

1
livro

8
aula

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA I - CAPACIDADE CALORÍFICA DO CALORÍMETRO

META

Aplicar o princípio das trocas de calor nos processos de transferência de energia.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá ser capaz de:
calcular a quantidade de calor recebido e cedido;
descrever as unidades de troca de calor;
calcular a capacidade calorífica do calorímetro; e
construir gráficos $Q \times T$ para calcular a capacidade calorífica do calorímetro

PRÉ-REQUISITOS

Saber utilizar gráficos em papel milimetrado.
Conhecer as escalas de temperatura.
Saber fazer leitura em termômetros



(Fonte: <http://www.3bscientific.es>)

Olá, caro aluno! Na aula passada, aprendemos a aplicar a lei de Hooke num sistema massa mola.

Nesta aula, vamos estudar a Lei da Conservação de Energia para calcular a Capacidade Calorífica do Calorímetro.

INTRODUÇÃO

A parte física que se preocupa em medir a quantidade de calor chama-se CALORIMETRIA.

Colocando-se dois corpos com temperaturas diferentes em contato, sabemos que o corpo de maior temperatura cede calor e o de menor temperatura recebe calor até que ambos os corpos apresentem a mesma temperatura. Temperatura chamada de *Equilíbrio Térmico*.

Calor é uma forma degradada de energia. Podemos citar os seguintes princípios que regem as trocas de calor.

- a) Ao introduzir um corpo aquecido em recipiente termicamente isolado, contendo determinada massa d'água, a quantidade de calor cedido durante seu resfriamento, determina a elevação da temperatura d'água e do recipiente.
- b) Para avaliação das quantidades de calor, trocadas pelas partes componentes do sistema, ao introduzir o corpo aquecido na água do calorímetro, devem ser conhecidas às temperaturas t_1 inicial e t_2 final do líquido e da mistura.

Capacidade calorífica ... C

É a quantidade de calor necessária para elevar de 1°C a temperatura de um corpo de massa m e calor específico C (cal/g $^\circ\text{C}$).

$$C = m \cdot c$$

As unidades de calor?

- a) Caloria (cal)

É a quantidade de calor suficiente para produzir a elevação de 1°C em um grama de água (de $14,5^\circ\text{C}$ a $15,5^\circ\text{C}$).

Múltiplos de caloria:

- a.1 quilocaloria (kcal) = 100 cal
- a.2 thermia = 10^6 cal
- a.3 B.T.U = 252 cal
- a.4 cal = 4,18J

O B.T.U. (British Thermal Unit)

É a quantidade de calor necessária para produzir em uma libra de água a elevação de 1°F.

$$1 \text{ libra} = 454\text{g} \quad 1^\circ\text{F} = \frac{5}{9}^\circ\text{C}$$

A capacidade calorífica do corpo pode ser definida pela relação: $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$ que é a razão entre a quantidade de calor cedida ou recebida por um corpo e a variação de temperatura.

A quantidade de calor de um corpo calcula-se pela expressão

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Onde:

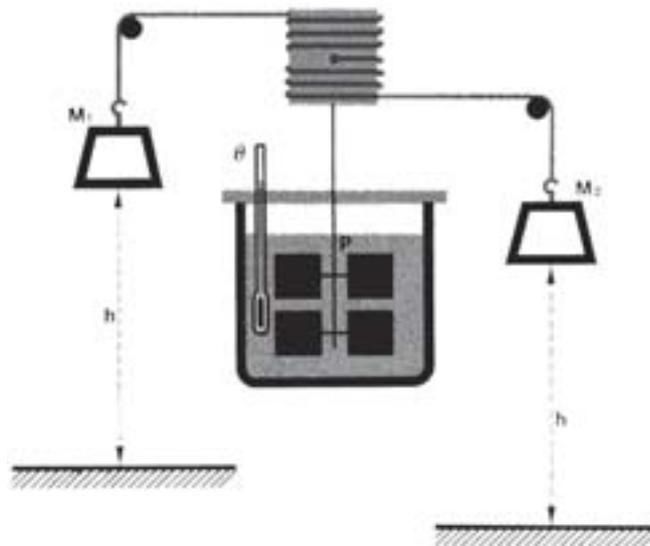
m ————— massa do corpo

c ————— calor específico

$\Delta\theta$ ————— variação de temperatura

Material necessário:

- Placa aquecedora n.º 04022.93 (3)
- Becker 500ml n.º 36015.00 (3)
- Calorímetro n.º 04401.00 (3)
- Termômetro de 11 g, 1/10°C n.º 38033.00(3)
- Balança de precisão ordinária n.º 4409.26 (3)
- Becker 1000ml n.º 36017.00
- Termômetro 1/1°C n.º 04110.00 (3)



(Fonte: <http://profs.ccems.pt>)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- a) Colocar certa quantidade de água sob aquecimento na placa aquecedora ou bico de bunsen.
- b) Pensar o calorímetro vazio – $m = \dots$ g
- c) Introduzir no calorímetro 400ml de água fria
- d) Pensar o calorímetro contendo água fria – $m_1 = \dots$ g
- e) Homogeneizar e após certo tempo observar sua temperatura inicial $t_1 = \dots$ °C
- f) Determinar a temperatura da água aquecida no item a – $t_2 = \dots$ °C
- g) Introduzir 300ml de água à temperatura $t_2 = \dots$ °C no calorímetro e fechar rapidamente o calorímetro.
- h) Homogeneizar e acompanhar a subida rápida da temperatura no interior do calorímetro até a altura máxima. Esta temperatura corresponde à temperatura de equilíbrio térmico $t_{eq} = \dots$ °C
- i) Determinar passagem do calorímetro com água fria misturada com água quente. $M_2 = \dots$ g
- j) Massa de água quente $M_{H_2Oq} = \dots$ g
- k) Proceder como nos itens a, b, c, d, e, f e no item g introduzir 250 ml de H_2O à temperatura $t_2 = \dots$ °C
Continuar o procedimento do item h, i e j.
- m) Proceder nos itens a, b, c, d, e, f e no item g introduzir 150 ml de H_2O à temperatura $t_2 = \dots$ °C. Continuar o procedimento nos itens h, i e j.
- n) Proceder como nos itens a, b, c, d, e, f e no item g introduzir 150ml de H_2O à temperatura de $t_2 = \dots$ °C. Continuar o procedimento nos itens h, i e j.

Análise dos resultados:

- a) Calcular a quantidade de calor recebidas por 400ml de água fria.
- b) Calcular as quantidades de calor cedidas para cada massa de água à temperatura t_2 , introduzida no calorímetro.
- c) Aplique o princípio das trocas de calor que diz: Q recebido = Q cedido, para calcular a capacidade calorífica do calorímetro de Berthelot para cada mistura efetuada.
- d) Tornando a capacidade calorífica igual a 28 cal/°C calcular:

01. Os desvios para cada valor medido
02. O erro relativo percentual para cada valor medido
- e) Qual das misturas efetuadas que você conclui que é mais ideal?
- f) Tabela

	EXPERIÊNCIAS EXECUTADAS				
	1	2	3	4	5
t_1 – Temperatura inicial (°C)					
m_4 – Massa de água (g)	400 ml	400 ml	400 ml	400 ml	400 ml
m_5 – Massa d'água quente adic (g) m_5	300 ml	250 ml	200 ml	150 ml	100 ml
Temperatura final da mistura (teq.tc)					
Temperatura d'água quente adic (°C)					
Quantidade de calor cedida (cal)					
Quantidade de calor recebida (cal)					
Capacidade calorífica do calorímetro ou equivamento em água (Cal/°C)					

Dados e características dos calorímetros utilizados na prática.

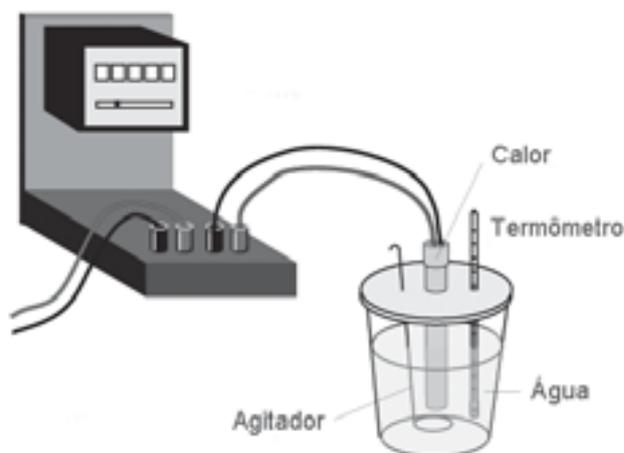
Calorímetro de alumínio.

Massa do calorímetro =g

Calor específico do Al =cal/g°C

Massa do agitador =g

(de latão)



(Fonte: <http://br.geocities.com>)

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Num calorímetro, foi introduzida uma barra de ferro de massa 200g a 40°C, contendo 50g de H₂O a 10°C. Qual a temperatura de equilíbrio térmico? Calcular a quantidade de calor cedido pelo ferro. A capacidade calorífica do calorímetro é 28 Cal/g.°C.

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{recebido}}$$

$$m.c.f.e. \Delta T_1 = m_{H_2O}.c_{H_2O}. \Delta T_2 + C. \Delta T_2$$

$$200 \times 0,11. (40 - T_{eq}) = 50.1. (T_{eq} - 10) + 28. . (T_{eq} - 10)$$

$$880 - 22. T_{eq} = 50. T_{eq} - 500 + 28T_{eq} - 280$$

$$880 + 280 = 58 T_{eq} + 22 T_{eq}$$

$$1160 = 80 T_{eq}$$

$$T_{eq} = 1160 / 80$$

$$T_{eq} = 14,5 \text{ °C}$$

$$\text{A quantidade de calor é } Q = m.c. \Delta T$$

$$Q = 200. 0,11. (40 - T_{eq})$$

$$Q = 22. (40 - 14,5)$$

$$Q = 22. 25,5$$

$$Q = 561 \text{ cal}$$

A quantidade de calor cedido pelo ferro é de 561 calorias.

Nessa experiência que acabamos de realizar, foi misturada uma quantidade de água fria com outra de água quente a uma temperatura de aproximadamente 60°C. A quantidade de calor recebida será pela água fria e o calorímetro

$$Q_1 = m_{H_2O} . c . \Delta T_1 + C_{\text{calorímetro}} . \Delta T_1$$

$$\Delta T_1 = T_{eq} - T_i$$

T_{eq}..... Temperatura de equilíbrio térmico

T_i..... Temperatura inicial da água fria e do calorímetro.

A quantidade de calor cedido pela água quente é dada por

$$Q = m_{H_2O} . c . \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = T_2 - T_{eq}$$

Pelo princípio das trocas de calor em que **Qcedida = Qrecebida** calculamos a capacidade calorífica do calorímetro.

Quando dois corpos com temperatura diferentes são colocados em contato, o de maior temperatura diminui até atingir uma temperatura intermediária de equilíbrio e o de menor aumenta até esse equilíbrio. O calor cedido pelo corpo de maior temperatura é igual ao calor absorvido pelo corpo de menor temperatura.

CONCLUSÃO

RESUMO



Nesta aula, estudamos a lei de conservação de energia. Aprendemos que o processo de mistura de corpos em várias temperaturas permitiu calcular a capacidade calorífica do calorímetro. Para calculá-la, foi utilizado o princípio das trocas de calor ou lei de conservação de energia. O calor recebido pelo corpo frio, o de menor temperatura, e o recipiente (calorímetro), é igual à quantidade de calor cedida pelo corpo quente, o de maior temperatura. A quantidade de calor cedida ou recebida é calculada por $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. A unidade de calor utilizada é a caloria (cal) e quilocaloria (Kcal). A capacidade calorífica é calculada por $C = m \cdot c$ ou $C = Q / \Delta T$ e sua unidade é cal / °C e o calor específico da água é 1cal/g.°C.

PRÓXIMA AULA



Na próxima aula, prezado aluno, você vai continuar estudando a lei de conservação de energia, porém, essa lei será aplicada no cálculo do calor específico de substâncias sólidas.

REFERÊNCIAS

MORETTO, Vasco Pedro; Lenz, Urbano. Mecânica – Física em Módulos de Ensino. 2º grau. São Paulo: Editora Ática S.A., 1980.
OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê; ROBILLOTA, Cecil. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row, 1982.

PUGLIESI NETTO, Humberto; SUAREZ, Francisco; CARNEIRO NETO; RODRIGUES, Oscar de Sá; **Física Experimental**. São Paulo: Nobel, 1975.

ALONSO, Marcelo. E FINN, Edward J. **Física**. Tradutoras: Maria Alice Gomes da Costa e Maria de Jesus Vaz de Carvalho. São Paulo: Addison Wesley Longman do Brasil Ltda, 1999.