Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
FEELT

Temperatura, calor e primeira lei da termodinâmica

Trabalho Extra da Disciplina de Física III
por

Lesly Viviane Montúfar Berrios
11811ETE001

Prof. Silésia Curcino
Uberlândia, Setembro / 2019

Questão 1. Calorimetria: estudo da troca de energia térmica.

Calcule o calor específico de um metal a partir dos dados a seguir. Um recipiente feito do metal tem uma massa de 3,6 kg e contém 14 kg de água. Um peçado de 1,8 kg do metal, inicialmente à temperatura de $180,0°C$, é mergulhado na água. O recipiente e a água estão inicialmente a uma temperatura de $16,0°C$ e a temperatura final do sistema (termicamente isolado) é $18,0°C$. $c_a = 4,18KJ/Kg.K$.

Solução.

Para o Equilíbrio térmico tem-se que na troca de calor $\sum Q = 0$. Logo, como o sistema é termicamente isolado é válida a relação:

$$Q_{recipiente} + Q_{agua} + Q_{pedaco} = 0$$

Portanto,

$$\begin{aligned} m_{recipiente}c_{metal}\Delta T_{recipiente} + m_{agua}c_{agua}\Delta T_{recipiente} + m_{pedaco}c_{metal}\Delta T_{pedaco} = 0 \\ c_{metal}\left(m_{recipiente}\Delta T_{recipiente} + m_{metal}\Delta T_{pedaco}\right) = -m_{agua}c_{agua}\Delta T_{recipiente} \\ c_{metal} = -\frac{m_{agua}c_{agua}\Delta T_{recipiente}}{m_{recipiente}\Delta T_{recipiente} + m_{metal}\Delta T_{pedaco}} \end{aligned}$$

Substituindo com os dados do exercício:

$$c_{metal} = -\frac{14 \cdot (4,18) \cdot 2}{(3,6) \cdot 2 + (1,8) \cdot (18 - 180)}$$

$$c_{metal} = 0,4115\, KJ/Kg.K$$

ou

$$c_{metal} = 0,0985\, cal/g°C$$

Questão 2. Calor e Trabalho.

Um gás em uma câmara fechada passa pelo ciclo mostrado na Figura 1. Determine a energia transferida pelo sistema na forma de calor durate o processo CA se a energia adicionada como calor Q_{AB} durante o processo AB é $20,0J$. Nenhuma energia é transferida como calor durante o processo BC e o trabalho realizado durante o ciclo é $15,0J$.

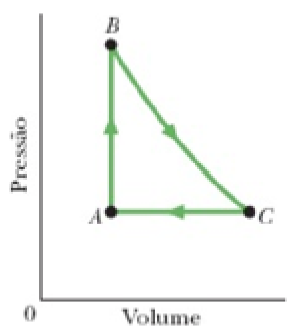

Figura 1: Ciclo de um gás em uma câmara fechada.

Solução.

Como o gás passa por um processo cíclico, tem-se que, após certas trocas de calor e de trabalho, o sistema volta ao estado inicial. Nesse caso, nenhuma propriedade intrínseca do sistema varia, incluindo a energia interna ΔE_{int}. Assim, da Primeira Lei da Termodinâmica, $\Delta E_{int} = Q - W \Rightarrow Q = W$.

Logo, $Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = W_{tot}$.

$$20 + 0 + Q_{CA} = 15$$
$$Q_{CA} = -5J$$

Questão 3. Mecanismos de Transferência de Calor: Radiação.

Aglomerações de pinguins. Para suportar o frio da Antártica, os pinguins-imperadores se aglomeram em bandos. Suponha que um pinguim pode ser modelado por um cilindro circular de altura $h = 1,1m$ e com uma área da base $a = 0,34m^2$. Seja P_i a taxa com a qual um pinguim isolado irradia a energia para o ambiene (pelas superfícies superior e lateral); nesse caso, NP_i é a taxa com a qual N pinguins iguais e separados irradiam energia. Se os pinguins se aglomeram para formar um *cilindro único* de altura h e área da base $N \cdot a$, o cilindro irradia a uma taxa P_u. Se $N = 1000$, determine (a) o valor da razão P_u/NP_i e (b) a redução percentual da perda de energia devido à aglomeração.

Solução.

Quando um sistema e o ambiente trocam energia por meio de ondas eletromagnéticas, diz-se que essas ondas são *radiações térmicas*. Assim, a taxa P_{rad} com a qual um objeto emite energia por radiação eletromagnética é dada por $P_{rad} = \sigma\varepsilon A T^4$, em que $\sigma = 5,6704 \times 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$ (*constante de Stefan-Boltzmann*) e $\varepsilon \in (0,1)$ é a *emissividade* da superfície do objeto.

(a) Razão P_u/NP_i:

Sabendo-se que a área de radiação para um pinguim é dada como $A_i = a + h \cdot 2\sqrt{\pi a}$, e para N pinguins como $A_u = N \cdot a + h \cdot 2\sqrt{\pi N \cdot a}$, tem-se:

$$\frac{P_u}{NP_i} = \frac{\sigma\varepsilon A_u}{N\,\sigma\varepsilon A_i T^4}$$
$$\frac{P_u}{NP_i} = \frac{A_u}{N \cdot A_i}$$
$$\frac{P_u}{NP_i} = \frac{N \cdot a + h \cdot 2\sqrt{\pi N \cdot a}}{N \cdot (a + h \cdot 2\sqrt{\pi a})}$$
$$\frac{P_u}{NP_i} = \frac{1000 \cdot 0,34 + 1,1 \cdot 2\sqrt{\pi 1000 \cdot 0,34}}{1000 \cdot (0,34 + 1,1 \cdot 2\sqrt{\pi 0,34})}$$
$$\frac{P_u}{NP_i} \approx 0,1576$$

(b) Redução percentual da perda de energia devido à aglomeração:

Como $P_u \approx 0,1576 \cdot NP_i$, tem-se a redução de perda de energia de $100\% - 15,76\% = 84,24\%$, quando os pinguins estão aglomerados.