

—13—

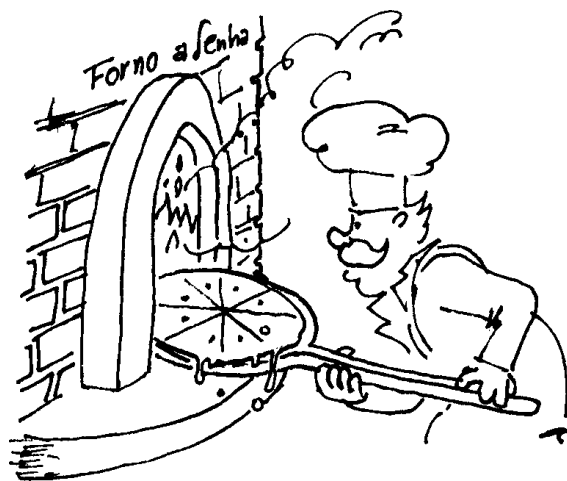
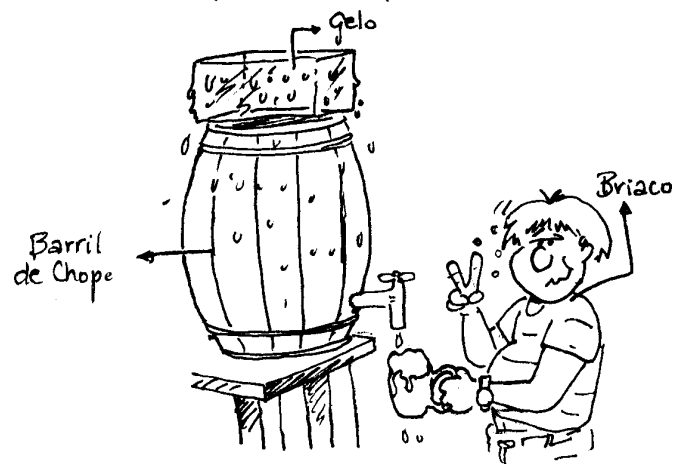
Calculando a energia térmica

Como varia a temperatura de um objeto que recebe calor?

Para controlar o aquecimento e resfriar objetos, máquinas ou ambientes, levamos em conta o calor específico.

Do que mais depende o aquecimento e o resfriamento?

A energia térmica necessária para variar a temperatura de sólidos, de líquidos... pode ser calculada.



A capacidade térmica

O calor específico de uma substância nos informa quantas calorias de energia precisamos para elevar em 1°C a temperatura de 1 grama dessa substância. Portanto, para quantificar a energia térmica consumida ao se aquecer ou resfriar um objeto, além do seu calor específico, temos de levar em conta a sua massa.

Consumimos maior quantidade de calor para levar à fervura a água destinada ao preparo do macarrão para dez convidados do que para duas pessoas. Se para a mesma chama do fogão gastamos mais tempo para ferver uma massa de água maior, significa que precisamos fornecer maior quantidade de calor para ferver essa quantidade de água.

Também para resfriar muitos refrigerantes precisamos de mais gelo do que para poucas garrafas.

Se pensarmos em como as substâncias são formadas, quando se aumenta sua massa, aumenta-se a quantidade de moléculas e temos de fornecer mais calor para fazer todas as moléculas vibrarem mais, ou seja, aumentar sua energia cinética, o que se traduz num aumento de temperatura.

Matematicamente, podemos expressar a relação entre o calor específico de um objeto de massa m e a quantidade de calor necessária para elevar sua temperatura de Δt °C, como:

$$c = \frac{Q}{m \times \Delta t} \quad \text{ou} \quad Q = m \times c \times \Delta t$$

O produto do calor específico de uma substância pela sua massa ($m \cdot c$) é conhecido como a sua **capacidade térmica** (C).

$$C = m \times c$$

Quando misturamos objetos a diferentes temperaturas, eles trocam calor entre si até que suas temperaturas se igualem, isto é, eles atingem o equilíbrio térmico.

Se não houver perda para o exterior (ou se ela for desprezível), consideramos o sistema isolado. Neste caso, a quantidade de calor cedida por um dos objetos é igual à recebida pelo outro. Matematicamente podemos expressar a relação entre a quantidades de calor como:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

Os motores de combustão dos carros necessitam de um sistema de refrigeração. Para que a refrigeração a ar ou a água tenham a mesma eficiência, as duas substâncias têm de retirar a mesma quantidade de calor do motor.

Exercícios:

13.1- Compare as quantidades de ar e de água necessárias para provocar a mesma refrigeração em um motor refrigerado a ar e em um a água.

Resolução:

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \times c_{\text{água}} \times \Delta t_{\text{água}}$$

$$Q_{\text{ar}} = m_{\text{ar}} \times c_{\text{ar}} \times \Delta t_{\text{ar}}$$

Supondo que a variação de temperatura da água e do ar seja a mesma, como : $Q_{\text{água}} = Q_{\text{ar}}$

$$m_{\text{água}} \times c_{\text{água}} = m_{\text{ar}} \times c_{\text{ar}}$$

Ou seja, as capacidades térmicas do ar e da água são iguais.

$$\frac{m_{\text{água}}}{m_{\text{ar}}} = \frac{c_{\text{ar}}}{c_{\text{água}}}$$

$$\frac{m_{\text{água}}}{m_{\text{ar}}} = \frac{0,24}{1} \longrightarrow m_{\text{ar}} = \frac{1}{0,24} \times m_{\text{água}} = 4,2 \times m_{\text{água}}$$

- **Q é a quantidade de calor fornecida ou cedida medida em calorias (cal)**

- **m é a massa da substância medida em grama (g)**

- **Δt é a variação de temperatura medida em grau Celsius (°C)**

- **c é o calor específico da substância medido**

em $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$

13.2- Uma dona-de-casa quer calcular a temperatura máxima de um forno que não possui medidor de temperatura. Como ela só dispõe de um termômetro clínico que mede até 41°C, usa um "truque".

- Coloca uma fôrma de alumínio de 400 gramas no forno ligado no máximo, por bastante tempo.

- Mergulha a fôrma quente num balde com 4 litros de água a 25°C.

- Mede a temperatura da água e da fôrma depois do equilíbrio térmico, encontrando um valor de 30°C.

Calcule a temperatura do forno avaliada pela dona-de-casa. Utilize a tabela de calor específico. Questione a eficiência desse truque.

Resolução:

O calor cedido pela fôrma é recebido pela água.

$$Q_{\text{fôrma}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$m_{\text{fôrma}} = 400 \text{ g} \quad d = \frac{m}{V}$$

$$t_{\text{fôrma}} = ? \quad 1 = \frac{m}{4.000} \times \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$t_{\text{fôrma}} = 30 \text{ }^\circ\text{C} \quad m_{\text{água}} = 4.000 \text{ g}$$

$$c_{\text{alumínio}} = 0,21 \text{ cal/g} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \quad t_{\text{água}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \quad t_{\text{água}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{fôrma}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$m_{\text{fôrma}} \times c_{\text{fôrma}} \times (t_f - t_i) + m_{\text{água}} \times c_{\text{água}} \times (t_f - t_i) = 0$$

$$400 \times 0,21 \times (30 - t_{\text{fôrma}}) + 4.000 \times 1 \times (30 - 25) = 0$$

$$t_{\text{fôrma}} = \frac{20.000 + 2.520}{84} = 268 \text{ }^\circ\text{C}$$

A temperatura do forno é a mesma da fôrma.

A eficiência do truque é questionável quando se supõe que a fôrma atinge a temperatura máxima do forno e também quando desprezamos as perdas de calor para o exterior (balde, atmosfera).

13.3- Se você colocar no fogão duas panelas de mesma massa, uma de cobre e outra de alumínio, após alguns minutos qual delas estará com maior temperatura? Justifique sua resposta.

RESOLUÇÃO:

Consultando os dados apresentados na tabela 12.1, vemos que o calor específico para as duas substâncias é:

$$c_{\text{cu}} = 0,091 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{al}} = 0,21 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$$

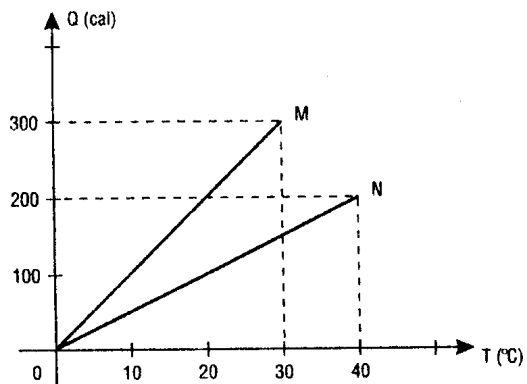
$$\text{Razão} = \frac{0,21}{0,091} = 2,3$$

Ou seja, o calor específico do alumínio é 2,3 vezes maior do que o do cobre.

Como $Q = m c \Delta t$, para a mesma quantidade de calor podemos afirmar, então, que a panela de cobre se aquece mais que a de alumínio, alcançando uma temperatura maior, uma vez que elas têm a mesma massa.

Teste seu vestibular...

13.4- (UECE) Este gráfico representa a quantidade de calor absorvida por dois corpos M e N, de massas iguais, em função da temperatura. A razão entre os calores específicos de M e N é:



- a) 0,5 b) 1,0 c) 2,0 d) 4,0

13.5- (UCMG) A capacidade térmica de um pedaço de metal de 100 g de massa é de 22 cal/°C. A capacidade térmica de outro pedaço do mesmo metal de 1000 g de massa é de:

- a) 2,2 cal/°C c) 220 cal/°C e) 1100 cal/°C
b) 400 cal/°C d) 22 cal/°C

13.6- (UFPR) Para aquecer 500 g de certa substância de 20°C a 70°C, foram necessárias 4 000 cal. O calor específico e a capacidade térmica dessa substância são, respectivamente:

- a) 0,08 cal/g.°C e 8 cal/°C d) 0,15 cal/g.°C e 95 cal/°C
b) 0,16 cal/g.°C e 80 cal/°C e) 0,12 cal/g.°C e 120 cal/°C
c) 0,09 cal/g.°C e 90 cal/°C

13.7- (Fuvest) Um recipiente de vidro de 500 g com calor específico de 0,20 cal/g°C contém 500 g de água cujo calor específico é 1,0 cal/g°C. O sistema encontra-se isolado e em equilíbrio térmico. Quando recebe uma certa quantidade de calor, o sistema tem sua temperatura elevada. Determine:

- a) a razão entre a quantidade de calor absorvida pela água e a recebida pelo vidro;
b) a quantidade de calor absorvida pelo sistema para uma elevação de 1,0°C em sua temperatura.

13.8- (Fuvest) A temperatura do corpo humano é de cerca de 36,5°C. Uma pessoa toma 1 litro de água a 10°C. Qual a energia absorvida pela água?

- a) 10 000 cal c) 36 500 cal e) 23 250 cal
b) 26 500 cal d) 46 500 cal

13.9- (UFCE) Dois corpos **A** e **B** estão inicialmente a uma mesma temperatura. Ambos recebem iguais quantidades de calor. Das alternativas abaixo, escolha a(s) correta(s).

01. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as capacidades térmicas dos dois são iguais.
02. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massas são diretamente proporcionais aos seus calores específicos.
03. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massas são inversamente proporcionais aos seus calores específicos.
04. Se os calores específicos forem iguais, o corpo de menor massa sofrerá a maior variação de temperatura.