Exercícios – Determinação de Propriedades

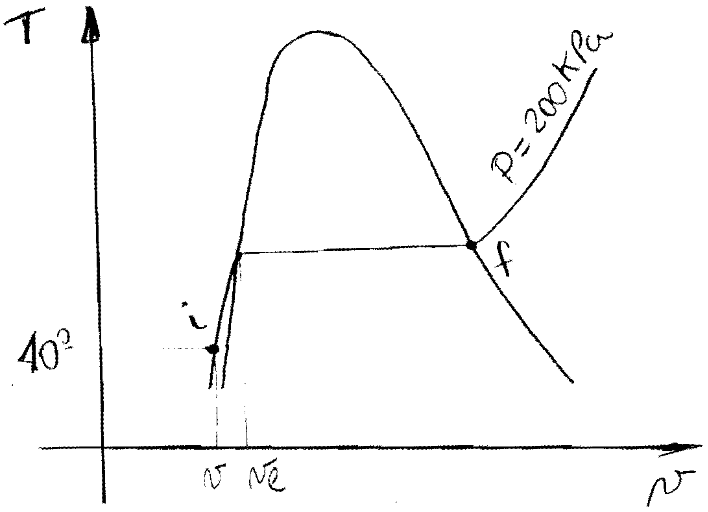
1 - Um arranjo cilindro pistão contém inicialmente 50 l de água na fase líquida a 40C e 200kPa. Calor é transferido à água a pressão constante até que todo o líquido seja vaporizado. Nessas condições determine:

a) A massa de líquido; b) A temperatura final; C) Mostre o processo em um diagrama P-v com relação as linhas de saturação.

$V = 50\times10^{-3}\ m^3$

$T = 40°C$

$P = 200\ kPa$



DA TAB TERMODINÂMICA OBTEM-SE QUE A TEMPERATURA DE SATURAÇÃO À 200 kPa É DE 120,23C. PORTANTO A TEMPERATURA É MENOR QUE A DE SATURAÇÃO => QUE A SUBSTÂNCIA ESTÁ NA REGIÃO DE LÍQUIDO COMPRIMIDO. COMO NÃO HÁ TAB. PARA LIQ COMPRIMIDO NA PRESSÃO DE 200 kPa, VAMOS USAR O VALOR P/ O LÍQUIDO SATURADO A 40C.

$$v \approx v_l\big|_{T=40C} = 0{,}001008\ m^3/kg$$

$$m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{50\times10^{-3}}{0{,}001008} \Rightarrow m = 49{,}6\ kg$$

AO FINAL DO PROCESSO DE AQUECIMENTO, A MASSA SE ENCONTRA COMO VAPOR SATURADO $(x=1)$ DESTA FORMA A TEMPERATURA FINAL CORRESPONDE A TEMPERATURA DE SATURAÇÃO.

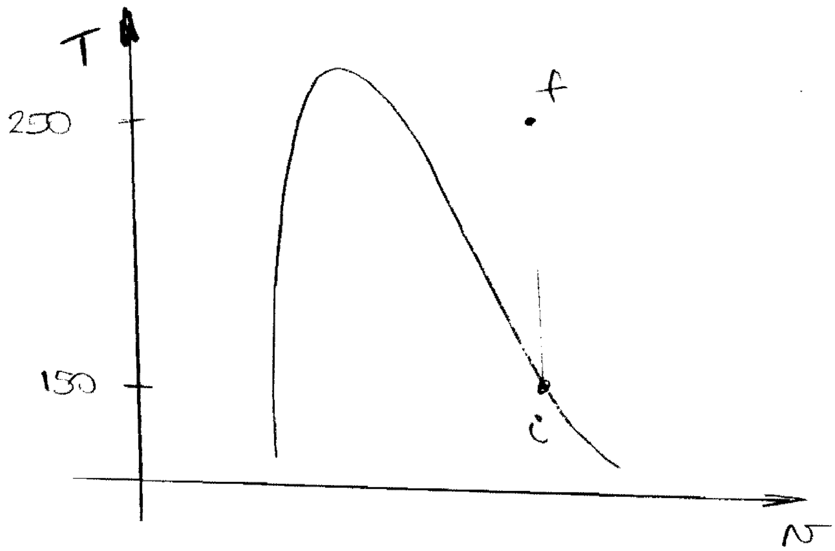
$$\therefore \boxed{T_f = 120{,}23\,°C}$$

2 – Um tanque rígido contém vapor d'água a 250C a uma pressão desconhecida. Quando o tanque é resfriado a 150 C, o vapor começará a condensar. Estime a pressão inicial do tanque.

$T_i = 250°C$ TANQUE RÍGIDO → $v = cte$

$T_f = 150°C$ MASSA CONSTANTE → $v_i = v_f$

VAPOR SATURADO ⇒ $x = 1$



NO FINAL DO PROCESSO CONHECEMOS A TEMPERATURA E O TÍTULO → ESTADO ESTÁ DEFINIDO ∴ TODAS AS PROPRIEDADES SÃO CONHECIDAS. DA TABELA TERMODINÂMICA (SATURAÇÃO) DETERMINAMOS O VOLUME ESPECÍFICO FINAL COMO

$$v_f = 0,39278 \ m^3/kg = v_i \quad \text{(TANQUE RÍGIDO)}$$

AGORA, NO INSTANTE INICIAL É CONHECIDO T e v ∴ ESTADO DEFINIDO. NA TAB. TERMODINÂMICA V/ V.S DETERMINAMOS A PRESSÃO INICIAL COMO

$$P_i \sim 600 \ kPa$$

3 - Um tanque rígido contém inicialmente 1,4 kg de uma mistura saturada de água a 200C. Nesse estado, 25% do volume são ocupados pelo líquido e o restante pelo vapor. Calor é adicionado à água até que o tanque contenha somente vapor saturado. Determine: a) o volume do tanque; b) a temperatura e a pressão final.

$m = 1{,}4$ kg

$T_i = 200$ C

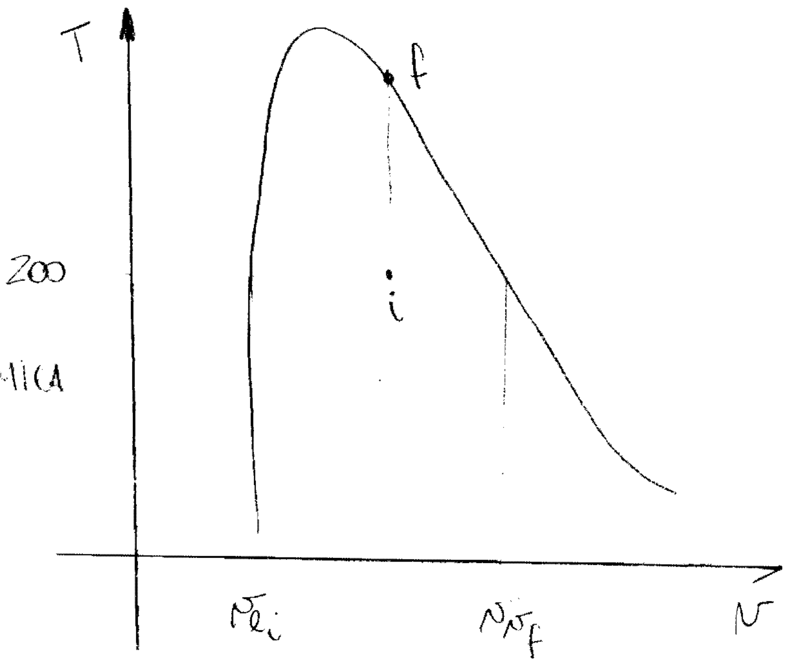
$V_{l_i} = 0{,}25\, V$

$V_{v_i} = 0{,}75\, V$

DA TAB. TERMODINÂMICA OBTÉM-SE QUE

$v_{l_i} = 0{,}001156\ m^3/kg$

$v_{v_i} = 0{,}12736\ m^3/kg$



SABENDO QUE NO ESTADO INICIAL

$$m = m_l + m_v \qquad (1)$$

E QUE

$$m_l = \frac{V_l}{v_l} = \frac{0{,}25V}{v_l} \quad e \quad m_v = \frac{V_v}{v_v} = \frac{0{,}75V}{v_v} \qquad (2)$$

SUBSTITUINDO (2) E (1), OBTÉM-SE QUE

$$m = \left(\frac{0{,}25}{v_l} + \frac{0{,}75}{v_v}\right) V \Rightarrow V = \frac{m}{\frac{0{,}25}{v_l} + \frac{0{,}75}{v_v}}$$

$$\therefore V = \frac{1{,}4}{\frac{0{,}25}{0{,}001156} + \frac{0{,}75}{0{,}12736}} \Rightarrow \boxed{V = 6{,}3 \times 10^{3}\ m^3}$$

1

PARA O ESTADO FINAL SABEMOS QUE O VOLUME ESPECÍFICO É O MESMO DO INICIAL $\therefore v_f = v_i$

$$v_f = \frac{V}{m} \Rightarrow v_f = \frac{6{,}3 \times 10^{-3}}{1{,}4} \Rightarrow v_f = 0{,}0045\ m^3/kg$$

COM O VOLUME ESPECÍFICO E O TÍTULO UNITÁRIO (VAPOR SATURADO $\Rightarrow x=1$), PODE-SE PROCURAR NA TABELA A PRESSÃO E A TEMPERATURA POIS O ESTADO ESTÁ DEFINIDO

DA TAB. ENTÃO SE OBTÉM

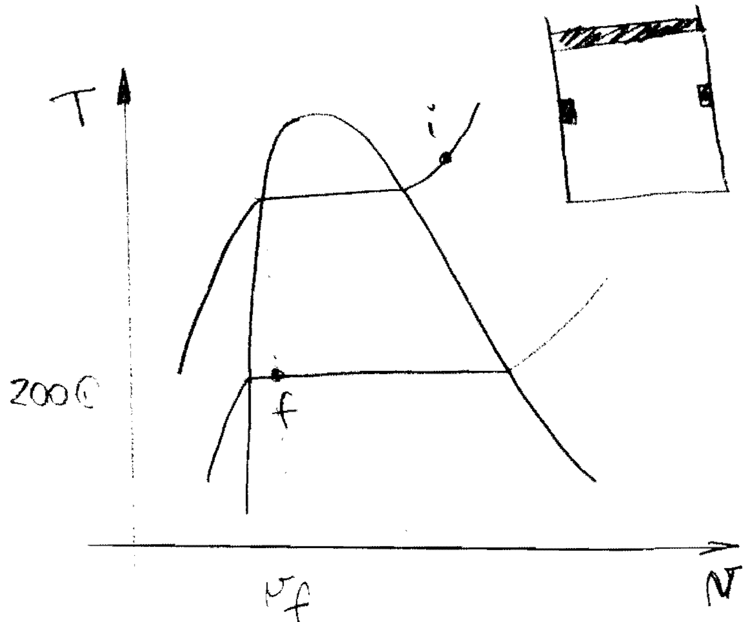
$$T = 371{,}1\ °C$$
$$P = 21{,}32\ MPa$$

4 – Um arranjo pistão-cilindro contém inicialmente vapor d'água a 3,5MPa com um superaquecimento de 5C. O vapor perde calor para a vizinhança e o pistão desce, atingindo os batentes. Nesse ponto, o cilindro contém somente água saturada. O resfriamento continua até o que o cilindro contenha água a 200C. Determine: a) a temperatura inicial; b) a pressão final; c) o título da mistura.

$P_i = 3,5\,MPa$

$T_i = T_S + 5°C$

$T_f = 200°C$



A TEMPERATURA INICIAL É 5°C SUPERIOR A DE SATURAÇÃO NA PRESSÃO DE 3,5MPa

DA TAB. OBTEMOS QUE A TEMPERATURA DE SATURAÇÃO É $T_S = 242,6$. PORTANTO A TEMPERATURA INICIAL SERÁ

$$T_i = 242,6 + 5 \Rightarrow T_i = 247,6°C$$

O VOLUME ESPECÍFICO FINAL CORRESPONDERÁ AO VOLUME DO LÍQUIDO SATURADO A 3,5MPa QUE CORRESPONDE AO INSTANTE EM QUE O PISTÃO ENCOSTA NOS ESBARROS. A PARTIR DESSE PONTO O VOLUME É CONSTANTE. DA TAB TEMOS:

$$v_f = v_{ls}\Big|_{P=3.5MPa} = 0,001235\ m^3/kg$$

A PRESSÃO É A PRESSÃO DE SATURAÇÃO A T=200C
DA TABELA TEMOS

$$P_f = 1{,}5538 \text{ MPa}$$

O TÍTULO PODE SER CALCULADO A PARTIR DO VOLUME ESPECÍFICO DA MISTURA (0,001235 m³/kg) E DO VAPOR E DO LÍQUIDO SATURADO A T=200 OBTIDOS DA TAB. COMO:

$$v_v = 0{,}12736 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_l = 0{,}001156 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$x = \frac{v - v_l}{v_v - v_l} = \frac{0{,}001235 - 0{,}001156}{0{,}12736 - 0{,}001156} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 0{,}006$$

5 – A pressão monométrica (relativa) de um pneu de automóvel depende da temperatura no interior do pneu. Quando a temperatura do ar é de 25C, o manômetro indica 210 kPa. Se o volume do pneu for de 0,025m^3, determine o aumento de pressão do pneu quando a temperatura do pneu subir para 50C. Da mesma forma, determine a quantidade de massa de ar que deve sair para restaurar a pressão original nessa temperatura. Suponha que pressão padrão seja de 100 kPa.

– COMO A TEMPERATURA É SUPERIOR A $2 \times T_{CRIT}$ ($T_{CRIT} \approx 130\,K$), O AR SERÁ CONSIDERADO COMO GAS PERFEITO

$P_i = 210 + 100 = 310\ kPa$

↑ RELATIVA

$T_i = 25\ °C$

$T_f = 50\ °C$

O AUMENTO DE PRESSÃO PODE SER CALCULADO COMO

$$\frac{P}{T} = \frac{mR}{V} = cte \therefore \left.\frac{P}{T}\right)_i = \frac{P}{T_f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_f = P_i \frac{T_f}{T_i} = 310 \times \frac{(50+273,15)}{(25+273,15)} \Rightarrow$$

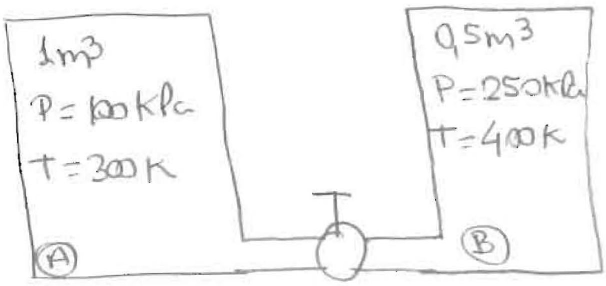
$$\Rightarrow P_f = 336\ kPa \quad \therefore \quad \boxed{\Delta P = 26\ kPa}$$

$$\Delta m = m_f - m_i = \left.\frac{PV}{RT}\right)_f - \left.\frac{PV}{RT}\right)_i \Rightarrow \Delta m = \frac{P \cdot V}{R}\left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_i}\right)$$

$$\therefore \Delta m = \frac{310 \times 0,025}{0,287}\left(\frac{1}{50+273,15} - \frac{1}{25+273,15}\right) = \boxed{0,0070\ kg}$$

9

Um tanque rígido com 1 m^3 contém propano a 100 kPa e 300 K e está conectado, através de uma tubulação de uma tubulação com válvula a outro tanque de 0.5 m^3 de volume, que contém propano a 250 kPa e 400 K. A válvula é aberta e espera-se até que o equilíbrio seja estabelecido. Sabendo que a temperatura de equilíbrio é de 325K, determine a pressão final do processo.



$$m_A = \frac{P_A V_A}{R T_A} \Rightarrow m_a = \frac{100 \times 10^3 \cdot 1}{0,18855 \times 10^3 \times 300} = 1,77 \text{ kg}$$

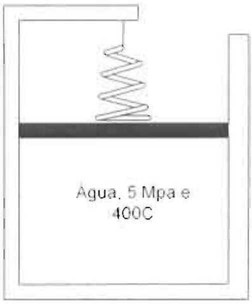
$$m_B = \frac{P_B V_B}{R T_B} \Rightarrow m_B = \frac{250 \times 10^3 \cdot 0,5}{0,18855 \times 10^3 \times 400} = 1,66 \text{ kg}$$

$$m_T = m_A + m_B = 3,43 \text{ kg}$$

$$P_f = \frac{m_f R T_f}{V_f} \Rightarrow P_f = \frac{3,43 \times 0,18855 \times 325}{1,5}$$

$$\boxed{P_f = 140 \text{ kPa}}$$

A figura mostra um conjunto cilindro-pistao que se encontra inicialmente com 0,1 m³ de água a 5 MPa e 400C. Se o pistão está encostado no fundo do cilindro, a mola exerce uma força tal que é necessária uma pressão de 200 kPa para movimentar o pistão. O sistema é resfriado até que a pressão atinja 1200 kPa. Calcule a massa e o volume específico no estado final. Mostre o processo no diagrama P-v, admitindo que a mola seja linear.



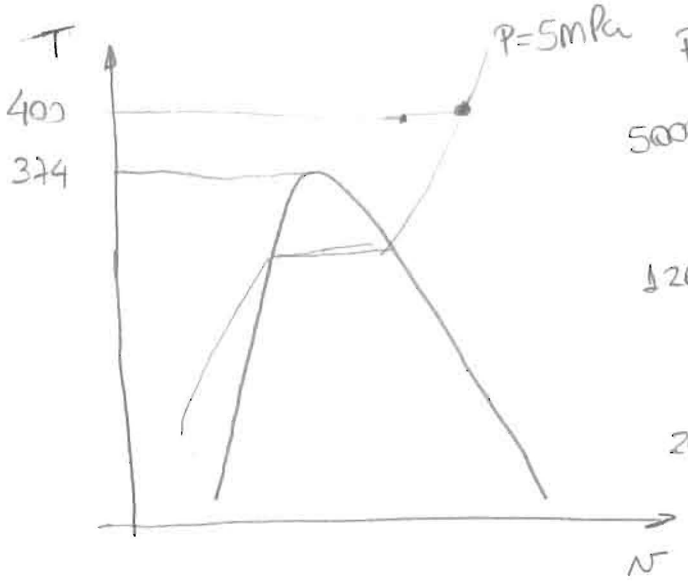
INICIO

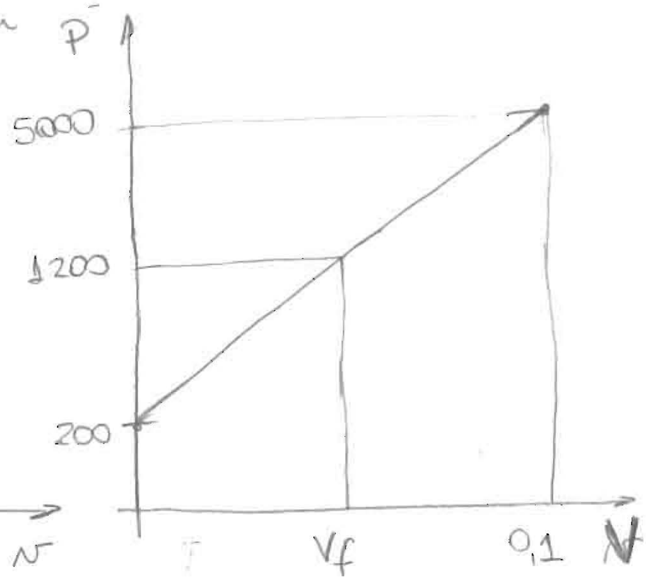
$V = 0,1\ m^3$

$P = 5\ MPa$ } VAPOR SUPERAQUECIDO

$T = 400C$

$v_i = 0,05781\ m^3/kg$





A MASSA DE ÁGUA SERÁ CONSTANTE ∴ MASSA INICIAL = FINAL

$$m = \frac{V}{v} \Rightarrow m = \frac{0,1}{0,05781} \Rightarrow m = 1,73\ kg$$

$$\frac{5000-200}{0,1} = \frac{1200-200}{V_f} \Rightarrow V_f = 0,0208\ m^3$$

$$v_f = \frac{V_f}{m} \Rightarrow v_f = 0,012\ m^3/kg$$