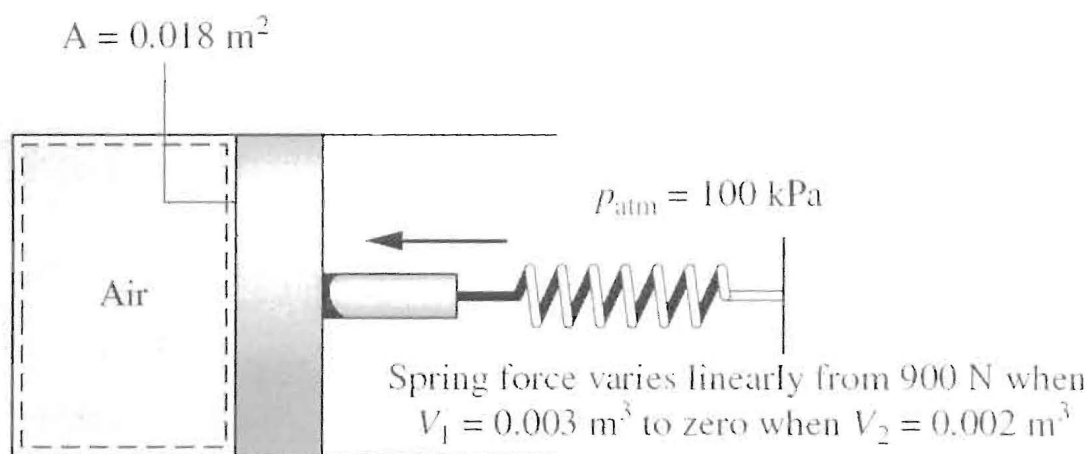
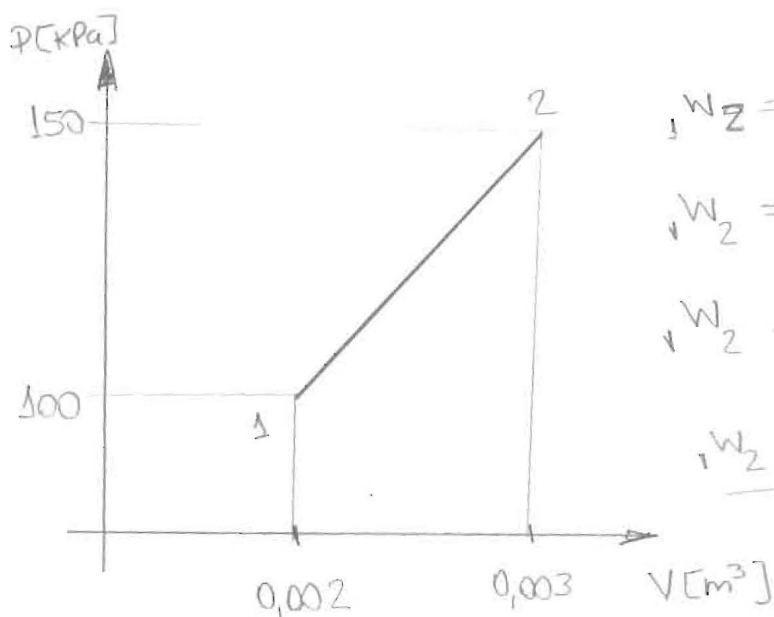


Um conjunto cilindro pistão orientado horizontalmente contém ar aquecido. O ar se resfria lentamente de um volume inicial de 0.003 para 0.002 m^3 . Durante o processo, a mola exerce uma força linear que varia de 900 N até zero. A pressão atmosférica é 100 kPa e a área do cilindro é de 0.018 m^2 . Desprezando o atrito, determine a pressão final e inicial e o trabalho.



$$P_2 = 100 + \frac{900}{0.018} \Rightarrow P_2 = 150 \text{ kPa}$$



$${}_1W_2 = \int P dV$$

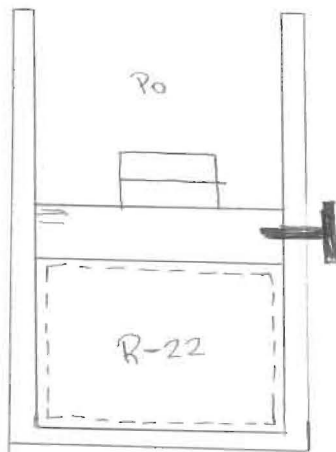
$${}_1W_2 = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cdot (V_1 - V_2)$$

$${}_1W_2 = \frac{1}{2} (100 + 150) (0,002 - 0,003)$$

$${}_1W_2 = -125 \text{ J}$$

2. Um conjunto cilindro pistão (mostrado na figura) contém inicialmente R-22 a 10°C e título de 90%. O pistão apresenta área de seção transversal de $0,006\text{ m}^2$, massa de 90 kg e está travado por um pino. O pino é removido e espera-se que o sistema atinja o equilíbrio. Sabendo que a pressão atmosférica é de 100 kPa e que a temperatura no estado final é de 10°C , determine:

- a) a pressão e o volume no estado final
 b) o trabalho realizado pelo R-22.



$$A = 0,006\text{ m}^2$$

$$m = 90\text{ kg}$$

$$P_0 = 100\text{ kPa}$$

INICIAL (1)

$$T_1 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$x = 0,90$$

$$P_1 = 0,687\text{ MPa}$$

$$v_1 = 0,03132\text{ m}^3/\text{kg}$$

FINAL (2)

$$T = 10^{\circ}\text{C}$$

$$P_2 = 100 \times 10^3 + \frac{90 \times 9,81}{0,006}$$

$$P_2 = 247,2\text{ kPa}$$

NO ESTADO FINAL

$$P = 247,2\text{ kPa}$$

$$T = 10^{\circ}\text{C}$$

$$v_2 = 0,1053\text{ m}^3/\text{kg}$$

$$W = \int p \, dV \Rightarrow W = P \cdot \Delta V = 247,2 (0,1053 - 0,03132)$$

$$W = 18,3\text{ kJ/kg}$$

Um cilindro-pistão contém R-22. Quando o pistão se encontra encostado nos esbarros, o volume é de 11 litros. No estado inicial a temperatura é de -30°C e a pressão é de 150 kPa e o volume da câmara é de 10 litros. O sistema é aquecido até a temperatura de 15°C , determine:

O pistão encosta nos esbarros no estado final?

Qual o trabalho realizado pelo R-22 no processo?



$$P_1 = 150 \text{ kPa}$$

$$T_f = 15^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = -30^{\circ}\text{C}$$

$$V_1 = 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

DADOS INICIAIS

$$P_1 = 150 \text{ kPa} \rightarrow \nu_1 = 0,1487 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_1 = -30^{\circ}\text{C} \quad m = \frac{V}{\nu} \Rightarrow m = \frac{10 \times 10^{-3}}{0,1487} \Rightarrow m = 0,0672 \text{ kg}$$

VOLUME ESPECÍFICO MÁXIMO QUE ESSE SISTEMA PODE TER

$$\nu_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{máx}}}{m} \Rightarrow \nu_{\text{máx}} = \frac{11 \times 10^{-3}}{0,0672} \rightarrow \nu_{\text{máx}} = 0,1637 \text{ m}^3/\text{kg}$$

O ESTADO FINAL SERÁ DETERMINADO POR

$$\nu = 0,1637 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T = 15^{\circ}\text{C}$$

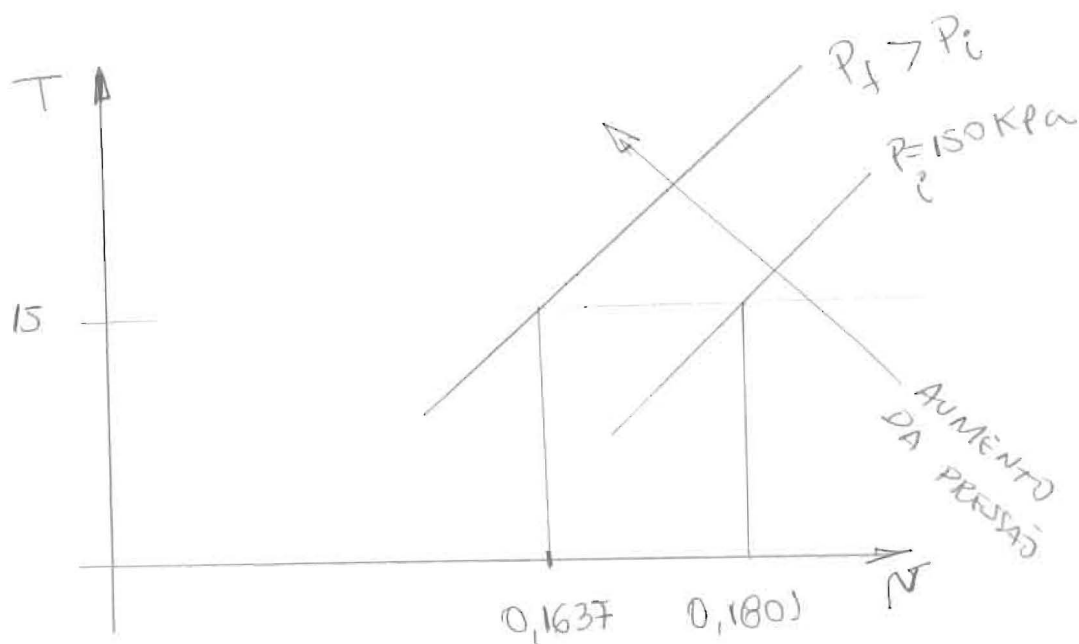
DA TABELA DE SATURAÇÃO $\nu_f = 0,029987 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\therefore \begin{matrix} \nu_{\text{máx}} > \nu_f \\ \nu > \nu_f \end{matrix} \therefore \text{É SUPERAQUECIDO}$$

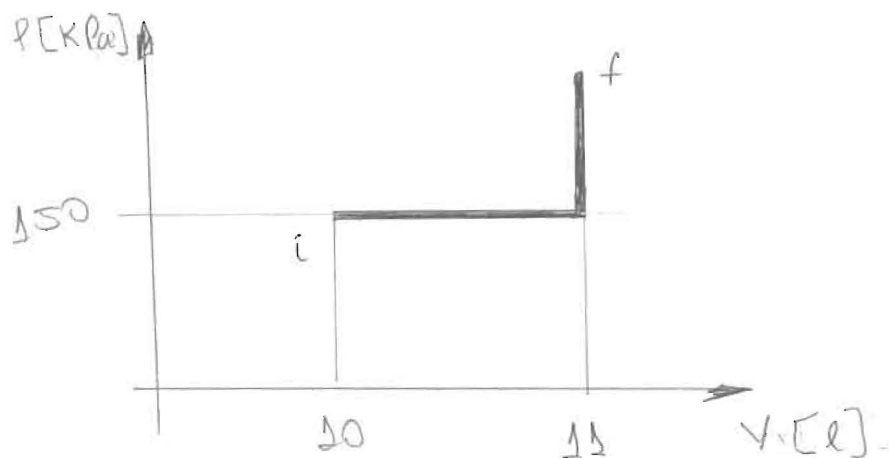
SUPONDO QUE O PISTÃO APENAS TOCA OS ESBARROS

$$P = 150 \text{ kPa} \quad \gamma = 0,1000 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$



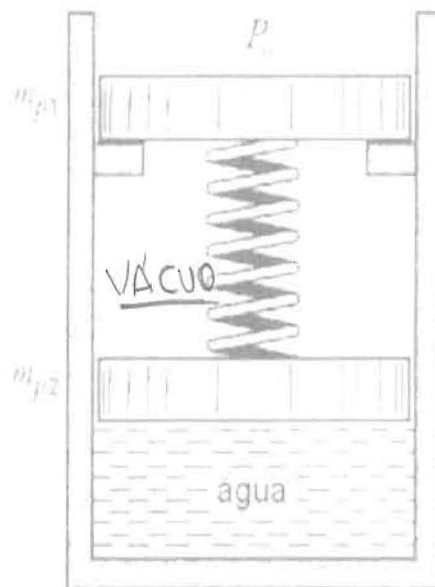
\therefore O PISTÃO TOCA OS ESBARROS.



$$W_f = \int P dv \Rightarrow W_f = P \cdot \Delta v = 150(11-10) \times 10^{-3}$$

$$W_f = 0,15 \text{ KJ}$$

Um cilindro com área de 7.012 cm^2 contém 2 kg de água e apresenta dois pistões. O superior tem massa de 100 kg e inicialmente está encostado nos esbarros. O inferior tem massa desprezível e a mola está distendida quando o pistão inferior está encostado no fundo do cilindro. O volume confinado é de 0.3 m^3 quando o pistão inferior toca nos esbarros. No estado inicial, a pressão é de 50 kPa e o volume é de 0.00206 m^3 . Transfere-se calor a água até que se obtenha vapor saturado. Nessas condições obtenha: A temperatura e pressão na água para que o pistão superior inicie o movimento; A temperatura, pressão e volume específico no estado final; O trabalho realizado pela água. Considere que o espaço entre os pistões é feito vácuo.



$$A = 7,012 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$m = 2 \text{ kg} = m_p2 = 100 \text{ kg}$$

$$P_1 = 50 \text{ kPa} \quad V_{\text{max}} = 0,3 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 0,00206 \text{ m}^3 \quad \chi = 1$$

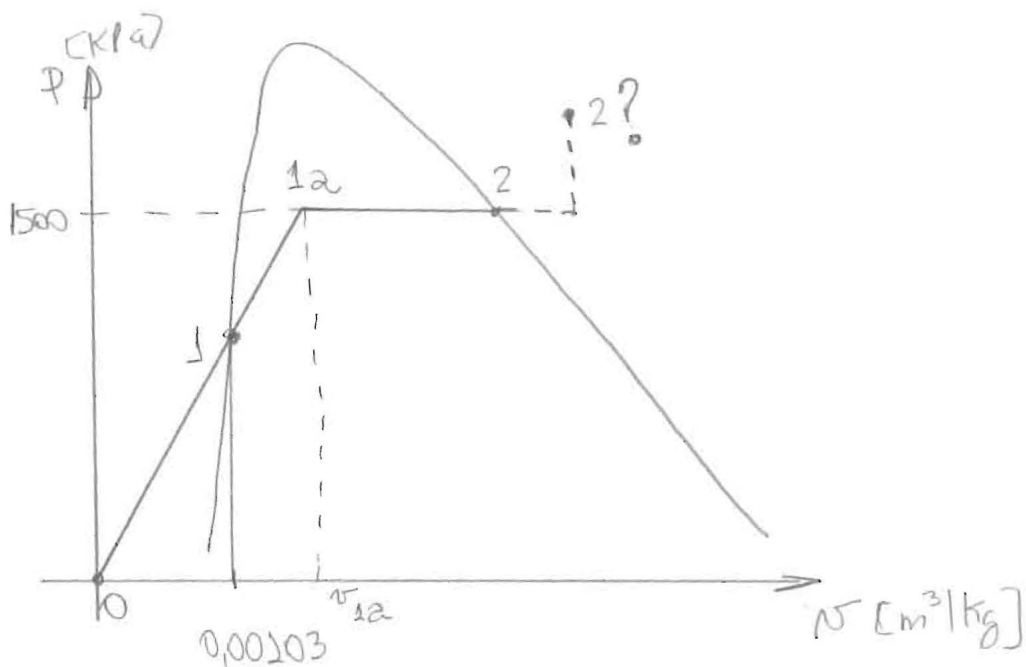
$$v_1 = \frac{V}{m} = \frac{0,00206}{2} = 0,00103 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Com $P = 50 \text{ kPa}$ e $v = 0,00103 \text{ m}^3/\text{kg}$
 DA TABELA OBTÉM-SE
 $T = 82^\circ\text{C}$ (LÍQ. SATURADO)

PRESSION PARA INÍCIO DO MOVIMENTO

$$P_{12} = P_{\text{atm}} + \frac{(m_p1 + m_p2) \cdot g}{A} \Rightarrow P_{12} = 100 + \frac{100 \times 9,81}{7,012 \times 10^{-4}}$$

$$P_{12} = 1500 \text{ kPa}$$



DO LINEARIDADE DA MOLTA PODE-SE DETERMINAR QUE O VOLUME OCUPADO SERÁ v_{1a} QDO A PRESSÃO FOR 1500 KPa, ONDE

$$v_{1a} = \frac{P_{1a} v_1}{P_1} \Rightarrow v_{1a} = \frac{1500 \times 0,00103}{50} \Rightarrow v_{1a} = 0,0309 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$v_e < v_{1a} < v_N$ A 1500 KPa \Rightarrow REG. SAT. $\Rightarrow T = 198,32 \text{ C}$

O SISTEMA ATINGE OS ESBARROS?

SE SIM $\Rightarrow v_{\text{MAX}} > v_N$ A $P = 1500 \text{ KPa}$

SE NAO $\Rightarrow v_{\text{MAX}} < v_N$ A $P = 1500 \text{ KPa}$

$$v_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{MAX}}}{M} \Rightarrow v_{\text{MAX}} = \frac{0,3}{2} \Rightarrow v_{\text{MAX}} = 0,15 \text{ m}^3/\text{kg}$$

DA TAB. \Rightarrow PARA $P = 1500 \text{ KPa} \Rightarrow v_N = 0,1318 \text{ m}^3/\text{kg}$

\therefore O PISTAO NAO ENCOSTA NOS ESBARROS!

$$P_2 = P_{1a} = 1500 \text{ KPa}$$

$$v_2 = v_N = 0,1318 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$T_2 = T_{1a} = 198,32 \text{ C}$$

$$\text{TAB} \quad \gamma = 1,0 \quad \text{TRA}$$


CALCULO DO TRABALHO

$${}_1W_2 = \int p dV$$

$${}_1W_2 = \frac{1}{2}(P_{1a} + P_b)(V_{1a} - V_1) + P_{1a}(V_2 - V_{1a})$$

$${}_1W_2 = \frac{1}{2}(1500 + 50) \cdot 2(0,0309 - 0,0003)$$

$$+ 1500(0,1318 - 0,0309)$$

$${}_1W_2 = 348,9 \text{ KJ}$$


1. R-22 é comprimido em um cilindro por meio da ação de uma força externa aplicada sobre o embolo. No estado inicial, o R-22 está a 35°C e 500 kPa. No estado final, a pressão é igual a 1400 kPa. Os valores para a pressão e o volume deslocado medidos experimentalmente no processo são os mostrados na tabela.

Pressão [kPa]	Volume [l]	Baseado nos dados da tabela determine: (a) o trabalho realizado no processo considerando o R-22 como sistema; (b) a temperatura final do R-22
500	1,25	
653	1,08	
802	0,96	
945	0,84	
1100	0,72	
1248	0,60	
1400	0,50	

O TRABALHO É DETERMINADO POR

$$W = \int P dV$$

ONDE P(V) É DADO PELA TABELA USANDO UMA TÉCNICA DE INTEGRAÇÃO QUALQUER PODE-SE DETERMINAR O VALOR DO TRABALHO. USANDO A REGRA DO TRAPEZÓ, PODE-SE CALCULAR A INTEGRAL COMO

$$\begin{aligned}
 W &= \int P \cdot dV = \sum \Delta V \cdot \frac{P(V_f) + P(V_i)}{2} \\
 &= (1,08 - 1,25) \left(\frac{653 + 500}{2} \right) + (0,96 - 1,08) \left(\frac{802 + 653}{2} \right) \\
 &\quad + (0,84 - 0,96) \left(\frac{945 + 802}{2} \right) + (0,72 - 0,84) \left(\frac{1100 + 945}{2} \right) \\
 &\quad + (0,60 - 0,72) \left(\frac{1248 + 1100}{2} \right) + (0,50 - 0,60) \left(\frac{1400 + 1248}{2} \right)
 \end{aligned}$$

$$W = -686,11 \text{ J}$$

$$\rho = \frac{V}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{\rho} \quad \therefore \frac{V_i}{\rho_i} = \frac{V_f}{\rho_f} \Rightarrow \rho_f = \left(\frac{V_i}{V_f} \right) \rho_i \Rightarrow \rho_f = \frac{0,5}{1,25} \times 0,05523$$

INÍCIO: $T = 35^\circ\text{C}$
 $P = 500 \text{ kPa}$ $\rho_i = 0,05523 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\rho_f = 0,0221 \text{ m}^3/\text{kg} \\
 T_f = 89,3^\circ\text{C}$$