Coloque a ponta de prova vermelha no pólo + da bateria e a ponta preta no ponto comum das três resistências indicado pelo nó.
13. Anote o valor medido de corrente na Tabela IX. O valor de corrente medido é I.
14. Faça uma interrupção entre o nó e o extremo de R1 e meça a corrente I_1 . Anote o resultado na Tabela IX.

15. Faça uma interrupção entre o nó e o extremo de R2 e meça a corrente I_2 . Anote o resultado na Tabela IX.
16. Faça uma interrupção entre o nó e o extremo de R3 e meça a corrente I_3 . Anote o resultado na Tabela IX.

Figura 39



17. A soma dos valores de corrente per cada resistência é igual à corrente da fonte?

Conclusões:

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**. ZANETTIC, J. Evolução dos conceitos da Física; Alguns tópicos de história da Física 1967.
- GEORGE GAMOW. **Um dois, três, infinito**. 2. ed.. Ed. Zahar. 1962.



SECT
Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia



APOIO:

