

LISTA 02 – TRABALHO CALOR E 1ª LEI SISTEMAS

3.14) Meio quilo de um gás contido em uma montagem pistão-cilindro está submetido a um processo a pressão constante de 4 bar iniciando em $v_1 = 0,72 \text{ m}^3/\text{kg}$. Para o gás como um sistema, o trabalho é -84 kJ . Determine o volume final do gás, em m^3 .

3.16) Um gás é comprimido de $V_1 = 0,09 \text{ m}^3$, $p_1 = 1 \text{ bar}$ para $V_2 = 0,03 \text{ m}^3$ e $p_2 = 3 \text{ bar}$. A pressão e o volume são relacionados linearmente durante o processo. Para o gás, encontre o trabalho, em kJ.

3.20) O ar está submetido a dois processos em série:

Processo 1-2: compressão politrópica, com $n = 1,3$, de $p_1 = 100 \text{ kPa}$, $v_1 = 0,04 \text{ m}^3/\text{kg}$ para $v_2 = 0,02 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Processo 2-3: processo a pressão constante até $v_3 = v_1$. Esboce os processos em um diagrama $p - V$ e determine o trabalho por unidade de massa de ar, em kJ/kg.

3.43) Ar está contido em uma montagem vertical pistão-cilindro por um pistão de massa 50 kg e uma área de $0,01 \text{ m}^2$. A massa do ar é 4 g e o ar ocupa inicialmente um volume de 5 litros. A atmosfera exerce uma pressão de 100 kPa sobre a superfície superior do pistão. A transferência de calor de magnitude 1,41 kJ ocorre lentamente do ar para sua vizinhança e o volume do ar decresce para $0,0025 \text{ m}^3$. Desprezando o atrito entre o pistão e a parede do cilindro, determine a variação de energia interna específica do ar, em kJ/kg.

3.54 Um ciclo motor recebe energia por transferência de calor da queima de um combustível a uma taxa de 300 MW. A eficiência térmica do ciclo é 33,3%.

- Determine a taxa de potência líquida desenvolvida, em MW.
- Para 8000 horas de operação anuais, determine o trabalho líquido, em kW.h por ano.
- Calculando a saída de trabalho líquido a \$0,08 por kW · h, determine o valor do trabalho líquido, em \$/ano.

3.60 Um ciclo de bomba de calor cujo coeficiente de eficácia é 2,5 entrega energia por transferência de calor para uma residência a uma taxa de 20 kW.

- Determine a potência líquida necessária para operar a bomba de calor, em kW.
- Calculando a energia elétrica a \$0,08 por kWh, determine o custo da eletricidade em um mês quando a bomba de calor opera durante 200 horas.

4.3 Os valores encontrados na resolução de problemas em geral não caem exatamente na grade de valores fornecidos pelas tabelas das propriedades e uma *interpolação linear* entre valores tabelados adjacentes se torna necessária. A tabela seguinte lista as temperaturas e os volumes específicos do vapor de água para duas pressões:

$p = 1,0 \text{ MPa}$		$p = 1,5 \text{ MPa}$	
$T(^{\circ}\text{C})$	$v(\text{m}^3/\text{kg})$	$T(^{\circ}\text{C})$	$v(\text{m}^3/\text{kg})$
200	0,2060	200	0,1325
240	0,2275	240	0,1483
280	0,2480	280	0,1627

- Determine o volume específico em m^3/kg para $T = 240^{\circ}\text{C}$, $p = 1,25 \text{ MPa}$.

- (b) Determine a temperatura em $^{\circ}\text{C}$ para $p = 1,5 \text{ MPa}$, $v = 0,1555 \text{ m}^3/\text{kg}$.
- (c) Determine o volume específico em m^3/kg para $T = 220^{\circ}\text{C}$, $p = 1,4 \text{ MPa}$.
- 4.5 Determine o título da mistura bifásica líquido-vapor de:
- H_2O a 100°C com um volume específico de $0,8 \text{ m}^3/\text{kg}$.
 - Refrigerante 134a a 0°C com um volume específico de $0,7721 \text{ cm}^3/\text{g}$.
- 4.15 Dois mil quilos de água, inicialmente um líquido saturado a 150°C , são aquecidos em um tanque rígido fechado, para um estado final onde a pressão é de $2,5 \text{ MPa}$. Determine a temperatura final, em $^{\circ}\text{C}$, o volume do tanque, em m^3 , e esboce o processo em diagramas $T-v$ e $p-v$.
- 4.38 Um tanque rígido fechado contém 3 kg de vapor de água saturada inicialmente a 140°C . Ocorre transferência de calor e a pressão cai para 200 kPa . Os efeitos das energias cinética e potencial são desprezíveis. Para a água como um sistema, determine a quantidade de energia transferida por calor, em kJ .
- 4.54 Um sistema consistindo em 1 kg de H_2O é submetido a um ciclo motor composto dos seguintes processos:
- Processo 1-2:* Aquecimento a pressão constante do vapor saturado a 10 bar .
- Processo 2-3:* Resfriamento a volume constante para $p_3 = 5 \text{ bar}$, $T_3 = 160^{\circ}\text{C}$.
- Processo 3-4:* Compressão isotérmica com $Q_{34} = -815,8 \text{ kJ}$.
- Processo 4-1:* Aquecimento a volume constante.
- Esboce o ciclo em diagramas $T-v$ e $p-v$. Desprezando os efeitos das energias cinética e potencial, determine a eficiência térmica.
- 4.55 Um tanque de cobre bem isolado, de massa igual a 13 kg , contém 4 kg de água líquida. Inicialmente a temperatura do cobre é 27°C e a temperatura da água é 50°C . Um resistor elétrico de massa desprezível transfere 100 kJ de energia para os componentes do tanque. O tanque e seus componentes entram em equilíbrio. Qual é a temperatura final, em $^{\circ}\text{C}$?

4.75) Gás dióxido de carbono (CO_2), inicialmente a $T_1 = 530^\circ\text{R}$, $p_1 = 15 \text{ lbf/in}^2$ e $V_1 = 1 \text{ ft}^3$, é comprimido em uma montagem cilindro-pistão. Durante o processo, a pressão e o volume específico são relacionados por $pv^{1,2} = \text{constante}$. A quantidade de energia transferida para o gás por trabalho é de 45 Btu por lb de CO_2 . Admitindo o comportamento de gás ideal, determine a temperatura final, em $^\circ\text{R}$, e a transferência de calor, em Btu por lb do gás.

4.82) Um sistema consiste em 2 kg de gás dióxido de carbono inicialmente no estado 1, onde $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$. O sistema é submetido a um ciclo motor consistindo nos seguintes processos:

Processo 1-2: volume constante para $p_2 = 4 \text{ bar}$

Processo 2-3: expansão com $pv^{1,28} = \text{constante}$

Processo 3-1: compressão a pressão constante

Admitindo o modelo de gás ideal e desprezando os efeitos das energias cinética e potencial:

- (a) esboce o ciclo em um diagrama $p-v$,
- (b) determine a eficiência térmica.

4.83) Uma libra de ar é submetida a um ciclo motor consistindo nos seguintes processos:

Processo 1-2: volume constante de $p_1 = 20 \text{ lbf/in}^2$, $T_1 = 500^\circ\text{R}$ para $T_2 = 820^\circ\text{R}$

Processo 2-3: expansão adiabática para $v_3 = 1,4v_2$

Processo 3-1: compressão a pressão constante

Esboce o ciclo em um diagrama $p-v$. Admitindo o comportamento de um gás ideal determine:

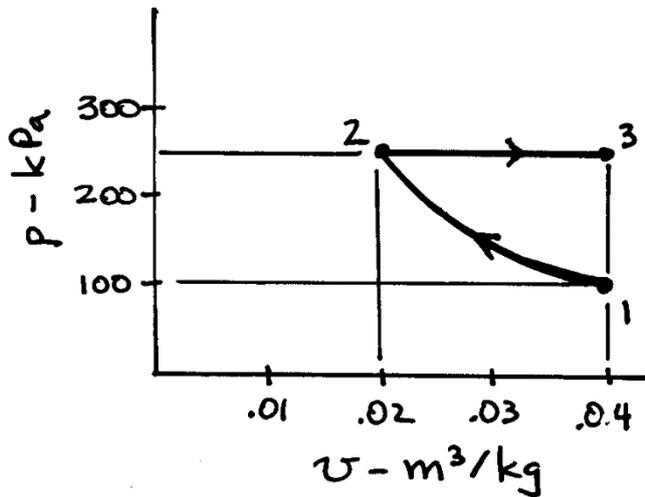
- (a) a pressão para o estado 2, em lbf/in^2 ;
- (b) a temperatura para o estado 3, em $^\circ\text{R}$;
- (c) a eficiência térmica do ciclo.

Respostas

Exercício 3.14. $V_2=0,15 \text{ m}^3$

Exercício 3.16. $W=-9,9 \text{ kJ}$

Exercício 3.20. $\frac{W_{1-3}}{m} = 1,8426 \text{ kJ/kg}$



Exercício 3.43. $\Delta u = -259,3 \text{ kJ/kg}$

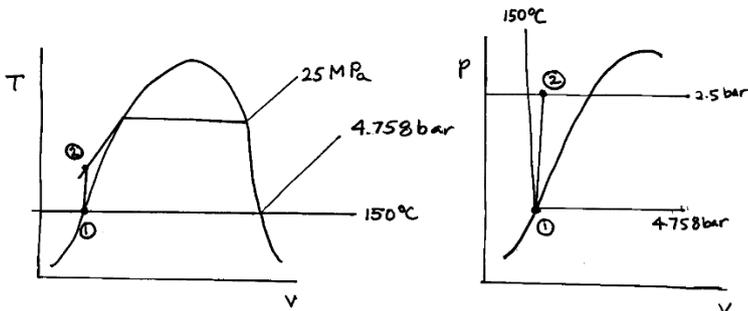
Exercício 3.54. (a) $\dot{W}_{ciclo} = 99,9 \text{ MW}$; (b) $W_{líquido} = 799,2 \times 10^6 \text{ kWh/ano}$; (c) $Valor = \$63,94 \times 10^6 / \text{ano}$

Exercício 3.60. (a) $W_{líquido} = 8 \text{ kW}$; (b) $Valor = \$128 / \text{mês}$

Exercício 4.3. (a) $v=0,1879 \text{ m}^3/\text{kg}$; $T=260^\circ\text{C}$; $v=0,15567 \text{ m}^3/\text{kg}$

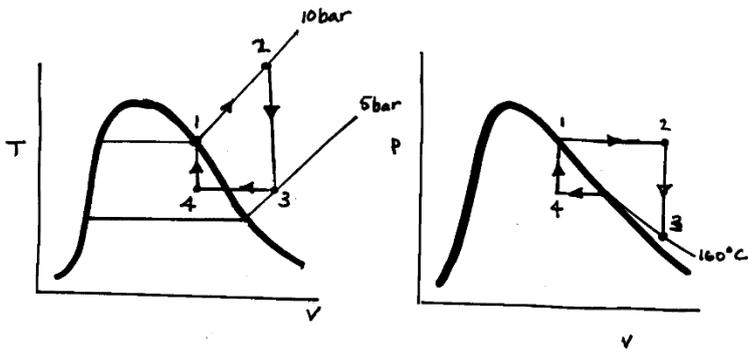
Exercício 4.5. (a) $x=0,478$; (b) $x=0$

Exercício 4.15. $T=150,15^\circ\text{C}$; $V=2,181 \text{ m}^3$;



Exercício 4.38. $Q=-2649 \text{ kJ}$

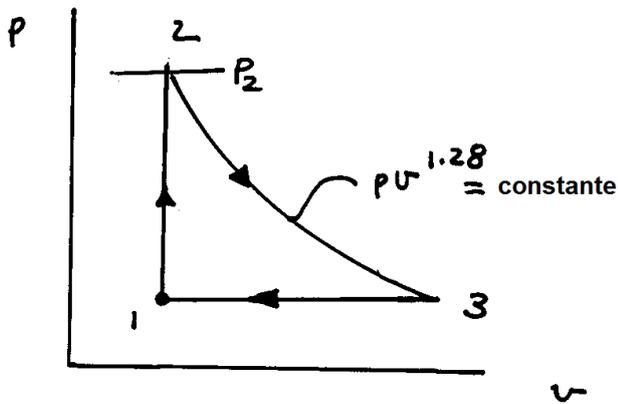
Exercício 4.54. $\eta=0,05$ (5%)



Exercício 4.55. $T=49,3^{\circ}\text{C}=322,3\text{K}$

Exercício 4.75. $T=729,5\text{R}$; $Q/m=-11,42\text{Btu/lb}$

Exercício 4.82. $\eta=0,121$ (12,1%)



Exercício 4.83. (a) $p=32,8\text{ lbf/in}^2$; $T=700\text{R}$; $\eta=0,1299$ (12,99%)

