



FÍSICA

3 CALORIMETRIA

7. Equivalente elétrico do calor

NOME _____
ESCOLA _____
EQUIPE _____ SÉRIE _____
PERÍODO _____ DATA _____

Questão prévia

“Como a água do chuveiro é aquecida?”

Resposta:

Objetivo

- Medir a equivalência entre a energia elétrica e a energia térmica para determinar o fator de conversão joules - calorias.

Introdução

O secador de cabelos, o chuveiro, a lâmpada elétrica, o ferro elétrico, entre outros, funcionam devido à transformação da energia elétrica em energia térmica (calor), consequência da passagem da corrente elétrica nestes.

Já deve ter observado que nestes aparelhos vem especificado o valor da potência elétrica (P_{el}), como por exemplo, a potência elétrica de um chuveiro igual a 4000 W.

De um modo geral a potência elétrica é dada pelo trabalho realizado pela força elétrica (energia elétrica, E_{el}) em um intervalo de tempo.

$$P_{el} = E_{el} / \Delta t$$

A energia elétrica dissipada é dada pela expressão:

$$E_{el} = P_{el} \Delta t \quad (7.1)$$

ou seja energia elétrica dissipada é igual ao produto da potência elétrica pelo tempo.

Unidade de energia - SI

$$U (E) = 1 \text{ joule (1 J)}$$

Relação entre quilowatt-hora (kWh) e joule (J)

$$1 \text{ kWh} = 10^3 (\text{J/s}) 3,6 \times 10^3 (\text{s}) = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Equivalente elétrico do calor: o princípio da conservação da energia estabelece que quando o calor é transformado em outras formas de energia, ou quando outras formas de energia são transformadas em calor, a quantidade total de energia permanece constante.



Figura 7.1 - James Prescott Joule (1818/1889)

Em 1850, na Inglaterra, James Prescott Joule, estabeleceu a equivalência entre as quantidades de calor e de trabalho mecânico.

Nas medidas realizadas por Joule ele obteve que *para gerar uma quantidade de calor igual a uma caloria, é necessário realizar um trabalho de 4,186 J.*

Esta relação não é válida somente para trabalho mecânico; ela é também válida para outras formas de trabalho, tal como trabalho realizado pela força elétrica (energia elétrica).

Determinação do equivalente elétrico do calor

Neste experimento será determinado o equivalente elétrico do calor, medindo a energia elétrica dissipada por um resistor imerso em uma quantidade de água dentro de um calorímetro durante um certo intervalo de tempo (figura 7.2). A quantidade de energia elétrica dissipada no resistor, em joules, é dada pela expressão 7.1:

$$E_{el} = P_{el} \Delta t$$

A quantidade de calor ganha pela água, em calorias, é calculada como sendo:

$$Q = m c_{\text{água}} \Delta T \quad 7.2$$

Fazendo a razão entre estas quantidades (regra de três), obtemos o valor do fator de conversão do equivalente elétrico do calor, que será representado por J:

$$\begin{aligned} Q \text{ (cal)} &\Leftrightarrow E_{el} \text{ (J)} \\ 1 \text{ cal} &\Leftrightarrow J \text{ (J)} \end{aligned}$$

$$J = E_{el} / Q \quad 7.3$$

E_{el} \Leftrightarrow energia elétrica dissipada no resistor, calculada pela expressão 7.1

Q \Leftrightarrow quantidade de calor ganha pela água, calculada pela expressão 7.2

Observação: Este mesmo experimento, pode ser aplicado para os alunos que estão aprendendo eletricidade (3ª série do ensino médio), não sendo necessário dar o valor da potência elétrica dissipada no resistor. O aluno mede os parâmetros resistência elétrica (R), a corrente elétrica (i) ou a tensão (U), para o cálculo da potência dissipada no resistor, através das expressões:

$$P_{el} = U^2 / R \quad (7.4)$$

ou,

$$P_{el} = R i^2 \quad (7.5)$$

Material

- Calorímetro
- Agitador
- Termômetro (-10 °C - 110 °C)
- Resistor de 10 ohms
- Proveta (100 mL)
- 100 mL de água (de preferência destilada)
- Fonte CC 12 V e carregador de bateria (pertencentes ao kit de Eletricidade / Fontes – pilhas recarregáveis)
- Cronômetro

Obs: A experiência pode ser realizada utilizando 4 pilhas grandes de 1,5 V cada e um resistor de aproximadamente 4,0 ohms.

Procedimento

- Coloque 100 mL de água, medidos na proveta, no calorímetro.
- Mergulhe o resistor na água, deixando os terminais fora do calorímetro, como mostra a fig. 7.2. Coloque o termômetro na água.
- Verifique se o termômetro e o resistor estão livres dentro da água, ou seja, não tocando as paredes do calorímetro.
- Meça a temperatura inicial da água e coloque o valor na tabela 7.1.
- Ligue os terminais do resistor na bateria e simultaneamente acione o cronômetro. Agite a água do calorímetro para a temperatura permanecer uniforme.
- Após aproximadamente 5 minutos (240 s), desconecte o resistor da bateria e meça novamente a temperatura (T_f) da água. Coloque este valor na tabela 7.1.
- Repita o procedimento, no mínimo duas vezes, caso tenha possibilidade.

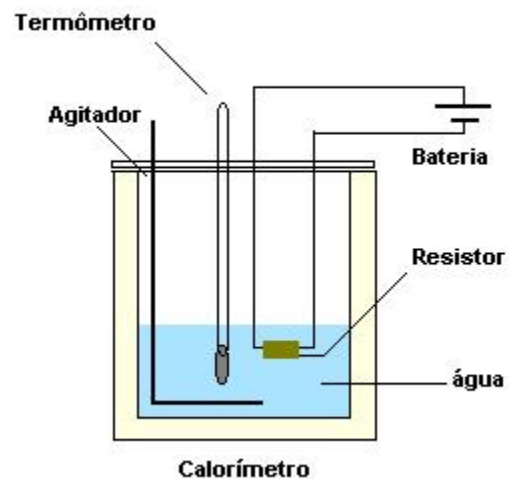


Figura 7.2 - Medida do equivalente elétrico do calor

Determine

- A energia dissipada no resistor (E_{el}) para o tempo medido, em joules, utilizando a expressão 7.1, considerando que a potência dissipada no resistor é aproximadamente 14,4 W, quando utilizada a fonte de 12 V e o resistor de resistência de 10 ohms.
- A quantidade de calor ganha pela água, para o mesmo intervalo de tempo, utilizando a expressão 7.2. Dado: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- O equivalente elétrico do calor, J.

Questões

- 1) Qual o desvio médio do valor encontrado do equivalente elétrico (J) em relação ao valor de referência, $J = 4,186 \text{ J/cal}$?
- 2) Qual a energia elétrica dissipada em kWh, durante 1 h, de um chuveiro elétrico cuja potência é de 4700 W, quando ligado a uma tensão de 220 V? Qual a quantidade de calor, em calorias, gerada?
- 3) E agora você consegue responder a questão prévia?

