

**LISTA DE EXERCÍCIOS Nº01 – PME 3344 - 2018**

2.21) Cinco quilos de gás metano são fornecidos para um cilindro de volume de  $20 \text{ m}^3$  e inicialmente contendo  $25 \text{ kg}$  de metano à pressão de  $10 \text{ bar}$ . Determine o volume específico, em  $\text{m}^3/\text{kg}$ , de metano no cilindro inicialmente. Repita este cálculo após a adição de  $5 \text{ kg}$ .

2.26) Um gás contido dentro de uma montagem pistão-cilindro submetido a um ciclo termodinâmico, consiste em três processos:

*Processo 1-2:* Compressão com  $pV = \text{constante}$  de  $p_1 = 1 \text{ bar}$ ,  $V_1 = 1,0 \text{ m}^3$  para  $V_2 = 0,2 \text{ m}^3$

*Processo 2-3:* Expansão a pressão constante para  $V_3 = 1,0 \text{ m}^3$

*Processo 3-1:* Volume constante

Esboce o ciclo em um diagrama  $p-V$  indicando os valores de pressão e volume para cada estado enumerado.

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

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  $\text{kJ}$ .

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  $\text{kJ/kg}$ .

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  $\text{m}^3/\text{kg}$  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  $\text{m}^3/\text{kg}$  para  $T = 220^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 1,4 \text{ MPa}$ .
- 4.5 Determine o título da mistura bifásica líquido-vapor de:
- $\text{H}_2\text{O}$  a  $100^{\circ}\text{C}$  com um volume específico de  $0,8 \text{ m}^3/\text{kg}$ .
  - Refrigerante 134a a  $0^{\circ}\text{C}$  com um volume específico de  $0,7721 \text{ cm}^3/\text{g}$ .
- 4.15 Dois mil quilos de água, inicialmente um líquido saturado a  $150^{\circ}\text{C}$ , 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  $\text{m}^3$ , e esboce o processo em diagramas  $T-v$  e  $p-v$ .
- 4.38 Um tanque rígido fechado contém  $3 \text{ kg}$  de vapor de água saturada inicialmente a  $140^{\circ}\text{C}$ . Ocorre transferência de calor e a pressão cai para  $200 \text{ kPa}$ . Os efeitos das energias cinética e potencial são desprezíveis. Para a água como um sistema, determine a quantidade de energia transferida por calor, em  $\text{kJ}$ .
- 4.54 Um sistema consistindo em  $1 \text{ kg}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  é submetido a um ciclo motor composto dos seguintes processos:
- Processo 1-2:* Aquecimento a pressão constante do vapor saturado a  $10 \text{ bar}$ .
- 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  $13 \text{ kg}$ , contém  $4 \text{ kg}$  de água líquida. Inicialmente a temperatura do cobre é  $27^{\circ}\text{C}$  e a temperatura da água é  $50^{\circ}\text{C}$ . Um resistor elétrico de massa desprezível transfere  $100 \text{ kJ}$  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 ( $\text{CO}_2$ ), 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  $\text{CO}_2$ . 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:

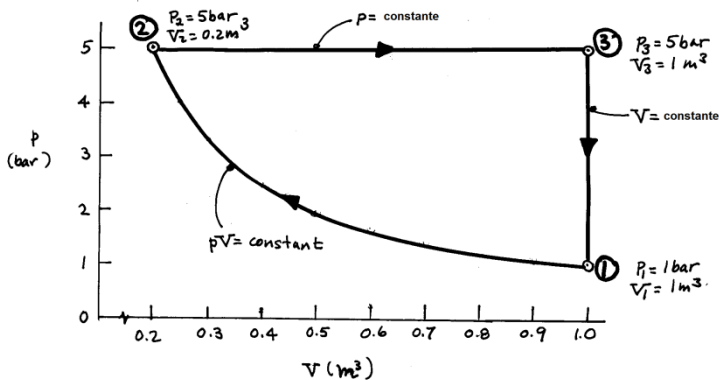
- (a) a pressão para o estado 2, em  $\text{lbf/in}^2$ ;
- (b) a temperatura para o estado 3, em  $^\circ\text{R}$ ;
- (c) a eficiência térmica do ciclo.

## Respostas das listas de exercícios.

### Lista – Conceitos fundamentais

Exercício 2.21.  $0,8\text{m}^3/\text{kg}; 0,67\text{m}^3/\text{kg}$

Exercício 2.26

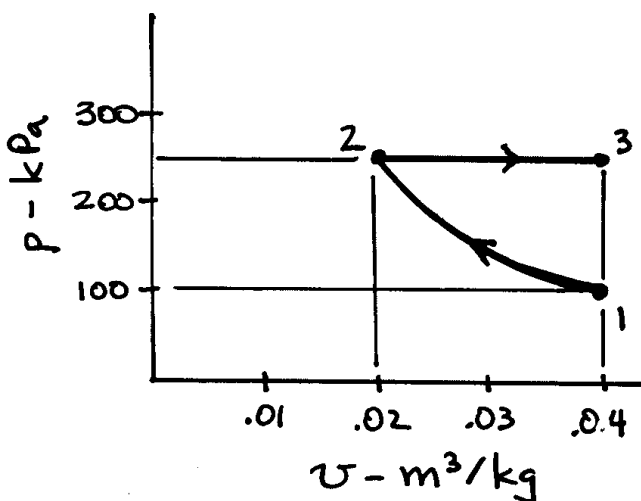


### Lista – Substâncias pura / Trabalho e Calor / 1ª Lei para sistemas

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

Exercício 3.16.  $W = -12\text{ kJ}$

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



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

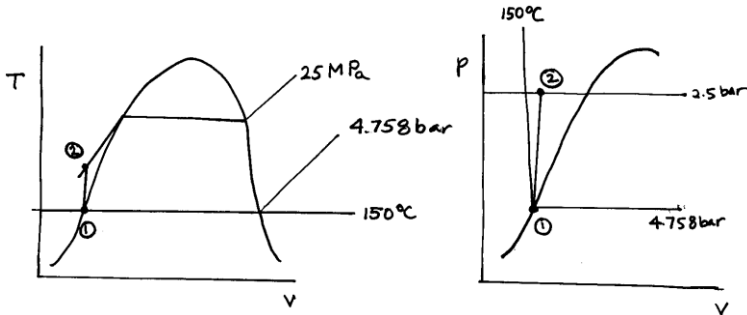
Exercício 3.54. (a)  $\dot{W}_{\text{ciclo}} = 99,9\text{ MW}$ ; (b)  $W_{\text{liquido}} = 799,2 \times 10^6\text{ kWh/ano}$ ; (c)  $\text{Valor} = \$63,94 \times 10^6/\text{ano}$

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

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

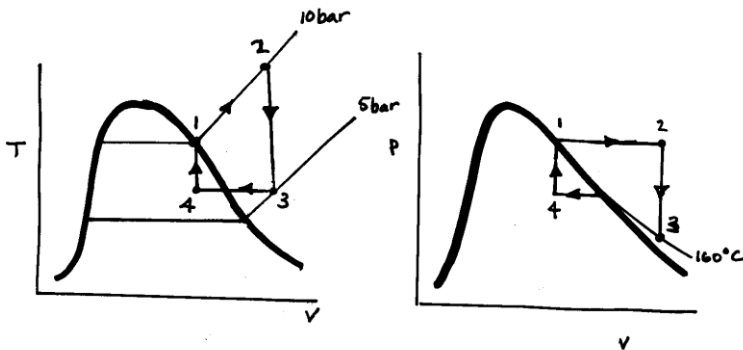
Exercício 4.5. (a)  $x = 0,478$ ; (b)  $x = 0$

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



Exercício 4.38.  $Q = -2649 \text{ kJ}$

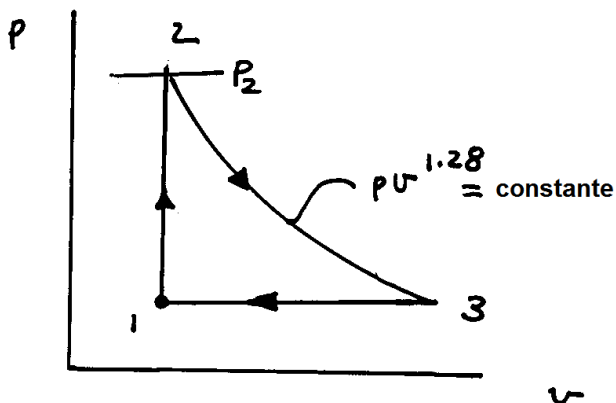
Exercício 4.54.  $\eta = 0,05$  (5%)



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%)

