

MLEQ022B



*a Ciência além  
das fórmulas*



# Livro de Atividades Experimentais

Física Experimental - Mecânica dos Fluidos - Empuxômetro - EQ022B

Rev.13



# Física Experimental - Mecânica dos Fluidos - Empuxômetro - EQ022B.

Índice Remissivo .....	2
<b>Abertura .....</b>	<b>3</b>
<b>Guarantee / Garantia .....</b>	<b>4</b>
Certificado de Garantia Internacional .....	4
As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor. ....	4
<b>International Certificate of Guarantee .....</b>	<b>4</b>
All of the basic instructions identifies by numbers beginning with "199 . . ." are meant for use by teachers. ....	4
<b>PCN .....</b>	<b>4</b>
Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN .....	4
<b>1992.002 .....</b>	<b>5</b>
Conheça os dinamômetros analógicos de mola. ....	5
<b>O dinamômetro de mola helicoidal. ....</b>	<b>5</b>
• O dinamômetro tubular. ....	5
• O dinamômetro retangular de fixação magnética. ....	5
• O zeramento inicial de um dinamômetro de mola helicoidal. ....	5
• Como ler na escala do dinamômetro tubular. ....	5
<b>O dinamômetro circular de mola espiral. ....</b>	<b>6</b>
Os cuidados com os dinamômetros. ....	6
<b>1992.026_0 .....</b>	<b>7</b>
A correção da diferença volumétrica no cilindro de Arquimedes. ....	7
<b>1042.028 .....</b>	<b>8</b>
<b>O empuxo, comprovação experimental. ....</b>	<b>8</b>
Siracusa, Arquimedes de. ....	9
• O que é um fluido. ....	9
<b>O empuxo depende da densidade do líquido. ....</b>	<b>9</b>
<b>1042.032 .....</b>	<b>10</b>
<b>O princípio de Arquimedes. ....</b>	<b>10</b>
<b>A determinação da densidade de um líquido a partir do empuxo. ....</b>	<b>11</b>

## Índice Remissivo

### A

Arquimedes de Siracusa (287 a 212 AC) 9

### C

correção do volume no cilindro de Arquimedes 7

### D

densidade de um líquido a partir do empuxo 11

diferença volumétrica 7

dinamômetro 5

dinamômetro circular de mola espiral 6

dinamômetros retangulares 5

dinamômetros tubulares 5

### E

empuxo 9, 11

empuxo, comprovação experimental 8

empuxo depende da densidade do líquido 9

### F

fluido 9

### M

massa específica 11

### N

nível de referência 5

### P

peso aparente 8

peso específico 11

princípio da impenetrabilidade da matéria 8, 10

princípio de Arquimedes 10

### S

Siracusa, Arquimedes de 9

### V

volume do líquido deslocado 11

Prezado professor,

Gratos pela escolha de um produto Cidepe.

Este equipamento é resultado de diversas pesquisas desenvolvidas pelo **Cidepe - Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa**, visando a modernidade, a praticidade e a melhoria do ensino, mais do que nunca, necessárias nestes dias de mudanças contínuas.

O nosso maior objetivo é promovermos, através da utilização adequada dos nossos produtos, aulas de melhor qualidade e com melhores resultados.

Este livro deverá ajudá-lo a fazer a identificação de seus componentes, executar as principais montagens e compreender melhor o funcionamento do seu equipamento. Você encontrará aqui outras informações importantes para obter o máximo aproveitamento do seu equipamento.

Conheça nossa linha de produtos visitando nosso site.

#### Atendimento ao cliente.

##### No Brasil:

Telefone - (55)(51) 3477-4909

E-mail: [cidepe@cidepe.com.br](mailto:cidepe@cidepe.com.br)

E-mail: [suportetecnico@cidepe.com.br](mailto:suportetecnico@cidepe.com.br)

Site: [www.cidepe.com.br](http://www.cidepe.com.br)

Os produtos Cidepe se encontram protegidos por Lei Federal, sendo proibida a reprodução dos manuais, total ou parcial, bem como a reprodução de apostilas a partir desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive através de digitalização, processos xerográficos, de fotocópia e de gravação, sem a permissão, por escrito, do autor. Todos os direitos reservados, conforme obras ISBN 852001159.1.2, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 85280034.2.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ..., ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc.

Dear teacher,

Congratulations for choosing a Cidepe product.

The equipment that you have just acquired is the result of exhaustive research by **Cidepe: The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research**. We know the importance of improving, modernizing and making teaching more practical, now more than ever, in these days of constant changes.

Our major goal is to contribute to your success, through recommended uses of our products and suggestions of teaching practices.

This manual will help you to identify components, mount and assemble equipments, and better understand how each part functions. This book also contains other important information to help you to take advantage of equipment features to the maximum extent possible.

Discover what else our product line visiting our site.

#### Customer service.

##### Brazil:

Telephone (55)(51) 3477-4909

E-mail: [cidepe@cidepe.com.br](mailto:cidepe@cidepe.com.br)

E-mail: [suportetecnico@cidepe.com.br](mailto:suportetecnico@cidepe.com.br)

Site: [www.cidepe.com.br](http://www.cidepe.com.br)

Cidepe products, including this copyrighted book, are protected by Federal Law, making it illegal to reproduce them, entirely or partially, by any method, be it electronic or mechanical, including xerox, photocopy, or any type of recording, without the written permission of the author. All rights reserved, according to copyright registration numbers: ISBN 852001159, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 85280034.2.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ... , ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc. .

### Certificado de Garantia Internacional

Este equipamento é garantido pelo Cidepe - Centro Industrial de Ensino e Pesquisa por um período de dois anos, a partir da data de sua entrega.

Para que a garantia tenha validade é imprescindível que seja apresentada a sua nota fiscal de compra.

• **Estão excluídos desta garantia:**

- Defeitos decorrentes do descumprimento do manual de instruções do produto, de casos fortuitos ou de força maior, bem como aqueles causados por agentes da natureza e acidentes.

• **Esta garantia perderá sua validade se:**

- O defeito apresentado for ocasionado por uso indevido ou em desacordo com o manual de instruções do produto.
- O produto for violado, alterado ou consertado por pessoa não autorizada.
- A nota fiscal estiver adulterada, rasurado ou danificada.
- Os defeitos ou desempenho insatisfatório forem provocados pela utilização de material fora das especificações, ou pela utilização em rede elétrica imprópria ou sujeita a flutuações excessivas.

As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor.

### International Certificate of Guarantee

This equipment is guaranteed by Cidepe: The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research for the period of two years from the date of its delivery.

For the product to be covered by the guarantee, purchaser must be in possession of the proof of purchase receipt.

- **After manufacturing defects caused by failure to comply with instructions in the manual, as in the accidental application of force, whether by acts of nature or accidents, are also not covered by this guarantee.**

• **This guarantee is invalidated in the following cases:**

- The defect was caused by misuse, or handling prohibited by the accompanying manual.
- The product was dismantled, altered or repaired by a non-authorized person.
- The proof of purchase receipt is destroyed, torn or damaged.
- The defects or unsatisfactory performance of the product were created by uses beyond the specifications, or with inappropriate electric power supply subject to excessive fluctuations.

All of the basic instructions identifies by numbers beginning with "199 . . ." are meant for use by teachers.

PCN

Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN

## Conheça os dinamômetros analógicos de mola.

### O dinamômetro.

O dinamômetro é um medidor de forças que, conforme o modelo, pode medi-la em qualquer direção.

### O dinamômetro de mola helicoidal.

Os dinamômetros Cidepe de mola helicoidal se dividem em duas grandes famílias:

#### • O dinamômetro tubular.



Dinamômetro tubular

- Apresenta uma estrutura externa em forma de tubo.

#### • O dinamômetro retangular de fixação magnética.



Dinamômetro retangular

- Apresenta uma estrutura externa de base retangular e adesão magnética.

#### • O zeramento inicial de um dinamômetro de mola helicoidal.

- Faça o zeramento inicial (ajuste do zero) na posição em que o dinamômetro será utilizado (vertical, horizontal ou inclinada).

- Solte o parafuso libertador da capa.

- Movimente a capa para cima ou para baixo, nivelando o primeiro traço da escala com a extremidade da capa (nível de referência).

- Ao utilizar o dinamômetro nas posições horizontal ou inclinada, execute pequenas batidas (com o dedo) na capa antes de fazer a leitura.

#### • Como ler na escala do dinamômetro tubular.

- A escala dos dinamômetros (Cidepe) foi projetada com 100 divisões de 1 mm e cada divisão corresponde a 1/100 da capacidade da sua carga máxima.

Exemplo:

Um dinamômetro de mola helicoidal com 2 N de capacidade máxima de carga, sob a ação de uma força, apresenta leitura de 20 pequenas divisões (ou 20 milímetros). Qual o módulo da força atuante?

$$F = (2 \text{ N} / 100 \text{ divisões}) \times (\text{n}^\circ \text{ de divisões})$$

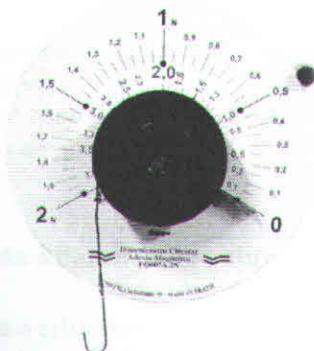
$$F = (0,02 \text{ N}) \times (20)$$

$$F = 0,40 \text{ N}$$



Podem ocorrer pequenas diferenças nas leituras realizadas de aluno para aluno, devido às pequenas variações mecânicas que poderão ser desprezadas.

### O dinamômetro circular de mola espiral.



A grande vantagem deste tipo é a sua robustez associada a facilidade de leitura e a segurança no final de curso.

### Os cuidados com os dinamômetros.

- **Nunca** o utilize além da sua capacidade máxima.
- **Nunca** solte bruscamente um dinamômetro quando estendido.
- Antes de usá-lo **sempre** verifique se a parte frontal da capa está alinhada com o zero da escala, caso contrário, faça a ajustagem inicial.

## A correção da diferença volumétrica no cilindro de Arquimedes.

### Composição do cilindro de Arquimedes.

- 01 cilindro maciço (1) com:
- gancho;
- 01 recipiente transparente (2) com:
- alças de aço inoxidável.

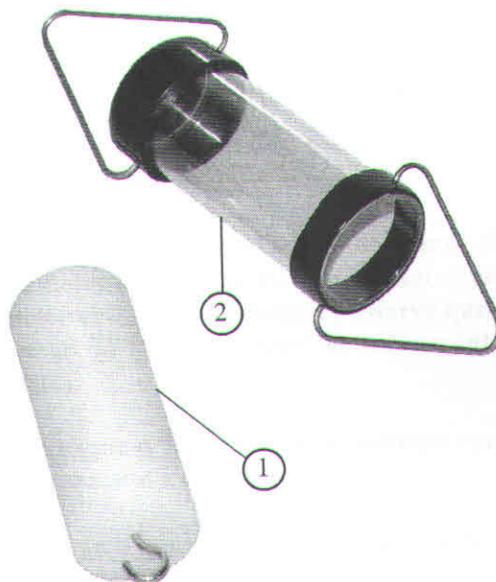
### A correção da diferença de volume.

Observe que o cilindro maciço tem diâmetro ligeiramente menor do que o diâmetro interno do recipiente.

Para a correção do volume no cilindro de Arquimedes:

- Coloque uma porção de água no recipiente (2);
- Introduza o cilindro maciço (1) no recipiente (2) deixando extravasar o excesso d'água.

A quantidade de água que restar no interior do recipiente (2) deverá permanecer durante o experimento para compensar a diferença volumétrica entre o cilindro e o recipiente.



## O empuxo, comprovação experimental.

### 1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- reconhecer a presença do empuxo em função da **aparente** diminuição da força peso de um corpo submerso num líquido.

### 2. Material necessário.

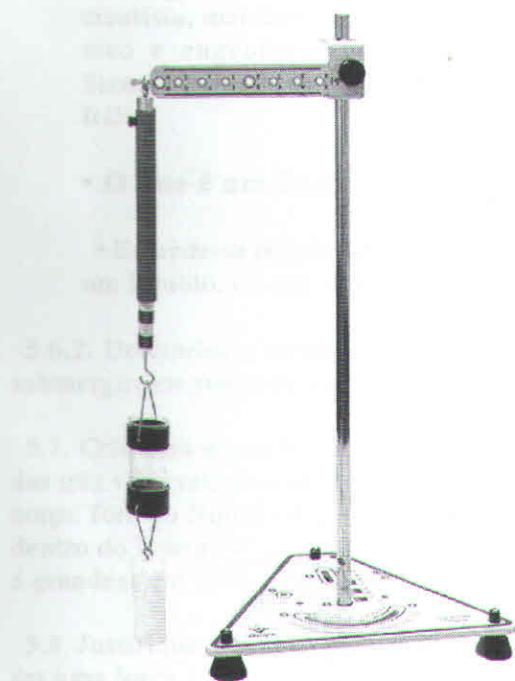


Figura 1

- 01 cilindro de Arquimedes;
- 01 dinamômetro tubular de 2 N ( caso necessário reveja Instruções 1992.002).
- ★ 01 suporte com haste, tripé e sapatas niveladoras;
- ★ 01 seringa de 20 ml (sem a agulha);
- ★ 01 copo com 250 ml de água;

Os itens assinalados por ★ não acompanham o conjunto.

### 3. Pré-requisitos.

- Reconhecimento do peso como uma força.

### 4. Montagem.

Execute a montagem conforme a **Figura 1**.

### 5. Andamento das atividades.

5.1. Retire lentamente o êmbolo de dentro do cilindro e comente o que ocorre considerando o princípio da impenetrabilidade da matéria (observe que o volume externo do êmbolo é igual ao volume interno do recipiente).

5.2. Verifique o "zero" do dinamômetro e, caso necessário, execute a correção.

- Pese o conjunto formado pelo cilindro com êmbolo.

- Anote o valor encontrado como  $P_{CFL}$  "peso do corpo fora do líquido".

5.3. Dependure o êmbolo na parte inferior do cilindro e ambos ao dinamômetro (Figura 1).

Ajuste a sustentação de modo que o êmbolo, quando dependurado, fique a uns três milímetros acima da mesa.

5.4. Mergulhe o êmbolo no interior da massa líquida do copo e anote o valor lido como  $P_{ACDL}$  "peso aparente do corpo dentro do líquido".

5.5. Justifique a **aparente** diminuição ocorrida no peso do conjunto (êmbolo + cilindro) ao submergir o êmbolo na água (conhecido como peso aparente).

Lembre-se! A única maneira de diminuirmos o valor modular de uma força  $F$  qualquer é aplicarmos uma força resultante  $F_R$  com mesma direção, porém, com sentido contrário à força  $F$ .

5.6. Determine o módulo da força que provocou a

aparente diminuição sofrida pelo peso do corpo (doravante denominada empuxo e representada por  $E$ ).

5.6.1. Quais são a direção e o sentido do **empuxo**  $E$ ?

Verifique a veracidade da seguinte afirmação:

“Todo corpo mergulhado em um fluido fica submetido à ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima, denominada **empuxo**.”

A afirmação acima foi descoberta por Arquimedes de Siracusa.

### Siracusa, Arquimedes de.

• Arquimedes de Siracusa (287 a 212 AC), cientista, matemático, astrônomo, filósofo, físico e engenheiro. Arquimedes viveu em Siracusa, cidade na costa oriental da Sicília, na Itália.

#### • O que é um fluido.

• Entende-se por fluido aquilo que escoar, como um líquido, ou que se expande, como um gás.

5.6.2. Determine o módulo do empuxo, no caso de submergirmos somente a metade do êmbolo ?

5.7. Crie uma situação em que são fornecidas duas das três variáveis abordadas até o momento (peso do corpo fora do líquido  $P_{CFL}$ , peso aparente do corpo dentro do líquido  $P_{ACDL}$  ou o empuxo  $E$ ) e determine a grandeza em falta.

5.8. Justifique o motivo pelo qual o **empuxo** tem de ser uma força.

5.9. Justifique o motivo pelo qual usamos a expressão “**aparente diminuição sofrida pelo peso do corpo**” e não “**diminuição do peso do corpo**”.

## O empuxo depende da densidade do líquido.

• Adicione sal à água do copo e refaça as medições, procurando justificar as diferenças.

• Refaça a atividade usando álcool no lugar de água. Justifique as diferenças.

## O princípio de Arquimedes.

### 1. 1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- reconhecer a presença do empuxo em função da **aparente** diminuição da força peso de um corpo submerso num líquido.
- reconhecer, experimentalmente, a dependência do empuxo em função do **volume do líquido deslocado** e da **densidade do líquido**.

### 2. Material necessário.



Figura 1

01 cilindro de Arquimedes;  
01 dinamômetro tubular de 2 N ( caso necessário reveja Instruções 1992.002).

☆ 01 suporte com haste e tripé com sapatas niveladoras;

☆ 01 seringa de 20 ml (sem a agulha);

☆ 01 copo com 250 ml de água.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### 3. Pré-requisito.

Atividade 1042.028.

### 4. Montagem.

Execute a montagem conforme a **Figura 1**.

### 5. Andamento das atividades.

5.1. Utilizando água, determine o empuxo sofrido pelo êmbolo quando completamente submerso.

5.2. Mantendo o êmbolo submerso recolha, com a seringa, água do copo e encha o cilindro. Ao fazê-lo, observe a leitura do dinamômetro e descreva o ocorrido.

Observe que:

- O êmbolo, ao submergir, desloca um volume de água igual ao seu volume submerso (**princípio da impenetrabilidade da matéria**).

- Ao encher o cilindro, o volume de água (colocada dentro dele) é igual ao volume de água deslocado pelo êmbolo submerso.

5.3. Qual a leitura indicada pelo dinamômetro ao encher o cilindro com água?

5.4. Compare o volume da água contida no cilindro com o volume do êmbolo.

5.5. É certo afirmarmos que o volume deslocado pelo êmbolo, quando completamente submerso, é igual ao volume interno do cilindro? Justifique a sua resposta.

5.6. Com base em suas respostas anteriores, determine o peso do volume de água deslocada pelo êmbolo quando completamente submerso.

5.7. Compare o peso do volume do líquido deslocado

(pelo êmbolo submerso) com o valor do empuxo  $E$  (força orientada de baixo para cima, aplicada pelo líquido).

5.8. Verifique a veracidade da seguinte afirmação: "todo corpo mergulhado em um fluido fica submetido à ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima, denominada **empuxo**, cujo valor modular é igual ao peso do volume do fluido deslocado".

5.9. Partindo do conceito de massa específica, demonstre que a igualdade:

$$E = P_{\text{liq. deslocado}}$$

que pode ser escrita como:

$$E = V\mu g$$

ou

$$E = \rho V$$

onde:

$V$  = volume do líquido deslocado

$\mu$  = massa específica do líquido

$g$  = aceleração gravitacional

$\rho$  = peso específico do líquido deslocado

## A determinação da densidade de um líquido a partir do empuxo.

### Material necessário.

01 cilindro de Arquimedes dotado de recipiente e êmbolo ajustados;

01 dinamômetro tubular de 2 N (caso necessário reveja as Instruções básicas 1992.002).

☆ 01 suporte com haste e tripé com sapatas niveladoras;

☆ seringa de 20 ml (sem a agulha);

☆ copo com 250 ml de água;

☆ sal;

☆ álcool.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### Andamento.

Anotando os resultados obtidos em cada caso separadamente.

- Refaça os itens anteriores substituindo a água por uma mistura de água com sal.

- Repita os procedimentos utilizando álcool.

- Confronte os resultados obtidos e estime, com base nas informações do item anterior, os pesos específicos da mistura (água e sal) e do álcool.