T1.19 - Aço quente na água fria

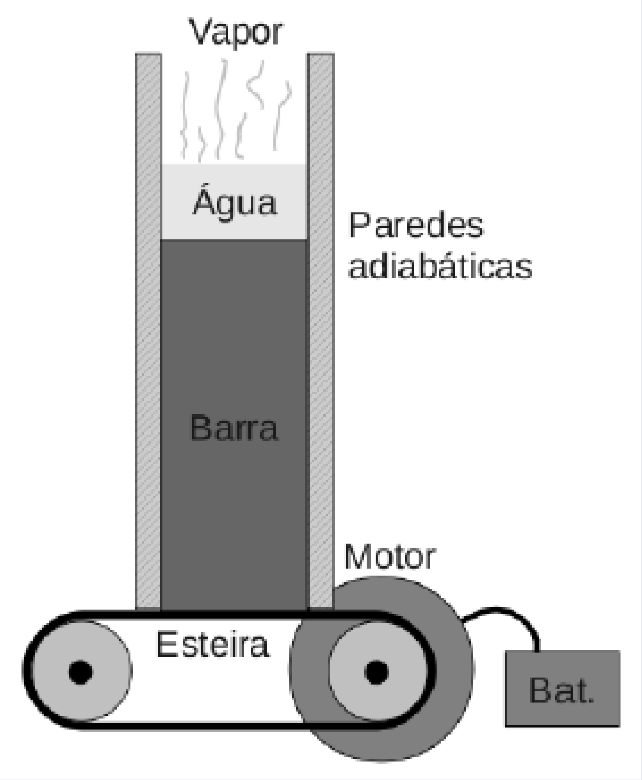
Uma peça de aço de $1{,}20\ \mathrm{kg}$ a $800\ °\mathrm{C}$ é colocada num recipiente com $500\ \mathrm{g}$ de água a $20{,}0\ °\mathrm{C}$. O recipiente tem capacidade térmica desprezível. A temperatura final da água é $52{,}4\ °\mathrm{C}$. Calcular a quantidade de vapor produzida.
Dados: $c_{\text{aço}} = 0{,}45\ \mathrm{J/(g°C)}$, (água) $L_{\text{v}} = 2{,}26\ \mathrm{kJ/g}$.

R: $137\ \mathrm{g}$

Voltar

T1.7 - Esteira Rolante

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 $1\ \mathrm{atm}$ ($\approx 10^5\ \mathrm{Pa}$). 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). Considere $1\ \mathrm{cal} = 4{,}2\ \mathrm{J}$.



Propriedades Térmicas

Exercícios

T1.7 - Esteira Rolante

a) Sendo a velocidade linear da esteira igual a $4{,}2\ \mathrm{m/s}$ e a força de atrito entre a esteira e a barra de $10\ \mathrm{N}$, 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 $\mathrm{cal/s}$). Que considerações você fez para obter a resposta?

c) Sendo a condutividade térmica da barra $\kappa = 10\ \mathrm{cal/(s \cdot m \cdot {}^\circ C)}$, determine a temperatura da extremidade inferior. Esboce um gráfico da temperatura da barra em função da altura a partir da base.

d) Determine o tempo em que $1\ \mathrm{g}$ de água é vaporizada.

e) Se o movimento da esteira é subitamente interrompido, que quantidade de calor será transferida da barra para a água deste instante até que se estabeleça o equilíbrio térmico?

Dados: Barra: comprimento $10\ \mathrm{cm}$, seção $5\ \mathrm{cm}^2$,
densidade $4\ \mathrm{g/cm^3}$, calor específico $0{,}05\ \mathrm{cal/(g \cdot {}^\circ C)}$,
condutividade térmica $10\ \mathrm{cal/(s \cdot m \cdot {}^\circ C)}$
Água: $L_{\text{V}} = 540\ \mathrm{cal/g}$

R: (a) $42\ \mathrm{W}$ (b) $10\ \mathrm{cal/s}$ (c) $300\ {}^\circ\mathrm{C}$ (d) $54\ \mathrm{s}$ (e) $1\ \mathrm{kcal}$

Voltar

Questão 3 (2,5)

Uma amostra de um gás ideal hipotético tem sua capacidade térmica dependente da temperatura e dada por:

$$C_V(T) = C_0 + \alpha T,$$

onde C_0 e α são constantes. Este gás preenche um cilindro provido de um pistão que pode se mover sem atrito, e inicialmente tem pressão P_1, temperatura T_1 e volume V_1. Este gás é então aquecido, a pressão constante até que seu volume chegue a V_2. Encontre, em função dos parâmetros dados acima:

(0,5): a) A temperatura final do gás.

(1,0): b) O trabalho realizado pelo gás.

(1,0): c) O calor transferido ao gás.

a) Pela lei dos gases:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

Processo isobárico: $P_2 = P_1$

$$\boxed{T_2 = T_1\frac{V_2}{V_1}}$$

b)

$$\boxed{W = \int_{V_1}^{V_2} P\mathrm{d}V = P_1\left(V_2 - V_1\right)}$$

c)

$$\begin{aligned}\Delta U &= \int_{T_1}^{T_2} C_V\mathrm{d}T = \int_{T_1}^{T_2}\left(C_0 + \alpha T\right)\mathrm{d}T \\ &= C_0\left(T_2 - T_1\right) + \tfrac{1}{2}\alpha\left(T_2^2 - T_1^2\right) \\ \Delta U &= C_0T_1\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right) + \tfrac{1}{2}\alpha\left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1\right)\end{aligned}$$

Primeira Lei

$$\boxed{Q = \Delta U + W = C_0T_1\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right) + \tfrac{1}{2}\alpha\left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1\right) + P_1\left(V_2 - V_1\right)}$$

Questão 4 (2,5)

Um gás ideal com $\gamma = 5/3$, inicialmente num estado a, com pressão $P_{\rm a}$, volume $V_{\rm a}$ e temperatura T_1, é comprimido, sem que haja transferência de calor nem para dentro nem para fora do sistema, até chegar a um estado b, tendo sua temperatura elevada para T_2 no processo. Depois o gás sofre uma expansão isotérmica, passando ao estado c, onde $V_{\rm c} > V_{\rm a}$. Numa etapa seguinte o gás expande, sem que ocorra nenhuma troca de calor, até um estado d onde sua temperatura é T_1. Por último, o gás é comprimido a temperatura constante, de volta ao estado a.

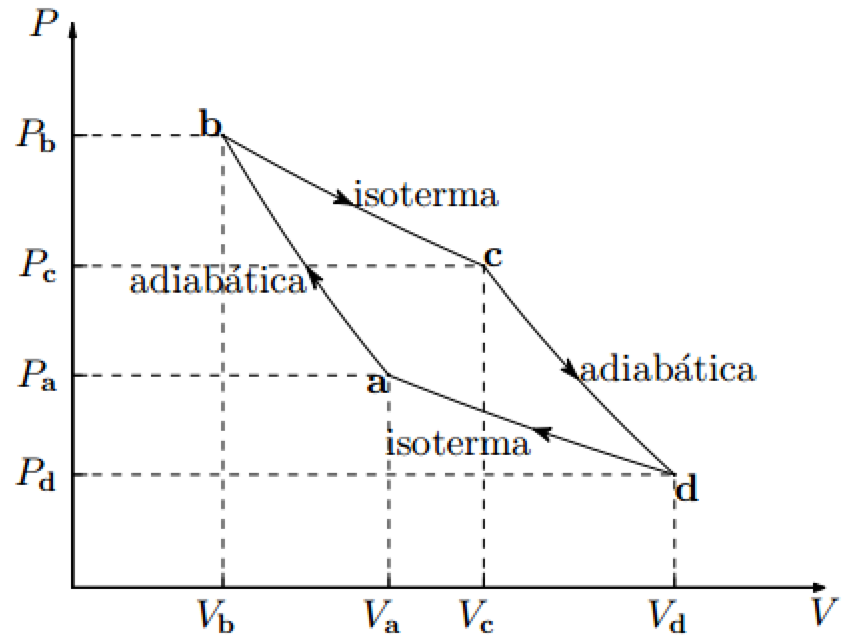
Para suas respostas, considere conhecidos apenas os dados fornecidos, ou seja: $\gamma = c_P/c_V$, $P_{\rm a}$, $V_{\rm a}$, T_1, T_2 e $V_{\rm c}$.

(0,5): a) Faça um esboço de um gráfico da pressão em função do volume, indicando P, V e T para cada um dos estados e também o tipo processo que ocorre entre os estados.

(1,0): b) Determine a pressão $P_{\rm b}$ e o volume $V_{\rm b}$ do gás no estado b.

(0,5): c) Determine o trabalho realizado pelo gás na etapa $\rm b \rightarrow c$.

a)



P
P_b
P_c
P_a
P_d
b
c
a
d
isoterma
adiabática
adiabática
isoterma
V_b
V_a
V_c
V_d
V

b) Leis dos gases:

$$P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}} = nRT_1, \quad P_{\mathbf{b}}V_{\mathbf{b}} = nRT_2 = P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}}\frac{T_2}{T_1}$$

Processo adiabático $\mathbf{a} \rightarrow \mathbf{b}$

$$P_{\mathbf{b}}V_{\mathbf{b}}^{\gamma} = P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}}^{\gamma} \rightarrow \frac{P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}}}{V_{\mathbf{b}}}V_{\mathbf{b}}^{\gamma}\frac{T_2}{T_1} = P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}}^{\gamma} \Rightarrow V_{\mathbf{b}}^{\gamma-1} = V_{\mathbf{a}}^{\gamma-1}\frac{T_1}{T_2}$$

$$V_{\mathbf{b}} = V_{\mathbf{a}}\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{3/2}$$

$$P_{\mathbf{b}} = P_{\mathbf{a}}\left(\frac{V_{\mathbf{a}}}{V_{\mathbf{b}}}\right)^{\gamma} = P_{\mathbf{a}}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}\frac{5}{3}} = P_{\mathbf{a}}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{5}{2}}$$

c) Processo isotérmico $T = T_2$

$$PV = nRT_2 \rightarrow W_{\mathrm{b}\rightarrow\mathbf{c}} = \int_{V_{\mathbf{b}}}^{V_{\mathbf{c}}} P\mathrm{d}V = nRT_2\int_{V_{\mathbf{b}}}^{V_{\mathbf{c}}}\frac{\mathrm{d}V}{V} = nRT_2\ln\left(V_{\mathbf{c}}/V_{\mathbf{b}}\right)$$

$$W_{\mathrm{b}\rightarrow\mathbf{c}} = nRT_2\ln\left[\frac{V_{\mathbf{c}}}{V_{\mathbf{a}}}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{3/2}\right] = P_{\mathbf{a}}V_{\mathbf{a}}\frac{T_2}{T_1}\ln\left[\frac{V_{\mathbf{c}}}{V_{\mathbf{a}}}\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{3/2}\right]$$