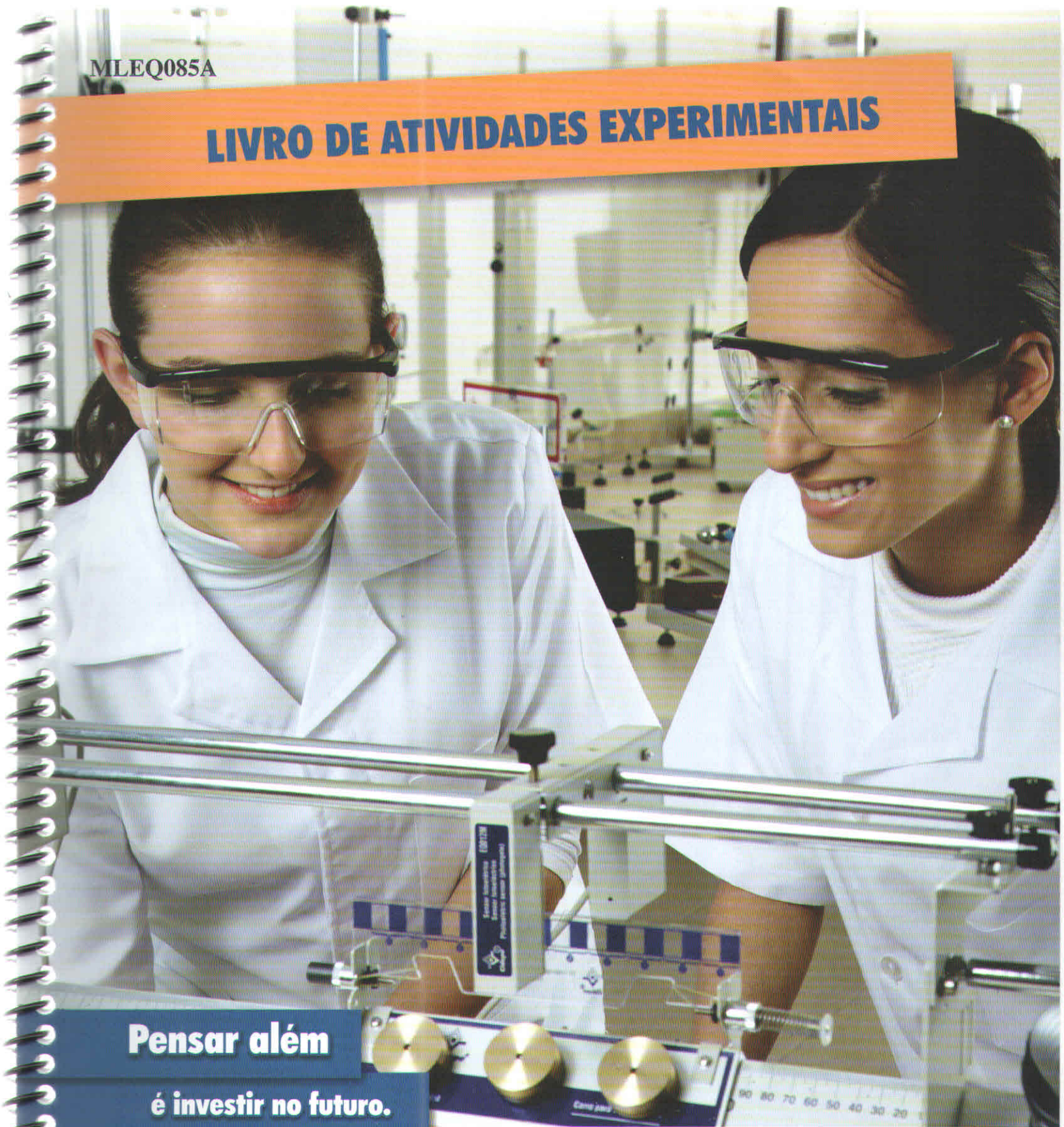


MLEQ085A

# LIVRO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS



**Pensar além**

**é investir no futuro.**

**Física Experimental - Calorimetria -  
Calorímetro - EQ085A**

Rev.29



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



# Física Experimental - Calorimetria - Calorímetro transparente de duplo vaso, 1000 mL - EQ085A

Índice Remissivo .....	3
<b>Abertura .....</b>	<b>4</b>
O presente manual é composto por três partes: Documentação do produto, Instruções para o professor e Atividades para o aluno. ....	4
<b>Documentação do produto / Documentación del producto / Product Documentation. ....</b>	<b>4</b>
Atendimento ao cliente. ....	5
<b>Também dos Direitos Autorais: .....</b>	<b>5</b>
• "A publicação/divulgação da(s) fotografia(s) e/ou ilustração(ões) reproduzida(s) na presente obra dependerá da prévia e expressa autorização do(s) fotógrafo(s) e/ou ilustrador(es) como da concordância das pessoas retratadas, se for o caso." .....	5
<b>Também das Patentes Industriais: .....</b>	<b>5</b>
• Os produtos Cidepe contem uma ou mais patentes industriais, portanto são protegidos pela Lei das Patentes da Propriedade Industrial, sendo proibida sua cópia .....	5
Atendimento al cliente. ....	5
<b>También de los Derechos de Autor: .....</b>	<b>5</b>
• "La publicación/ divulgación de la(s) fotografía(s) e/o ilustración (ciones) reproducida(s) en la presente obra dependerá de la previa y expresa autorización del (de los) fotógrafo(s) y/o ilustrador(es) como de la concordancia de las personas retratadas, si es el caso". ....	5
<b>También de las Patentes Industriales .....</b>	<b>5</b>
• Los productos Cidepe contan con un o más patentes industriales, por lo tanto, son protegidos por la Ley de las Patentes de la Propiedad Industrial, siendo prohibida su copia. ....	5
Customer service. ....	6
<b>Copyright: .....</b>	<b>6</b>
• "The publication/release of the photographs and/or illustrations reproduced in this book depend on the prior and express authorization of the photographer and/or illustrator as the agreement of the people portrayed, if applicable." .....	6
<b>Industrial patents. ....</b>	<b>6</b>
• Cidepe's products contain industrial patents, therefore protected by the Patent Law of Industrial Property, being prohibited its copy. ....	6
<b>Garantia / Guarantee .....</b>	<b>7</b>
<b>Certificado de Garantia Internacional .....</b>	<b>7</b>
As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor. ....	7
As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "999..." são destinadas a informações de segurança e avisos importantes. ....	7
<b>Certificado de Garantía Internacional .....</b>	<b>7</b>
Las instrucciones identificadas en la parte superior de la página, a la derecha, por los números que se inician con los guarismos "199...", son destinadas al profesor. ....	7
Las instrucciones identificadas en la parte superior de la página, a la derecha, por los números que se inician por los guarismos "99...", son destinadas a informaciones de seguridad y avisos importantes. ....	7
<b>International Certificate of Guarantee .....</b>	<b>8</b>
The instructions identified in the upper right corner of the page, by numbers beginning with "199..." are intended to the teacher. ....	8
The instructions identified in the upper right corner of the page, by numbers beginning with "999..." are for safety information and important warnings. ....	8
<b>PCN .....</b>	<b>8</b>
Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN. ....	8
Los productos Cidepe son adecuados a los Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN. ....	8
Cidepe's products are adequate for Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN .....	8
<b>9999.992 .....</b>	<b>9</b>
<b>Informações sobre avisos importantes de uso e de serviços. ....</b>	<b>9</b>
Evite a corrosão do equipamento .....	9
Acessórios conectáveis ao equipamento .....	9
A limpeza .....	9
Equipamentos com entradas para ventilação .....	9



# Física Experimental - Calorimetria - Calorímetro transparente de duplo vaso, 1000 mL - EQ085A

A manutenção em equipamentos não elétricos .....	10
Caso de troca ou reposição de peças .....	10
<b>Questões ambientais .....</b>	<b>10</b>
O descarte da embalagem .....	10
O descarte de um produto não elétrico .....	10
O descarte de um produto elétrico .....	10
O descarte de pilhas (ou baterias) elétricas, quando for o caso .....	10

## **Instruções para o professor. .... 11**

Identificação do produto e seus componentes, passo a passo das montagens, cuidados, informações técnicas e teóricas relevantes. ....	11
Os diferentes níveis de sugestões experimentais nos manuais Cidepe. ....	11
Como montar um manual personalizado com a sequência experimental desejada. ....	11
Como montar um manual personalizado com capa personalizada. ....	11
Onde encontrar o sumário atualizado das instruções que acompanham determinado equipamento constante em qualquer conjunto Cidepe. ....	11
Outras informações e suporte técnico. ....	11

### **1993.002A\_85A ..... 12**

Conheça o calorímetro transparente de duplo vaso, 1000 mL. ....	12
---	----

### **1993.002A ..... 13**

Termodinâmica, a calorimetria. ....	13
-------------------------------------	----

#### **A calorimetria. .... 13**

• O calor. ....	13
• A caloria (cal). ....	13
• A capacidade térmica (capacidade calorífica). ....	13
• O calor latente de mudança de estado. ....	13
• O calor específico (capacidade térmica mássica). ....	13

#### **O que é um calorímetro. .... 13**

• Para que serve o calorímetro. ....	13
--------------------------------------	----

#### **As trocas de calor no interior do calorímetro, método das misturas. .... 13**

• O calor perdido e o calor recebido. ....	14
• O equivalente em água do calorímetro. ....	14
• O que é um calorímetro elétrico e para que ele serve. ....	14
• O equivalente mecânico do calor. ....	15
• Joule, James Prescott (1818-1889). ....	15

### **0000Z\_AtivAL ..... 16**

## **Atividades para o aluno ..... 16**

### **1052.027A ..... 17**

A determinação do equivalente em água de um calorímetro. ....	17
---	----

• O equivalente em água do calorímetro. ....	17
--	----

### **1052.030 ..... 19**

A determinação do calor específico (capacidade térmica mássica) de um sólido. ....	19
--	----

• O calor específico (capacidade térmica mássica) de uma substância. ....	19
• O calor específico do alumínio (capacidade térmica mássica do alumínio). ....	20
• O calor específico do ferro (capacidade térmica mássica do ferro). ....	21

# Física Experimental - Calorimetria - Calorímetro transparente de duplo vaso, 1000 mL - EQ085A

## Índice Remissivo

### C

- calor 13, 14, 15
- calor específico (capacidade térmica mássica) 13, 19
- calor específico do alumínio 20
- calor específico do ferro 21
- calor latente de mudança de estado 13
- calor latente de solidificação da água 13
- calor perdido e o calor recebido 14
- calor sensível 13, 19
- caloria (cal) 13, 15
- calorimetria 13
- calorímetro 13
- câmara com paredes adiabáticas 13
- capacidade calorífica 13
- capacidade térmica (capacidade calorífica) 13
- capacidade térmica mássica 19
- capacidade térmica mássica do alumínio 20
- capacidade térmica mássica do ferro 21
- condutividade térmica 14

### D

- descarte da embalagem 10
- descarte de pilhas (ou baterias) elétricas 10
- descarte de um produto elétrico 10
- descarte de um produto não elétrico 10

### E

- energia absorvida pelo sistema 15
- energia dissipada por efeito Joule 15
- entradas para ventilação 9
- equilíbrio térmico 14
- equivalente em água do calorímetro 14, 17
- equivalente mecânico do calor 15
- Evite a corrosão do equipamento 9

### J

- James Prescott Joule 15
- joule (J) 15
- Joule, James Prescott (1818-1889) 15

### L

- limpeza 9

### M

- manutenção do equipamento 10

### Q

- quantidade de calor absorvida ou liberada 13
- Questões ambientais 10

### R

- reposição de peças 10

### S

- sistema termicamente isolado 14

### T

- trocas de calor 17, 19
- trocas de calor no interior do calorímetro 13



O presente manual é composto por três partes: Documentação do produto, Instruções para o professor e Atividades para o aluno.

## **Documentação do produto / Documentación del producto / Product Documentation.**

Documentação do produto é uma obrigação legal segundo diretivas internacionais, onde consta: garantia, cuidados, símbolos de advertência, limpeza, proteção ao meio ambiente, etc.

Documentación del producto es una obligación legal según directivas internacionales, donde consta: garantía, cuidados, símbolo de advertencia, limpieza, protección al medio ambiente, etc.

The Product Documentation is a legal obligation under international directives, in which consists: warranty, safety, warning symbols, cleaning, environment protection, etc.

## 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.

### Também dos Direitos Autorais:

Todos os Certificados de Registro ou Averbação, Fundação BIBLIOTECA NACIONAL, Ministério da Cultura, Escritório de Direitos Autorais emitidos para o(s) autor(es) também ressaltam:

- "A publicação/divulgação da(s) fotografia(s) e/ou ilustração(ões) reproduzida(s) na presente obra dependerá de prévia e expressa autorização do(s) fotógrafo(s) e/ou ilustrador(es) como da concordância das pessoas retratadas, se for o caso."

### Também das Patentes Industriais:

- Os produtos Cidepe contem uma ou mais patentes industriais, portanto são protegidos pela Lei das Patentes da Propriedade Industrial, sendo proibida sua cópia

## Estimado profesor, Agradecidos por la elección de un producto Cidepe.

Este equipo es resultado de diversas investigaciones desarrolladas por Cidepe - Centro Industrial de Equipos de Enseñanza e Investigación, con miras a la modernidad, la practicidad y la mejora de la enseñanza, más que nunca necesarias en estos días de cambios continuos.

Nuestro mayor objetivo es promover, a través de la utilización adecuada de nuestros productos, clases de mejor calidad y con mejores resultados.

Este libro deberá ayudarlo a hacer la identificación de sus componentes, ejecutar los principales montajes y comprender mejor el funcionamiento de su equipo. Usted encontrará aquí otras informaciones importantes para obtener el máximo de aprovechamiento de su equipo.

Conozca nuestra línea de productos visitando nuestra página web.

### Atendimento al cliente.

#### En Brasil:

Teléfono: (55)(51) 3477-4909

Correo electrónico: [cidepe@cidepe.com.br](mailto:cidepe@cidepe.com.br)

Correo electrónico: [suportetecnico@cidepe.com.br](mailto:suportetecnico@cidepe.com.br)

Página web: [www.cidepe.com](http://www.cidepe.com)

Los productos Cidepe se encuentran protegidos por Ley Federal, siendo prohibida la reproducción total o parcial de manuales, bien como la reproducción de apostillas a partir de esta obra, de cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluso a través de digitalización, procesos xerográficos, de fotocopia y de grabación, sin la permissão, por escrito, del autor. Todos los derechos 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.

### También de los Derechos de Autor:

Todos los Certificados de Registro o Anotación, Fundación Biblioteca Nacional, Ministerio da Cultura, Escritório de Direitos Autorais, emitidos para el (los) autor (es) también ressaltan:

- "La publicación/ divulgación de la(s) fotografía(s) e/ou ilustración (ciones) reproducida(s) en la presente obra dependerá de la previa y expresa autorización del (de los) fotógrafo(s) y/o ilustrador(es) como de la concordancia de las personas retratadas, si es el caso".

### También de las Patentes Industriales

- Los productos Cidepe contan con un o más patentes industriales, por lo tanto, son protegidos por la Ley de las Patentes de la Propiedad Industrial, siendo prohibida su copia.



Dear teacher,  
Congratulations for choosing a Cidepe product.

This equipment is a result of several researches developed by Cidepe - Industrial Center of Teaching and Research Equipment, aiming modernity, convenience and improving education, more than ever necessary in these days of continuous changes.

Our major goal is to contribute, through the appropriate utilization of our products, better teaching practices and better results.

This manual will help you to identify components, to mount and assemble equipments, and better understand the operation of your equipment. You will find here other important information to obtain the maximum utilization of your equipment's features.

Discover our product line visiting our website.

**Customer service.**

**Brazil:**

Telephone: (55)(51) 3477-4909

E-mail: cidepe@cidepe.com.br

E-mail: suportetecnico@cidepe.com.br

Web: 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. .

**Copyright:**

All registration certificates, NATIONAL LIBRARY Foundation, Ministry of Culture, Copyright Office issued to the author also emphasize:

- "The publication/release of the photographs and/or illustrations reproduced in this book depend on the prior and express authorization of the photographer and/or illustrator as the agreement of the people portrayed, if applicable."

**Industrial patents.**

- Cidepe's products contain industrial patents, therefore protected by the Patent Law of Industrial Property, being prohibited its copy.

### 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.

As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "999..." são destinadas a informações de segurança e avisos importantes.

### Certificado de Garantía Internacional

Este equipo es garantizado por Cidepe - Centro Industrial de Enseñanza e Investigación por un período de dos años, a partir de la fecha de su entrega.

Para que la garantía tenga validez es imprescindible que sea presentada la factura de compra.

• **Están excluidos de esta garantía:**

- Defectos decurrentes del incumplimiento del manual de instrucciones del producto, de casos fortuitos o de fuerza mayor, bien como aquellos causados por agentes de la naturaleza y accidentes.

• **Esta garantía perderá su validez si:**

- El defecto presentado haya sido ocasionado por uso indebido o en desacuerdo con el manual de instrucciones del producto.
- El producto haya sido violado, alterado o reparado por persona no autorizada.
- La factura esté adulterada, tachada o dañificada.
- Los defectos o desempeño insatisfactorio hayan sido provocados por la utilización de material fuera de las especificaciones o por la utilización en red eléctrica inapropiada o sujeta a flotaciones excesivas.

Las instrucciones identificadas en la parte superior de la página, a la derecha, por los números que se inician con los guarismos "199...", son destinadas al profesor.

Las instrucciones identificadas en la parte superior de la página, a la derecha, por los números que se inician por los guarismos "99...", son destinadas a informaciones de seguridad y avisos importantes.



## International Certificate of Guarantee

PCN

This equipment is guaranteed by Cidepe: **The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research** for the period of to 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.

The instructions identified in the upper right corner of the page, by numbers beginning with "199..." are intended to the teacher.

The instructions identified in the upper right corner of the page, by numbers beginning with "999..." are for safety information and important warnings.

Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

Los productos Cidepe son adecuados a los Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

Cidepe's products are adequate for Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN



## Informações sobre avisos importantes de uso e de serviços.

### Evite a corrosão do equipamento

Embora os produtos Cidepe apresentem excelente tratamento de superfícies, não utilize o equipamento em ambientes agressivos ou com excesso de sal, a corrosão diminui a sua vida útil e prejudica o seu bom funcionamento - **Figura 1.**

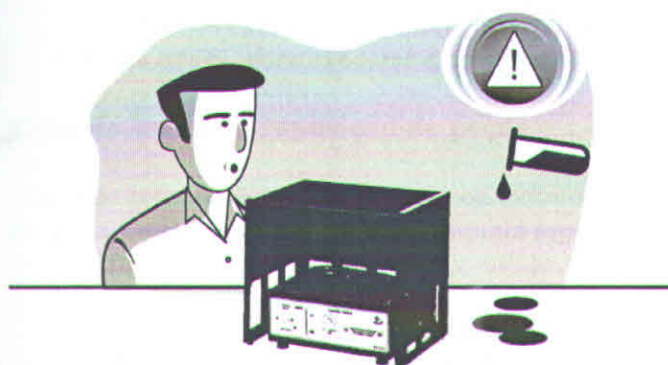


Figura 1

Caso isto seja inevitável, procure diminuir ao máximo a temperatura e a umidade do ambiente onde ele estiver localizado.

### Acessórios conectáveis ao equipamento

Não conecte outros dispositivos ao equipamentos senão aqueles recomendados ou especificados pelo fabricante - **Figura 2.**

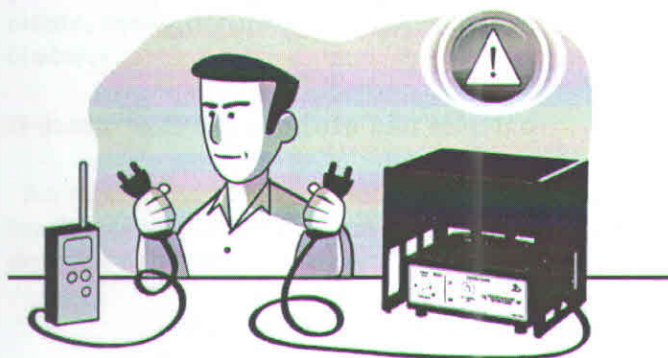


Figura 2

Não coloque objetos pesados sobre o equipamento.

### A limpeza

Não utilize produtos de limpeza com composição agressiva a pintura ou acabamento do equipamento, senão aqueles especificados pelo fabricante - **Figura 3.**

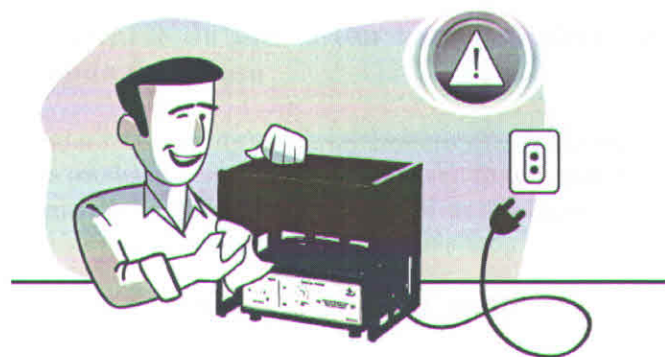


Figura 3

Utilize preferencialmente um pano suave umedecido.

Por razões de segurança os equipamentos elétricos devem ter o plugue retirado da tomada antes de fazer a sua limpeza.

### Equipamentos com entradas para ventilação

Alguns equipamentos podem possuir entradas de ventilação, nunca obstrua estas entradas - **Figura 4.**

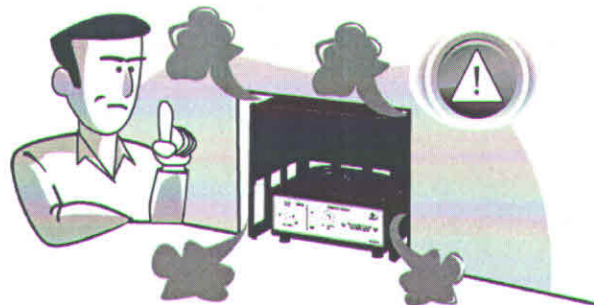


Figura 4

Mantenha sempre o equipamento longe de ambientes com a presença de líquidos.



Caso isso não seja possível tenha cuidado com a proximidade entre os líquidos e as entradas de ventilação, pois isto poderá apresentar riscos de choques elétricos, além da possibilidade de danificar o equipamento.

### **A manutenção em equipamentos não elétricos**

Não realize a manutenção do equipamento além daquela sugerido no manual.

Nunca abra o equipamento, uma vez que ao abri-lo você poderá danificá-lo ou ficar exposto a acidentes, além de comprometer a garantia.

Utilize os canais de comunicação que o fabricante possui para executar este serviço.

### **Caso de troca ou reposição de peças**

Quando for necessário a reposição ou troca de alguma peça, certifique-se que a peça é aquela especificada pelo fabricante.

A substituição de peça por outra diferente do padrão pode resultar em funcionamento incorreto e risco de acidentes, além de comprometer a garantia.

## **Questões ambientais**

### **O descarte da embalagem**

O Cidepe procura usar embalagens cujas partes sejam de fácil separação, bem como de materiais recicláveis. Portanto, as peças das embalagens (calços, tabuleiros, separadores e caixas de papelão e sacos plásticos) devem ter o seu descarte de maneira consciente, sendo destinados, preferencialmente, a recicladores.

### **O descarte de um produto não elétrico**

Ao se desfazer deste produto observe a legislação local existente e vigente em sua região, fazendo o descarte da forma mais correta possível.

- Faça o descarte de maneira consciente, destinando as partes preferencialmente a recicladores.

### **O descarte de um produto elétrico**

Ao se desfazer deste produto, procure companhias especializadas em desmontá-lo corretamente.

Observe a legislação local existente e vigente em sua região, fazendo o descarte da forma mais correta possível.

Faça o descarte de maneira consciente, destinando as partes preferencialmente a recicladores.

### **O descarte de pilhas (ou baterias) elétricas, quando for o caso**

Poderá existir algum equipamento que requeira pilhas (ou baterias) elétricas para o seu funcionamento, nestes casos, após a vida útil das pilhas/baterias, você **não pode** colocá-las em lixo doméstico.

Conforme Resolução CONAMA 401/08.

Em respeito ao meio ambiente, como boa prática, deposite as pilhas e baterias em locais autorizados para sua coleta, dando assim, a destinação adequada as mesmas.

Atenção! Para sua segurança não incinere pilhas.



# Instruções para o professor.

## **Identificação do produto e seus componentes, passo a passo das montagens, cuidados, informações técnicas e teóricas relevantes.**

A divisão do manual denominada **Instruções para o professor** contém a identificação de cada conjunto ou subconjunto adquirido, além do passo a passo para suas respectivas montagens, detalhamento com fotos do equipamento, cuidados necessários, informações técnicas e fundamentos teóricos relevantes.

## **Os diferentes níveis de sugestões experimentais nos manuais Cidepe.**

Existem três níveis de sugestões experimentais nos manuais Cidepe:

- Ensino fundamental,
- Ensino médio
- Ensino superior.

No transcorrer das atividades experimentais, os questionamentos propostos são feitos de modo a permitir uma avaliação pontual, além de referências para a realização satisfatória do experimento.

Cabe ao professor selecionar, na gama de experimentos sugeridos que constam no índice, aqueles que julgar estarem no nível mais recomendado aos seus alunos.

No caso de elaboração de novos experimentos com a interligação de componentes, alertamos cuidados especiais para o item relativo à segurança e manuseio correto. Nunca realize um experimento novo sem a absoluta certeza de que ele é seguro.

O presente manual é parte integrante do manual geral do conjunto de equipamentos que você está recebendo e as instruções estão distribuídas segundo determinada ordem: inicialmente instruções para o professor seguido de sugestões de atividades para o aluno, sendo que estas atividades contemplam variados níveis de ensino.

## **Como montar um manual personalizado com a sequência experimental desejada.**

A equipe de editoração do Cidepe pode produzir um **manual personalizado** tanto para o professor como para o aluno, organizando a seleção, ordem e os níveis das sugestões inicialmente propostas de acordo com a necessidade da sua Instituição.

## **Como montar um manual personalizado com capa personalizada.**

Para ter uma **capa personalizada** basta enviar eletronicamente os dados que deverão constar nesta capa como nome da instituição, localidade, logomarca, etc.

## **Onde encontrar o sumário atualizado das instruções que acompanham determinado equipamento constante em qualquer conjunto Cidepe.**

É possível obter o sumário das instruções que acompanham determinado equipamento específico constante em qualquer conjunto Cidepe acessando a página do Cidepe na internet <http://www.cidepe.com.br/> e na aba Livro - Índices clicar em Arquivo para download.

## **Outras informações e suporte técnico.**

Em certas atividades consta a seguinte expressão "Os itens assinalados por ★ não acompanham o conjunto". Estes itens costumam ser material de consumo e uso geral como água, fósforos, etc. ; outros itens já existentes em outros equipamentos ou itens de uso corrente em laboratórios.

Em caso de dúvidas sobre equipamentos, manuais ou instruções entre em contato através: [supportetecnico@cidepe.com.br](mailto:supportetecnico@cidepe.com.br)

Conheça o calorímetro transparente de duplo vaso, 1000 mL.



Autor: Luiz Antonio Macedo Ramos

#### Composição do EQ085A.

01 calorímetro didático transparente com:

- vaso externo de vidro;
- vaso central de alumínio;
- conjunto isolante de separação e centragem dos frasco em aço inoxidável e silicone;
- agitador;
- tampa transparente com:
  - apoio periférico para alinhamento e fechamento simultâneo dos vasos;

01 termômetro com escala de -10 a 110 °C.

01 livro Física Experimental com:

- check list,
- garantia de dois anos (veja condições),
- instruções técnicas,
- sugestões de experimentos.

**Alimentação:** Em conformidade com o manual.



## Termodinâmica, a calorimetria.

### A calorimetria.

A calorimetria é a medida da quantidade de calor absorvida ou liberada durante uma transformação física ou química.

#### • O calor.

Calor é o nome dado à energia térmica em trânsito de um corpo para outro devido a diferença de temperatura existente entre eles.

#### • A caloria (cal).

A caloria (cal) é a quantidade de calor que deve ser fornecida a um grama de água, para elevar sua temperatura de 1 °C.

#### • A capacidade térmica (capacidade calorífica).

Capacidade térmica (ou capacidade calorífica) é a quantidade de calor que é necessário fornecer para aumentar de um grau a temperatura de um corpo. É função da natureza da substância e de sua massa.

A capacidade térmica  $C$  é uma característica de cada corpo, diferentes blocos de chumbo tem diferentes capacidades térmicas, apesar de serem de mesma substância (chumbo).

#### • O calor latente de mudança de estado.

Calor latente de mudança de estado ( $L$ ) é a quantidade de calor, por unidade de massa, que é necessário fornecer ou retirar de um dado corpo, sob uma certa pressão, para que ocorra a mudança de estado, sem variação de temperatura.

Toda substância sob pressão constante sofre mudança de estado a uma determinada temperatura. Nas mesmas condições, uma mesma porção de massa de uma mesma substância necessitará de uma mesma quantidade de calor para sofrer a mesma mudança de estado.

Exemplos:

- calor latente de fusão do gelo:

$$\bullet L_F = 80 \text{ cal/g .}$$

- calor latente de solidificação da água:

$$\bullet L_S = - 80 \text{ cal/g .}$$

#### • O calor específico (capacidade térmica mássica).

Calor específico (ou calor sensível, ou capacidade térmica mássica) é a quantidade de calor, por unidade de massa, que é necessário fornecer ou retirar de um dado corpo, sob uma certa pressão, para que ocorra uma variação de um grau em sua temperatura.

#### O que é um calorímetro.

O calorímetro é basicamente constituído de uma câmara com paredes adiabáticas, provida de um agitador e de um termômetro.

A massa total dos componentes de um calorímetro é conhecida e constante.

#### • Para que serve o calorímetro.

O calorímetro permite determinar:

- a quantidade de calor liberada ou absorvida por uma transformação física ou química realizada em seu interior.
- o calor específico de uma substância.
- o calor latente de uma substância.
- o calor de reação, etc.

Para a determinação do calor específico de uma substância se coloca no interior do calorímetro uma porção desta substância com massa e temperatura inicial conhecidas (geralmente a temperatura inicial é a ambiente  $t_a$ ).

#### As trocas de calor no interior do calorímetro,

## método das misturas.

### • O calor perdido e o calor recebido.

Com o corpo de prova no interior do calorímetro, adiciona-se uma certa quantidade de água quente à temperatura  $t$  ( $t > t_a$ ) e fecha-se em seguida o calorímetro.

Aguarda-se algum tempo para que o sistema **termicamente isolado** (calorímetro + água + corpo de prova) entrem em **equilíbrio térmico** a uma temperatura final  $t_e$ .

Nestas condições:

**Calor perdido** (pela água quente) = **Calor recebido** (pelo calorímetro, corpo de prova e meio ambiente).

Lembre de que o calor é uma modalidade de energia em trânsito que passa de um corpo de temperatura mais alta para outro de temperatura inferior.

Isto invalida as afirmações que levam a crer que um corpo possui calor.

O calor recebido pelo meio ambiente se deve ao fato do calorímetro não possuir um isolamento ideal. Para amenizar este percentual de perda, o tempo máximo para a tomada da temperatura será fixado em 3 minutos, isto permitirá ignorarmos a perda para o meio ambiente.

Equacionando, calculamos o calor específico da substância que compõe o corpo de prova.

Como o calor específico do calorímetro é difícil de ser conseguido em virtude dele ser constituído de diversos materiais, você pode contornar esta dificuldade determinando o equivalente em água do calorímetro.

### • O equivalente em água do calorímetro.

Suponha que o calorímetro seja constituído de água, neste caso, a questão é determinar a quantidade de  $H_2O$  que absorveria a mesma quantidade de calor que o calorímetro.

Desta maneira, você pode pensar num "equivalente em água ( $m_e$ )" do calorímetro, assim, pode equacionar as trocas de calor da seguinte forma:

$$m_a c_a (t - t_e) = (m_e c_a + m_{cp} c_{cp})(t_e - t_a)$$

onde:

$m_e$  = equivalente em água do calorímetro.

Este equivalente em água do calorímetro pode ser determinado conforme a atividade **1052.027A**.

#### Lembrete:

- $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$ ;
- $1 \text{ ml}$  de água equivale a  $1 \text{ g}$ .

### • O que é um calorímetro elétrico e para que ele serve.

O calorímetro elétrico goza de todas as propriedades do calorímetro simples, diferindo essencialmente por apresentar um resistor adicional **R**.

Quando se fornece energia elétrica com potência constante **W** a um resistor de resistência **R** mergulhado num sistema (calorímetro), a temperatura do sistema será elevada de  $t_i$  para  $t_p$ , de tal modo que:

**Q** (Energia dissipada pelo resistor) = **Q<sub>a</sub>** (Energia absorvida pelo sistema) - **Q<sub>t</sub>** (Energia dissipada pelo sistema ao meio ambiente), ou seja:

$$Q = Q_a - Q_t \quad (I)$$

Devido a considerações obtidas por análise matemática de nível superior, para que a energia dissipada pelo sistema ao meio ambiente (**Q<sub>t</sub>**) tenda a um valor mínimo, se faz necessário:

- Isolar o sistema a fim de se obter uma **condutividade térmica** praticamente constante e minimizada.

O ideal seria conseguir zerá-la, porém, na prática, isto é inviável.

- Devido a inviabilidade do revestimento do sistema apresentar condutividade térmica nula, devemos variar a temperatura (em função do tempo) o mais linearmente possível.

Para que isto aconteça, é recomendável se trabalhar numa faixa de temperatura não muito afastada da temperatura ambiente.



Aqui também se torna óbvio que, se a variação de temperatura for muito pequena, a margem de erro introduzida poderá invalidar a atividade, razão pela qual sugerimos alguns cuidados no transcorrer das atividades.

Levando em conta o acima exposto, consideraremos a energia transferida pelo calorímetro ao meio ambiente desprezível, com isto admitiremos:

$$Q_t = \text{zero}$$

e a expressão (I) fica reduzida a:

$$(II) \quad Q_{\text{(energia dissipada pelo resistor)}} = Q_a_{\text{(energia absorvida pelo sistema)}}$$

Lembre de que o calor é uma modalidade de energia em trânsito que passa de um corpo de temperatura mais alta para outro de temperatura inferior.

Observe que, pela igualdade (II), com o auxílio de instrumentos elétricos facilmente se determina  $Q$  (a energia dissipada por efeito Joule pelo resistor) e com o uso do calorímetro se determina  $Q_a$  (a energia absorvida pelo sistema).

O resultado obtido na determinação da energia dissipada (segundo considerações energéticas sob o ponto de vista mecânico) gera resultados expressos na unidade padrão joule (J), enquanto que no estudo isolado do calor a unidade usual é a caloria (cal).

#### • O equivalente mecânico do calor.

O emprego do calorímetro elétrico permite determinar o equivalente mecânico do calor  $J$  (operador que transforma a unidade Joule em caloria ou vice-versa), isto é, relaciona o trabalho executado por um sistema com a quantidade de calor trocado no processo.

#### • Joule, James Prescott (1818-1889).

James Prescott Joule foi um físico inglês que se tornou famoso por suas experiências envolvendo a "transformação de trabalho em calor".

## Atividades para o aluno

As instruções relativas às atividades para o aluno contêm uma sequência de experimentos com: título, habilidades e competências específicas (segundo os PCN brasileiro), fundamentos teóricos, material necessário para realizar o experimento, detalhamento com fotos do equipamento real e o andamento das atividades com questões sucessivas.

No transcorrer das atividades experimentais, os questionamentos propostos são feitos de modo a permitir uma avaliação pontual, além da orientação para a realização satisfatória do experimento.

Cabe ao professor selecionar, na gama de experimentos que constam no índice, àqueles que julgar que apresentam o nível desejado e/ou criam novas situações e/ou experimentos para os alunos.



## A determinação do equivalente em água de um calorímetro.

### 1 - Habilidades e competências.

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

- identificar as trocas de calor envolvidas no processo;
- determinar o equivalente em água de um calorímetro.

### 2 - Material necessário.

- 01 calorímetro de água com agitador;  
 01 termômetro - 10 a 110 °C;  
 ☆ 01 copo becker de 250 ml, com 100 ml de água destilada gelada;  
 ☆ 01 copo becker de 250 ml, com 100 ml de água destilada a temperatura ambiente (servirá de corpo de prova);  
 ☆ 01 copo de becker de 250 ml, vazio.  
 ☆ 01 água quente numa garrafa térmica (para acelerar o experimento);  
 ☆ 01 proveta graduada de 100 ml;  
 ☆ 01 caixa de fósforos;  
 ☆ 01 pano de limpeza.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o calorímetro.

### Fundamentos.

#### • O equivalente em água do calorímetro.

O **equivalente em água** de um calorímetro é a massa de água (em gramas) que equivale, em efeito térmico, ao conjunto de componentes do calorímetro (vaso, tampa, agitador, termômetro, etc).

O equivalente em água do calorímetro é uma de suas características mais importante.

O calorímetro experimenta todas as trocas de calor necessárias para atingir o equilíbrio térmico, logo, ele intervém e deve ser considerado nos cálculos pertinentes à estas trocas.

Uma vez definido todos os componentes do calorímetro, o sistema fica invariável em sua constituição (física e quimicamente).

Isto permite determinarmos a quantidade de calor necessária para elevar a sua temperatura de 1 °C.

Uma vez determinado o equivalente em água de um calorímetro, você não deve trocar nenhuma de suas partes, caso contrário o calorímetro se modifica e o equivalente em água deve ser determinado novamente.

Nesta atividade você irá determinar o **equivalente em água** de um calorímetro a partir de duas massas de água à temperaturas diferente.

É de suma importância a qualidade das medidas, inclusive às das massas líquidas.

### 4 - Montagem.

• Coloque no calorímetro **50 ml de água fria** com temperatura em torno de 10 °C **abaixo da temperatura ambiente.**

Em atividades didáticas pode ser considerado que 1 cm<sup>3</sup> de água destilada = 1 ml o que, com boa aproximação, corresponde a 1 grama.

• Tampe o conjunto e introduza o termômetro no calorímetro.

### 5. Andamento das atividades.

5.1. Prepare num copo de becker vazio 50 ml de **água morna** com temperatura em torno de 10 °C **acima da temperatura ambiente.**

5.2. Meça a temperatura inicial  $\theta_{\text{anf}}$  do calorímetro com **água fria** (ela pode ter variado).

$$\theta_{\text{anf}} = \text{-----} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

5.3. Meça a temperatura  $\theta$  da água morna do copo (ela pode ter variado).

$$\theta_{\text{oaq}} =$$

- Derrame a água morna no calorímetro.
- Tampe calorímetro.
- Introduza o termômetro no calorímetro pelo orifício da tampa.

5.4. Agite leve e constantemente a mistura.

- Anote a máxima temperatura alcançada (temperatura de equilíbrio térmico entre o calorímetro e a mistura).

$$\theta_e =$$

5.5. Com os dados obtidos calcule a massa total de água utilizada.

5.6. Determine o equivalente em água  $m_e$  do calorímetro, sabendo que:

Calor perdido = Calor ganho

$$m_{\text{aq}} c_a (\theta_{\text{oaq}} - \theta_e) = (m_e c_a + m_{\text{af}} c_a) (\theta_e - \theta_{\text{of}})$$

onde:

- $m_{\text{aq}}$  = massa de água morna
- $c_a$  = calor específico da água
- $\theta_{\text{oaq}}$  = temperatura inicial da água morna
- $\theta_e$  = temperatura de equilíbrio térmico
- $m_e$  = equivalente em água do calorímetro
- $m_{\text{af}}$  = massa de água fria
- $\theta_{\text{of}}$  = temperatura inicial da água fria

• Caso o tempo para realização desta atividade já esteja comprometido:

- Identifique este calorímetro e anote o valor determinado com a observação:

**Equivalente em água (obtido com uma única medida):**

$$m_e = \text{----- g}$$

• Caso o tempo para realização desta atividade não esteja comprometido:

5.8. Esvazie, seque o calorímetro e refaça o experimento.

- Resultado da segunda medida:

$$m_{e2} = \text{----- g}$$

- Refaça uma terceira vez o experimento.

- Resultado da terceira medida:

$$m_{e3} = \text{----- g}$$

5.9. Calcule o valor médio do equivalente em água deste calorímetro:

- Identifique este calorímetro e anote o valor determinado com a observação:

**Equivalente em água deste calorímetro (média de três medidas):**

$$m_e = \text{----- g}$$

**Observação 1!** Substituindo a água por glicerina, cujo calor específico é menor do que o da água, você pode obter resultados mais precisos

**Observação 2!** Sempre que possível, é recomendável realizar várias medidas do equivalente em água, inclusive variando um pouco as massas e calculando o seu valor médio.



A determinação do calor específico (capacidade térmica mássica) de um sólido.

### 1 - Habilidades e competências.

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

- mencionar as trocas de calor envolvidas no processo;
- determinar o calor específico de corpos sólidos.

### 2 - Material necessário.

01 calorímetro (1) com agitador e equivalente em água conhecido,  $m_e = \text{----- g}$  (caso necessário, veja instrução 1993.002A);

01 termômetro de -10 a 110 °C (8);

☆ 01 tripé delta (1) com haste (2) e sapatas niveladoras;

☆ 01 mufa dupla a 90 graus (3);

☆ 01 pinça com cabo (4);

☆ 01 anel de ferro com mufa (5);

☆ 01 tela para aquecimento (6);

☆ 01 corpo de prova de alumínio, com cordão para transporte (9) e massa de ----- g.

☆ 01 fio com argola e gancho (12);

☆ 01 proveta graduada de 100 ml (13);

☆ 01 cronômetro;

☆ 01 fonte térmica;

☆ 01 copo becker de 250 ml com 100 ml de água destilada a temperatura ambiente;

☆ pano de limpeza;

☆ caixa de fósforos.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### Pré-requisitos.

- Leitura da instrução 1993.002A.
- Calorímetro com o equivalente em água definido.

$$m_e =$$

Observação: Neste experimento se utiliza como corpo de prova o alumínio entretanto poderá ser utilizado outro material.

### 4 - Montagem.

Execute a montagem conforme a Figura 1.

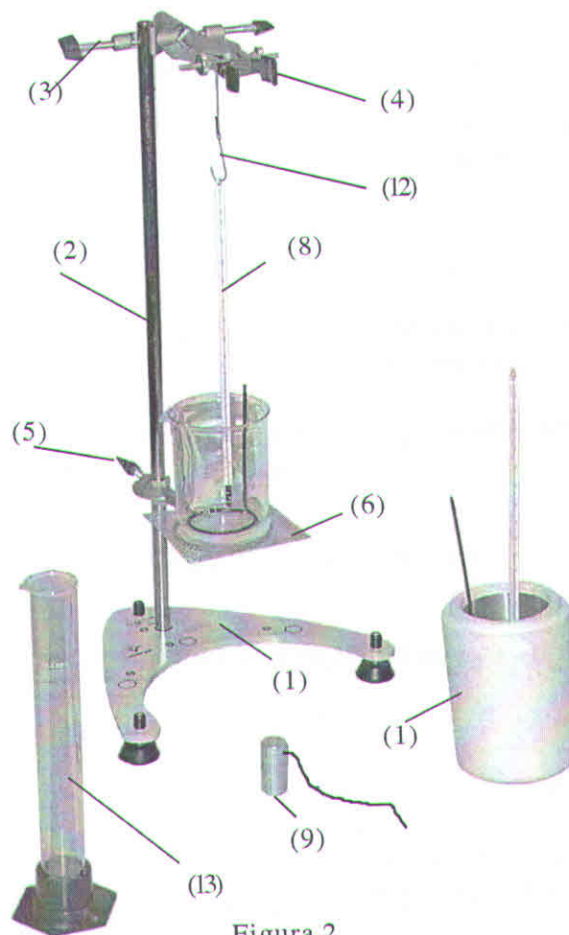


Figura 2

### 5. Fundamentos teóricos.

#### • O calor específico (capacidade térmica mássica) de uma substância.

O calor específico (ou capacidade térmica mássica, ou calor sensível) é quantidade de calor que devemos fornecer ou retirar de uma unidade de massa de determinada substância para que sua temperatura varie de um grau.

Por definição do calor específico (c):

$$c = Q/(m\Delta\theta)$$

Unidade = cal / (g.°C).

Numericamente o calor específico significa a quantidade de calor que deve ser ministrada a um grama de massa da substância para elevar a sua temperatura de 1 °C.

Pode-se dizer que o calor específico caracteriza uma substância (em determinado estado físico).

O calor específico é constante para cada substância em cada estado físico.

## 6. Andamento das atividades.

### • O calor específico do alumínio (capacidade térmica mássica do alumínio).

6.1. Coloque 100 ml de água a temperatura ambiente, no interior do calorímetro.

Em atividades didáticas comuns, podemos considerar que 1 cm<sup>3</sup> de água destilada = 1 ml e que, com boa aproximação, corresponde a 1 grama.

• Tampe o conjunto e introduza o termômetro no calorímetro.

6.2. Anote a massa  $m_{Al}$  do corpo de prova de alumínio.

$$m_{Al} = \text{-----} \text{ g}$$

6.3. Coloque o corpo de prova de alumínio no interior de um copo becker com 100 ml de água destilada à temperatura ambiente.

• Aqueça o conjunto até a ebulição.

• Após a ebulição, desligue o sistema de aquecimento.

• Aguarde 3 minutos, sempre agitando levemente o corpo de prova no interior da água quente.

• Leia e anote a temperatura inicial do alumínio.

$$\theta_{oAl} = \text{-----} \text{ °C}$$

6.4. Anote a temperatura ambiente (temperatura inicial do calorímetro com água).

$$\theta_a = \text{-----} \text{ °C.}$$

6.5. Transporte o corpo de prova de alumínio pelo fio, colocando-o dentro do calorímetro.

• Tampe calorímetro e introduza o termômetro no orifício da tampa.

6.6. Agite leve e constantemente a mistura.

• Leia e anote a temperatura máxima alcançada (temperatura de equilíbrio térmico do calorímetro).

$$\theta_e = \text{-----}$$

6.7. O calor específico ( $c_{Al}$ ) da substância que compõe o corpo de prova pode ser obtido pela equação:

$$Q_{\text{cedido}} \text{ corpo de prova de Al} = Q_{\text{recebido}} \text{ calorímetro} + Q_{\text{recebido}} \text{ água}$$

$$m_{Al}c_{Al}\Delta\theta' = m_e\Delta\theta + m_a c_a \Delta\theta$$

$$m_{Al}c_{Al}(\theta_{oAl} - \theta_e) = m_e(\theta_e - \theta_a) + m_a c_a(\theta_e - \theta_a)$$

Onde:

$m_{Al}$  = massa do corpo de prova de Al.

$c_{Al}$  = calor específico do alumínio.

$\theta_{oAl}$  = temperatura inicial do corpo de prova (Al).

$\theta_e$  = temperatura de equilíbrio térmico do sistema.

$m_e$  = equivalente em água do calorímetro.

$\theta_a$  = temperatura inicial da água no calorímetro.

$m_a$  = massa de água que foi colocada no calorímetro.

$c_a$  = calor específico da água.

• Com os dados obtidos determine o calor específico do alumínio.



**Atividade opcional.**

- **O calor específico do ferro (capacidade térmica mássica do ferro).**

**2 - Material necessário.**

01 calorímetro (1) com agitador e equivalente em água conhecido,  $m_c = \text{_____ g}$  (caso necessário, veja instruções 1993.002A);

- ☆ 01 termômetro de -10 a 110 °C (8);
- ☆ 01 tripé delta com haste (2) e sapatas niveladoras;
- ☆ 01 mufa dupla a 90 graus (3);
- ☆ 01 pinça com cabo (4);
- ☆ 01 anel de ferro com mufa (5);
- ☆ 01 tela para aquecimento (6);
- ☆ 01 corpo de prova de ferro, com cordão para transporte e massa de \_\_\_\_\_ g.
- ☆ 01 fio com argola e gancho (12);
- ☆ 01 proveta graduada de 100 ml (13);
- ☆ 01 cronômetro;
- ☆ 01 fonte térmica;
- ☆ 01 copo becker de 250 ml com 100 ml de água destilada a temperatura ambiente;
- ☆ pano de limpeza;
- ☆ caixa de fósforos.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

6.1. Coloque 100 ml de água a temperatura ambiente, no interior do calorímetro.

Em atividades didáticas comuns, podemos considerar que **1 cm<sup>3</sup> de água destilada = 1 ml** e que, com boa aproximação, corresponde a **1 grama**.

- Tampe o conjunto e introduza o termômetro no calorímetro.

6.2. Anote a massa  $m_{Fe}$  do corpo de prova de ferro que será utilizado.

$$m_{Fe} = \text{_____ g}$$

6.3. Coloque o corpo de prova no interior do copo becker com 100 ml de água destilada à temperatura ambiente.

- Aqueça o conjunto até a ebulição.
- Após a ebulição, desligue o sistema de aque-

cimento.

- Aguarde 3 minutos, agitando levemente o corpo de prova no interior da água quente.

- Leia e anote a temperatura inicial do ferro.

$$\theta_{0Fe} = \text{_____ } ^\circ\text{C}$$

6.4. Anote a temperatura ambiente  $t_a$  (temperatura inicial do calorímetro com água).

$$\theta_a = \text{_____ } ^\circ\text{C}$$

6.5. Transportando pelo fio, coloque o corpo de prova de ferro no interior do calorímetro.

- Tampe calorímetro e introduza o termômetro no orifício da tampa.

6.6. Agite leve e constantemente a mistura. Leia e anote a máxima temperatura alcançada (temperatura de equilíbrio térmico do calorímetro).

$$\theta_e = \text{_____}$$

6.7. O calor específico ( $c_{Fe}$ ) da substância que compõe o corpo de prova pode ser obtido pela equação:

$$Q_{cedido} \text{ corpo de prova de Fe} = Q_{recebido} \text{ calorímetro} + Q_{recebido} \text{ água}$$

$$m_{Fe} c_{Fe} \Delta\theta' = m_c \Delta\theta + m_a c_a \Delta\theta$$

$$m_{Fe} c_{Fe} (\theta_{0Fe} - \theta_e) = m_c (\theta_e - \theta_a) + m_a c_a (\theta_e - \theta_a)$$

$m_{Fe}$  = massa do corpo de prova de ferro.

$c_{Fe}$  = calor específico do ferro.

$\theta_{0Fe}$  = temperatura inicial do corpo de prova (Fe).

$\theta_e$  = temperatura de equilíbrio térmico do sistema.

$m_c$  = equivalente em água do calorímetro.

$\theta_a$  = temperatura inicial da água no calorímetro.

$m_a$  = massa de água que foi colocada no calorímetro.

$c_a$  = calor específico da água.

- Com os dados obtidos determine o calor específico do ferro.