

# Instituto de Física da Universidade de São Paulo

## Física II - 4300112

### 4ª Lista de exercícios - Temperatura e Calor - 2013

1. Uma caixa de isopor, com superfície total  $A = 1 \text{ m}^2$  (incluindo a tampa) e paredes com espessura  $e = 2 \text{ cm}$ , contém gelo e latas de cerveja em seu interior. A caixa de isopor pertence a um grupo de estudantes de física passando férias no Rio de Janeiro, na praia de Copacabana, sob um calor de  $40^\circ\text{C}$ . Sendo a condutividade térmica do isopor  $k = 2 \times 10^{-3} \text{ cal/s.m.K}$ , determine a massa de gelo dentro da caixa de isopor que derrete a cada 1 hora.  
**R:** 180 g.

2. Quando estava pintando o topo de uma antena a uma altura de 225 m, um trabalhador deixa cair acidentalmente uma garrafa com 1,00 l de água da sua mochila. A garrafa é amortecida por arbustos e atinge o solo sem se quebrar. Supondo que a água absorva uma quantidade de calor igual ao módulo da variação da energia potencial, qual é o aumento de temperatura da água?  
**R:**  $0,526^\circ\text{C}$ .

3. Um técnico de laboratório coloca em um calorímetro uma amostra com 85 g de um material desconhecido, a uma temperatura de  $100^\circ\text{C}$ . O recipiente do calorímetro, inicialmente a  $19^\circ\text{C}$ , é feito com 0,150 kg de cobre e contém 0,200 kg de água. A temperatura final do calorímetro é igual a  $26,1^\circ\text{C}$ . Calcule o calor específico da amostra. (Dados: calor específico do cobre:  $0,094 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ )  
**R:**  $0,24 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ .

4. Uma nave espacial feita de alumínio descreve uma trajetória circular em torno da Terra com uma velocidade de 7700 m/s.

(a) Determine a razão entre sua energia cinética e a energia necessária para elevar sua temperatura de  $0^\circ\text{C}$  até  $600^\circ\text{C}$ . (O ponto de fusão do alumínio é igual a  $660^\circ\text{C}$ . Suponha que o calor específico seja constante e igual a  $910 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ )

(b) Com base na sua resposta, discuta o que ocorre quando uma nave espacial tripulada reentra na atmosfera terrestre.

**R:** (a) 54,29.

5. (Moysés) Uma chaleira de alumínio contendo água em ebulição, a  $100^\circ\text{C}$ , está sobre uma chama. O raio do

fundo da chaleira é de 7,5 cm e sua espessura é de 2 mm. A condutividade térmica do alumínio é  $0,49 \text{ cal/s.cm}\cdot^\circ\text{C}$ . A chaleira vaporiza 1 l de água em 5 min. O calor de vaporização da água a  $100^\circ\text{C}$  é de  $540 \text{ cal/g}$ . A que temperatura está o fundo da chaleira? Despreze as perdas pelas superfícies laterais.

**R:** (a)  $104,2^\circ\text{C}$ .

6. (Moysés) Num país frio, a temperatura sobre a superfície de um lago caiu a  $-10^\circ\text{C}$  e começa a formar-se uma camada de gelo sobre o lago. A água sob o gelo permanece a  $0^\circ\text{C}$ : o gelo flutua sobre ela e a camada de espessura crescente em formação serve como isolante térmico, levando ao crescimento gradual de novas camadas de cima para baixo.

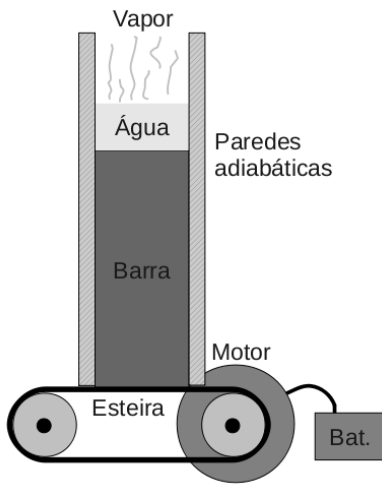
(a) Exprima a espessura  $l$  da camada de gelo formada, decorrido um tempo  $t$  do início do processo de congelamento, como função da condutividade térmica  $k$  do gelo, da sua densidade  $\rho$  e calor latente de fusão  $L$ , bem como da diferença de temperatura  $\Delta T$  entre a água e a atmosfera acima do lago.

*Sugestão:* Considere a agregação de uma camada de espessura  $dx$  à camada já existente, de espessura  $x$ , e integre em relação a  $x$ .

(b) No exemplo acima, calcule a espessura da camada de gelo 1 h após iniciar-se o congelamento, sabendo que  $k = 4 \times 10^{-3} \text{ cal/s.cm}\cdot^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 0,92 \text{ g/cm}^3$  e  $L = 80 \text{ cal/g}$ .

**R:** (a)  $l = \sqrt{\frac{2k(\Delta T)t}{\rho L}}$ , (b) 1,98 cm.

7. A figura representa um sistema consistindo de uma esteira rolante, impulsionada por um motor alimentado por uma bateria, e uma barra de metal, cuja face inferior é aquecida por atrito em contato com a esteira, e a face superior é resfriada em contato com certa quantidade de água (algumas dezenas de litros). A barra é envolta lateralmente por paredes adiabáticas que servem também para conter a água. O sistema está imerso na atmosfera, à pressão próxima de 1 atm ( $\approx 10^5 \text{ Pa}$ ). Estando o motor ligado por um tempo suficiente, o sistema atinge uma situação aproximadamente estacionária em que a água permanece em ebulição (enquanto ainda há água em estado líquido). Sabendo-se que  $1 \text{ cal} \approx 4,2 \text{ J}$ , e nas condições acima, pergunta-se:



- (a) sendo a velocidade linear da esteira igual a  $4,2 \text{ m/s}$  e a força de atrito entre a esteira e a barra de  $10 \text{ N}$ , determine a *potência*  $P_{mec}$  (em Watts) fornecida pelo motor à esteira para manter a velocidade constante.
- (b) Sendo a capacidade térmica e a condutividade térmica da esteira desprezíveis, determine a *quantidade de calor* que flui pela barra por unidade de tempo (em cal/s). Que considerações você fez para obter a resposta?
- (c) Sendo a condutividade térmica da barra dada por  $k = 10^{-2} \text{ kcal/s m}^\circ\text{C}$ , determine a *temperatura* da extremidade inferior. Dados: comprimento da barra:  $10 \text{ cm}$ ; área da seção transversal da barra  $5 \text{ cm}^2$ . Esboce um *gráfico* da temperatura da barra em função da altura a partir da base.
- (d) determine o *tempo* em que  $1 \text{ g}$  de água é vaporizada. Dado: calor latente de vaporização da água  $L \approx 540 \text{ cal/g}$  ( a  $1 \text{ atm}$ ).
- (e) Se o movimento da esteira é subitamente interrompido, que *quantidade de calor* será transferida da barra para a água deste instante até que ocorra o equilíbrio térmico? Dado: calor específico da barra  $c = 0,05 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , densidade  $\rho = 4 \text{ g/cm}^3$ .

**R:** (c)  $T_A = 300^\circ\text{C}$ , (e)  $1 \text{ kcal}$ .