

---

## Sumário

---

<b>1</b>	<b>Algarismos Significativos</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Paquímetro</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Análise Gráfica e MRUA</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Referências</b>	<b>15</b>



---

## Introdução

---

A disciplina de laboratório de física IV tem como objetivo abordar tópicos experimentais relacionados à disciplina de física IV. Nessa disciplina o estudante tem os primeiros contatos com experiências relacionadas ao estudo de correntes alternadas, óptica e física moderna. Na medida do possível, as experiências seguem a mesma ordem da disciplina teórica de física IV. Espera-se com isso, que o estudante tenha a oportunidade de entender o fenômeno físico do ponto de vista teórico e experimental. A preparação dos relatórios de cada experiência deverá seguir um padrão que permita ao estudante entender o desenvolvimento do método científico.

A disciplina de laboratório de física IV é uma matéria experimental, na qual a turma de estudantes se divide em grupos de trabalho. No início de cada aula, o professor apresenta uma breve discussão teórica sobre a experiência que será realizada. Nessa discussão, os grupos também são orientados na sequência lógica do procedimento experimental. Sugere-se que uma experiência completa deve ser executada em cada aula.



# PRÁTICA 1

---

## Algarismos Significativos

---

- 1 Medidas
- 2 Conceito de Algarismo Significativo
- 3 Arredondamento
- 4 Operações



## PRÁTICA 2

---

### Paquímetro

---

### 1 Objetivos

- Conhecimento do paquímetro e familiarização com seu uso.

### 2 Material

- Paquímetro
- Cilindro
- Tarugo
- Peça com furo cego
- Régua
- Tiras de papel

### 3 Fundamentos

O paquímetro, também conhecido como calibre, é um instrumento de precisão muito usado em oficinas e laboratórios para: medidas de comprimentos, diâmetros de tarugos, diâmetro interno e externo de tubos, profundidades de furos, transformação de polegadas em milímetros e vice-versa. Consta o paquímetro de uma régua **A**, Figura 3 à qual estão solidárias uma mandíbula **B** e uma orelha **C**.

A régua é geralmente graduada em polegadas (na parte superior) e em milímetros (na parte inferior). Ao longo da régua pode deslizar um cursor **D** no qual estão estampadas duas reguetas **E/F**, chamadas nônio (ou vernier). O cursor tem um prolongamento superior, a orelha **G**, um prolongamento inferior, a mandíbula móvel **H**, o

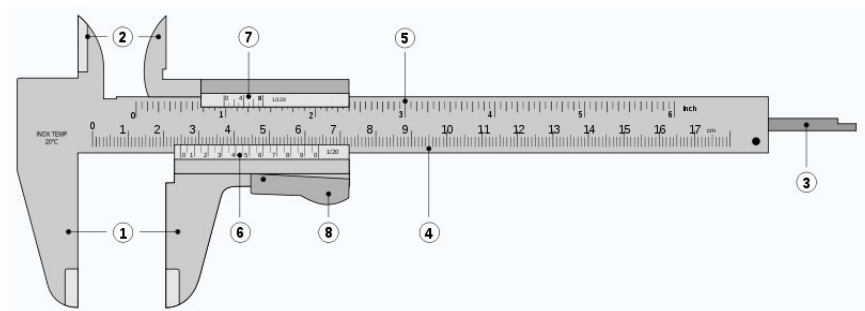


Figura 2.1: Paquímetro

impulsor I, além de estar fixo a uma haste J. A peça mais importante do paquímetro é o nônio, a qual merece um estudo à parte.

**Nônio** É uma pequena régua cujas características determinam o grau de precisão do paquímetro. O nônio permite fazer, com exatidão, leituras de frações de milímetro. Pode ser construído com uma precisão maior ou menor, como  $\frac{1}{10}mm$ ,  $\frac{1}{50}mm$  e até  $\frac{1}{100}mm$ . O princípio da construção do nônio é basicamente o seguinte: “x” milímetros da régua principal constituem o seu comprimento, o qual é dividido em “n” partes.

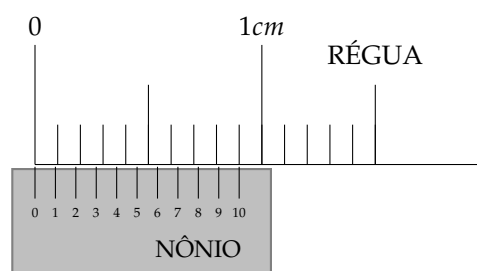


Figura 2.2: Régua e Nônio

No caso da Figura 3, o comprimento do nônio é  $9mm$  e foi dividido em 10 partes iguais. Portanto, cada divisão desse nônio é igual a  $9/10mm$ . Se o traço 0(zero) do nônio está em coincidência com o traço 0 da régua, isto significa que o traço 1 do nônio está afastado  $1/10$  do traço de  $1mm$  da régua. Por outro lado, se o traço 1 do nônio coincidissem com o traço  $1mm$  da régua, o nônio teria sido deslocado  $1/10mm$ . O mesmo raciocínio é válido para os demais traços, como por exemplo: no caso de o traço 6 do nônio coincidir com o traço de  $6mm$  da régua, é porque houve um deslocamento do nônio equivalente a  $6/10mm$ .

**PRECISÃO DO NÔNIO** - Para encontrar o grau de precisão de um nônio:



1. Mede-se o comprimento (L) do nônio (a distância entre o primeiro e o último traço);
2. Divide-se o comprimento (L) por (n), que é o número de divisões do nônio;
3. Sutra-se o resultado do número inteiro de milímetro imediatamente superior.

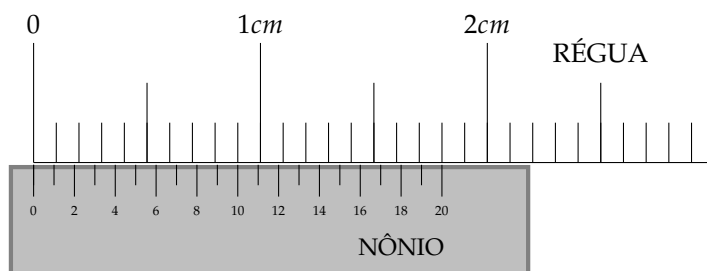


Figura 2.3: Exemplo de Nônio

Para o Nônio da Figura 3, temos:

1.  $L = 19mm$ ;
2.  $n = 20; 19mm \div 20 = 0,95mm$ ;
3.  $\text{Precisão} = 1mm - 0,95mm = 0,5mm = 1/20mm$ .

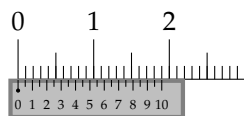
#### MEDINDO COM O PAQUÍMETRO:

1. Encoste a peça a medir na mandíbula fixa;
2. Com o polegar no impulsor, desloque o mandíbula móvel até que ela encoste suavemente na outra extremidade da peça;
3. Leia na régua principal o número de milímetros inteiros, ou seja, os que estão à esquerda do zero do nônio;
4. Para a leitura da fração de milímetros, veja qual o traço do nônio que coincide com QUALQUER traço da régua principal, e multiplique o número desse traço pela precisão;
5. A figura abaixo dá uma ideia de como utilizar as diversas parte do paquímetro.

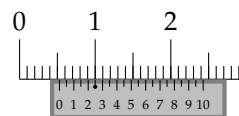
XX

## 4 Pré-laboratório

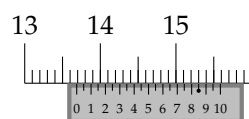
Determine a precisão do nônio ilustrado abaixo e faça as leituras das figuras subsequentes.



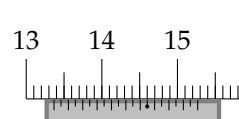
Precisão: \_\_\_\_\_



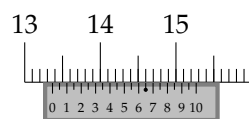
Precisão: \_\_\_\_\_



Precisão: \_\_\_\_\_



Precisão: \_\_\_\_\_



Precisão: \_\_\_\_\_

## 5 Procedimento

Obs: Antes de você fazer esta prática é conveniente conhecer o conteúdo do texto sobre *Algarismos Significativos*. O aluno que não observar as regras sobre Algarismos Significativos em seus relatórios será penalizado.

### 5.1 Cálculos de volumes e diâmetros

Utilizando o cálculo do *valor médio*, em que o número de termos é o mesmo dos números componentes da equipe, como uso do paquímetro, determine:

	Medida	Medida	Medida	Medida
Diâmetro(mm)				
Altura(mm)				

Cálculo do Volume

**O volume da peça cilíndrica maior**

**O diâmetro do tarugo**

**O volume de ferro da peça com furo cego**

## 5.2 Outros cálculos

Com o auxílio de tiras de papel, envolva as peças e, com uma régua, meça os comprimentos das circunferências externas. Anote somente os valores obtido por você.

## 6 Questionário

1. A partir dos valores médios dos diâmetros obtido com o paquímetro, determine o comprimento da circunferência externa das três peças.
2. Considere os valores dos comprimentos das circunferências obtidas com o paquímetro e com uma régua, quais os de maior precisão?
3. Nas medidas feitas na peça como o furo cego, para o cálculo do volume, quais as que podem contribuir no mesmo resultado com maior erro? Por quê?
4. Qual a menor fração de milímetro que pode ser lida com o paquímetro que você utilizou?
5. Qual a precisão de um paquímetro cujo nônio tem  $49mm$  de comprimento e está dividido em 50 partes iguais?
6. O nônio de um paquímetro tem  $29mm$  de comprimento. A precisão do mesmo é de  $0,1mm$ . Em quantas partes foi dividido o nônio?
7. Num paquímetro de  $0,05mm$  de sensibilidade, a distância entre o zero da escala e o zero do vernier é de  $11,5cm$ , sendo que o 13º traço do vernier coincidiu. Qual o valor da medida?
8. Qual seria a leitura acima se a sensibilidade fosse  $0,02mm$ ?

	Medida	Medida	Medida	Medida
Diâmetro(mm)				

	Medida	Medida	Medida	Medida
Diâmetro externo(mm)				
Altura externa(mm)				
Diâmetro interno(mm)				
Altura interna(mm)				

Cálculo do Volume

--

---

Análise Gráfica e Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado

---

## 1 Introdução

Um movimento retilíneo chama-se uniformemente acelerado quando a aceleração instantânea é constante (independente do tempo). Isto é,

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = a = \text{constante} \quad (3.1)$$

Da Equação (3.1) na página 13 podemos obter a equação horária da velocidade, que é dada por:

$$v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^t a dt = a(t - t_0) \quad (3.2)$$

O valor  $v(t) = v(t_0)$  da velocidade no instante inicial chama-se *velocidade inicial*. Assim,  $v(t) = v_0 + a(t - t_0)$  mostrando que a velocidade é uma função linear do tempo no movimento uniformemente acelerado.

Podemos obter a lei horária da posição integrando a equação da velocidade em função do tempo (Equação (3.2)).

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^t v(t') dt' = v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (3.3)$$

Se definirmos  $x(t_0) = x_0$  como posição inicial. Obtemos, desta forma:

$$x(t) = x(t_0) + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (3.4)$$

Também podemos exprimir a velocidade do movimento uniformemente acelerado em função da posição por  $v^2 = v_0^2 + 2a(t - t_0)^2$ ; também conhecida como equação de Torricelli.

As equações acima descrevem apenas a cinemática do movimento uniformemente acelerado, sem ter a preocupação de descrever a origem destes movimentos - que é o objeto de estudo da dinâmica, cujos princípios básicos foram formulados por Galileu e Newton.

## 2 Parte Experimental

### 2.1 Objetivo

analisar o movimento de um objeto sob a ação de uma força constante. Utilizar também a análise gráfica para descrever este movimento e determinar sua aceleração.

### 2.2 Material Utilizado

Talvez esta seja a primeira vez que você lida com um trilho de ar, assim, algumas notas de cuidado são úteis. O trilho possui pequenos orifícios pelos quais o ar é expelido sob pressão. O carro que corre sobre o trilho tem o formato de um Y invertido, e se mantém flutuando sobre o colchão de ar formado entre o trilho e o carro pelo ar expelido nos cilindros. Assim, é essencial manter os orifícios e a superfície do carro limpos e livres de arranhões. Evite, portanto, escrever ou marcar o trilho de ar para não obstruir os orifícios e causar variações no colchão de ar formado.

Importante: Não empurre o carrinho sobre o trilho quando a fonte de ar comprimido estiver ligada. Do contrário, tanto o carrinho quanto o trilho poderão sofrer arranhões.

O trilho de ar possui uma escala milimetrada que pode ser usada para registrar a posição do carro, e dispõe de um cronômetro digital para registrar os intervalos de tempo. É mais simples com este equipamento medir o tempo transcorrido em função da distância a ser percorrida, embora posteriormente você possa inverter a dependência e analisar a posição em função do tempo transcorrido.

Descrição do material:

- 01 trilho de 12cm;
- cronômetro digital multifunções com fonte DV 12V;

### 2.3 Procedimentos

## 3 Sugestão para condução da análise dos dados:

## PRÁTICA 4

---

### Referências

---

Anote aqui todas as referências que utilizar e depois passamos para o formato bibtex.