



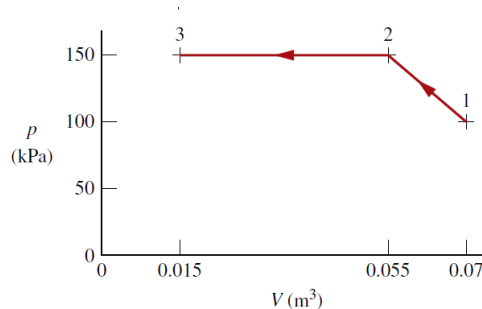
Departamento de Física
Universidade de Aveiro

Termodinâmica e Transferência de Calor

1º Semestre – Ano Lectivo 2022/23

Problemas: 2ª série

1. O ar contido numa câmara é comprimido lentamente, sendo a pressão durante o processo representada na Figura ao lado. Determine o trabalho total, em kJ.



Solução: - 7.9 kJ.

2. O gás de dióxido de carbono (CO_2) contido numa câmara sofre três processos em série, retornando ao estado inicial (ciclo):

Processo 1 \rightarrow 2: Expansão do estado 1 onde $p_1 = 10$ bar, $V_1 = 1 \text{ m}^3$, para o estado 2 onde $V_2 = 4 \text{ m}^3$. Durante o processo, a pressão e volume estão relacionados por $pV^{3/2} = \text{constante}$.

Processo 2 \rightarrow 3: Aquecimento a volume constante para o estado 3 onde $p_3 = 10$ bar.

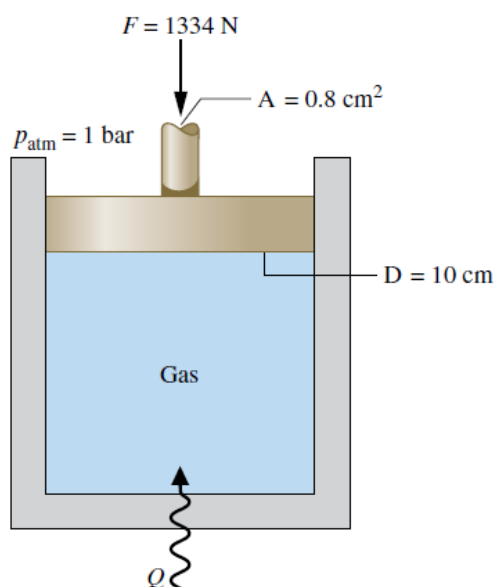
Processo 3 \rightarrow 1: Compressão de pressão constante para o estado 1.

a) Esboce os processos num diagrama $p - V$ e avalie o trabalho para cada processo, em kJ.

b) Qual é o calor, Q recebido pelo sistema durante o ciclo?

Solução: $Q = -2000$ kJ.

3. A Figura ao lado mostra um gás contido num sistema vertical pistão-cilindro. Um eixo (barra) vertical de secção recta 0.8 cm^2 está presa ao topo do pistão. A massa total do pistão e do eixo é de 25 kg. Enquanto o gás é aquecido lentamente, a energia interna do gás aumenta em 0.1 kJ, a energia potencial da combinação pistão-eixo aumenta em 0.2 kJ e



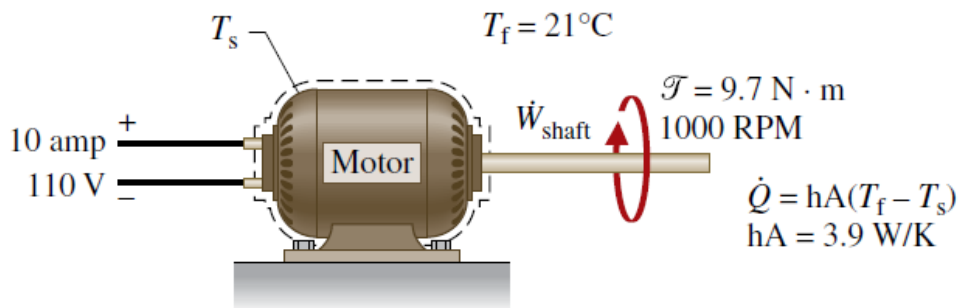
uma força de 1334 N é exercida no eixo, conforme mostrado na figura. O pistão e o cilindro são maus condutores e o atrito entre eles é desprezável. A pressão atmosférica local é de 1 bar e $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Determine em kJ:

- a) o trabalho realizado pelo eixo;
- b) o trabalho realizado pela pressão atmosférica;
- c) a transferência de calor, Q , para o gás.

Soluções: a) 1.089 kJ, b) 0.634 kJ, c) 2.022 kJ

4. Um motor eléctrico alimentado por uma corrente de 10 amperes com uma tensão de 110 V, conforme mostrado na Figura em baixo. O veio (barra) de transmissão da potência desenvolve um momento de $9.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ à velocidade de rotação de 1000 RPM. Para um funcionamento em regime estacionário, determine:

- a) a potência eléctrica fornecida ao motor, em kW;
- b) a potência desenvolvida pelo veio de transmissão, em kW;
- c) a temperatura média da superfície do motor, T_s , em $^{\circ}\text{C}$, se a transferência de calor ocorrer por convecção para a vizinhança para o ar que se encontra à temperatura $T_f = 21^{\circ}\text{C}$.



Soluções: a) -1.100 kW, b) 1.016 kW, c) $T_s = 42.5^{\circ}\text{C}$

5. A tabela seguinte fornece dados, em kJ, para um sistema que executa um processo cíclico, consistindo de quatro processos em série. Determine as entradas da tabela que faltam, cada uma em kJ, e a eficiência térmica do ciclo.

processo	ΔE	Q	W
1 – 2	-1200	0	?
2 – 3	?	800	?
3 – 4	?	-200	-200
4 – 1	400	?	600

6. Um sistema gasoso passa por um ciclo termodinâmico que consiste em três processos:

Processo 1 \rightarrow 2: Volume constante $V_1 = 2 \text{ m}^3$ e $p_1 = 1 \text{ bar}$ até $p_2 = 3 \text{ bar}$ e $U_2 - U_1 = 400 \text{ kJ}$.

Processo 2 \rightarrow 3: Compressão a pressão constante para $V_3 = 1 \text{ m}^3$.

Processo 3 \rightarrow 1: Expansão adiabática, com $W_{31} = 150 \text{ kJ}$.

Não há mudanças significativas na energia cinética ou potencial. Determine:

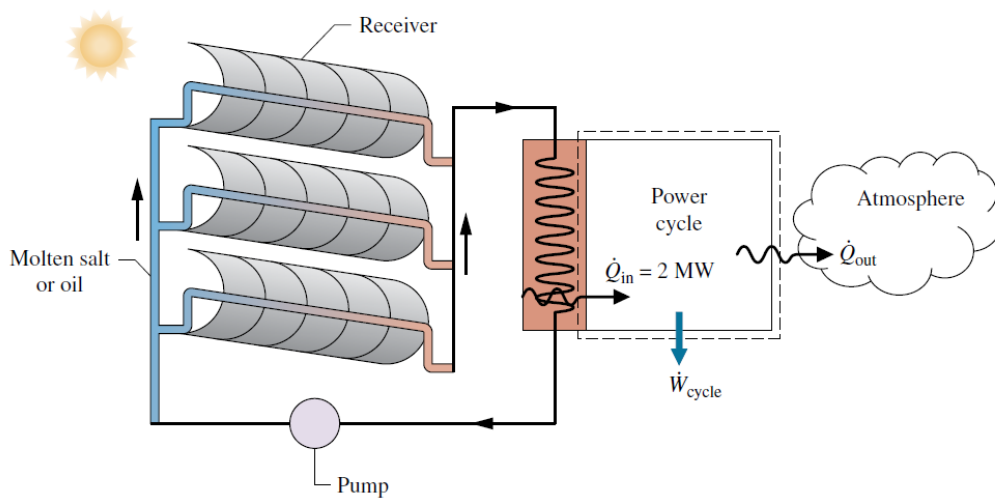
a) o trabalho total exercido pelo sistema durante o ciclo, em kJ;

b) as transferências de calor para processos 1–2 e 2–3, em kJ;

c) Trata-se de um ciclo de potência ou de refrigeração? explique.

Soluções: a) -150 kJ, b) $Q_{1-2} = 400 \text{ kJ}$ $Q_{2-3} = -550 \text{ kJ}$, c) ciclo de refrigeração.

7. Um sistema de concentração solar, como mostrado na Figura em baixo, fornece energia por transferência de calor para um ciclo de potência a uma taxa de 2 MW. A eficiência térmica do ciclo é de 36%.

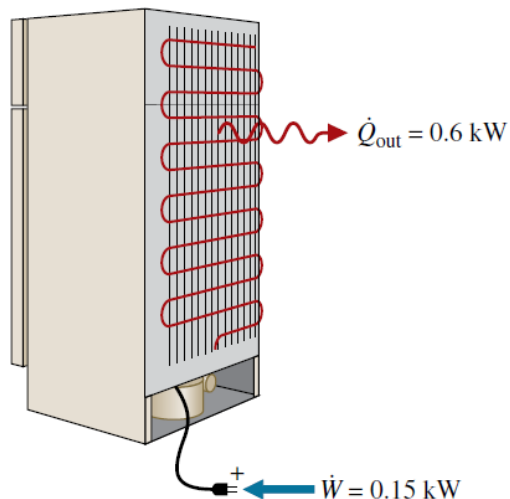


Determine

- a) a potência desenvolvida pelo ciclo, em MW;
- b) o trabalho produzido, em $\text{MW} \cdot \text{h}$, para 4380 horas de operação em regime permanente.

Soluções: a) 0.72 MW, b) 3153.6 $\text{MW} \cdot \text{h}$.

8. O frigorífico mostrado na Figura é alimentado continuamente (recebe energia) por uma potência de 0.15 kW e transfere calor para o ambiente a uma taxa de 0.6 kW. Determine a taxa na qual a energia é removida por transferência de calor dos compartimentos do frigorífico, em kW, e o coeficiente de desempenho do refrigerador.



Soluções: $Q_{in} = 0.45 \text{ kW}$ $\beta = 3$.