PROBLEMA 1

a) DE LA TABLA SE OBSERVA QUE LA TEMPERATURA ES MAYOR QUE LA TEMPERATURA CRÍTICA, POR LO QUE EL SISTEMA ESTARÁ COMO UN FLUIDO SUPERCRÍTICO. EN LA TABLA DE VAPOR SOBRECALENTADO NO HAY UNA ENTRADA PARA T = 535 K, ASÍ QUE LA VAMOS A CONSTRUIR INTERPOLANDO ENTRE T = 520 K Y T = 560 K

P (MPa)	T (K): 520	→ 535 ←	560
1.0	0,05536	→ 0,0574 ←	0,06080
2.0	0,02516	→ 0,0264 ←	0,02843

QUEDA ASÍ CONSTRUIDA UNA NUEVA TABLA (APROXIMADA) PARA T = 535 K

P (MPa)	v (m^3/kg)
1,0	0,0574
x ←	0,0315
2,0	0,0264

DE DONDE SE OBSERVA QUE EL VOLUMEN ESPECÍFICO DADO ESTÁ ENTRE $1.0 < P < 2.0$. INTERPOLANDO $P = 1.84$ MPa

b) LA TEMPERATURA T = 750 K ES MAYOR QUE LA CRÍTICA (T = 467 K) POR LO QUE DEBERÍAMOS UTILIZAR OTRO MÉTODO DE CÁLCULO. UNA ALTERNATIVA ES USAR UNA ECUACIÓN DE ESTADO. USANDO LA ECUACIÓN DE VAN DER WAALS,

$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$$

DONDE

$$a = \frac{27}{64}\frac{(RT_c)^2}{P_c} \quad y \quad b = \frac{1}{8}\frac{RT_c}{P_c}$$

Y TENEMOS QUE

$$R = \frac{8{,}314\ \mathrm{kJ/kmol\,K}}{72{,}151\ \mathrm{kg/kmol}} = 0{,}11523\ \mathrm{kJ/kg\,K}$$

$$P_c = 3{,}24\ \mathrm{MPa}$$

$$T_c = 467\ \mathrm{K}$$

POR LO QUE

$$a = \frac{27}{64}\frac{\left[(0{,}11523\ \mathrm{kJ/kg\,K})(467\mathrm{K})\right]^2}{3240\ \mathrm{kPa}} = 0{,}377\ \mathrm{kPa}\,(\mathrm{m^3/kg})^2$$

$$b = \frac{1}{8}\frac{(0{,}11523\ \mathrm{kJ/kg\,K})(467\mathrm{K})}{3240\ \mathrm{kPa}} = 2{,}076\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/kg}$$

$$P = \frac{(0{,}11523\ \mathrm{kJ/kg\,K})(750\mathrm{K})}{(7{,}468-2{,}076)\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/kg}} - \frac{0{,}377\ \mathrm{kPa}/(\mathrm{m^3/kg})^2}{(7{,}468\cdot 10^{-3})^2(\mathrm{m^3/kg})^2} = 9267\ \mathrm{kPa}$$

$$P = 9{,}3\ \mathrm{MPa}.$$

EL PROBLEMA TAMBIEN SE PODRÍA RESOLVER USANDO EL DIAGRAMA DE COMPRESIBILIDAD. SIN EMBARGO, REQUIERE RESOLVER POR ENSAYO Y ERROR:

SE CONOCE LA ISOTERMA $T_r = \dfrac{T}{T_c} = \dfrac{750\mathrm{K}}{467\mathrm{K}} \hat{=} 1{,}6$

NO HACE FALTA MÁS PRECISIÓN PUES BUSCAREMOS EN UN GRÁFICO

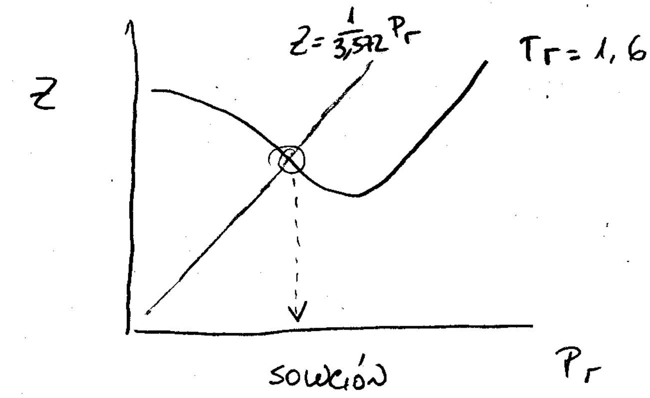
SE DEBE CUMPLIR ADEMÁS QUE

$$P = z\,\frac{RT}{v}$$

$$P_r = z\,\frac{RT}{v}\frac{1}{P_c} = z\,\frac{(0{,}11523\ \mathrm{kJ/kg})(750\ \mathrm{K})}{(7{,}468\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/kg})(3240\ \mathrm{kPa})}$$

$$P_r = 3{,}572\,z$$

SI PUDIESEMOS GRAFICAR ESTA CURVA EN EL DIAGRAMA DE COMPRESIBILIDAD HALLARIAMOS LA SOLUCIÓN.

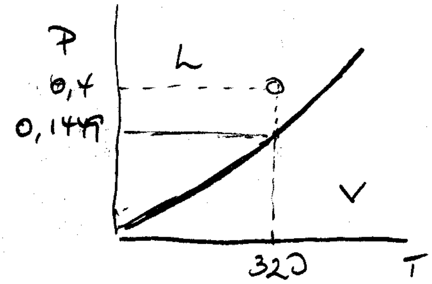


SIN EMBARGO, ES MÁS FACIL RESOLVER TANTEANDO

- SUPONER P_r
- CON P_r y $T_r = 1{,}6$ BUSCO Z EN LA GRAFICA
- VERIFICO QUE $P_r - 3{,}572\, Z = 0$
- SI NO SE CUMPLE, SE DEBE SUPONER OTRO P_r

CON $P_r = 3 \rightsquigarrow Z = 0{,}84 \rightsquigarrow P = 9{,}72$ MPa

c) EN LA TABLA DE SATURACIÓN SE OBSERVA QUE A $T = 320$ K LA PRESIÓN DE SATURACIÓN ES DE 0,1449 MPa. YA QUE LA PRESIÓN DEL SISTEMA ES MAYOR, ESTARÁ COMO LÍQUIDO COMPRIMIDO



POR LO QUE $v \simeq v_f(320\,K) = 0{,}001678\ m^3/kg$

d) SE DEBE INTERPOLAR EN LA TABLA DE SATURACION

T(K)	P(MPa)
360	0,4349
↓	↓
	0,5
↑	↑
370	0,5501

$T = 365,7\ K$

e) LA TEMPERATURA ES MUY ALTA Y LA PRESIÓN NO MUY ALTA.

¿SE COMPORTARÁ COMO GAS IDEAL?

$$P_r = \frac{400}{3240} = 0,12 \qquad T_r = \frac{1000}{467} = 2,1$$

$Z \simeq 1$ (DEL DIAGRAMA DE COMPRESIBILIDAD)

$$v = \frac{RT}{P} = \frac{(0,11523\ kJ/kg\,K)(1000\ K)}{400\ kPa} = 0,288\ m^3/kg$$

f) SE DEBE CUMPLIR QUE

$$v = x\,v_g + (1-x)\,v_f$$

PERO $v_g = f(T^{SAT})$ y $v_f = f(T^{SAT})$. POR ELLO SE DEBE BUSCAR UNA SOLUCIÓN POR ENSAYO Y ERROR

- SUPONER T
- HALLAR P, v_f, v_g
- VERIFICAR QUE $v = x\,v_g + (1-x)\,v_f$

PARTIENDO DE UN ESTIMADO INICIAL DE $v_g \approx \frac{v}{x}$ ESTO SALE DE SUPONER $v_f \ll v_g$

$v_g \simeq 0,0645\ m^3/kg \sim T \simeq 290 K$

$$v = (0,6)(0,6441) + (0,4)(0,0016) = 0,3871\ m^3/kg$$

APROXIMADAMENTE CORRECTO.

PROBLEMA 2

EN EL ESTADO INICIAL HAY UNA MEZCLA LIQUIDO-VAPOR A 100°C

$$v_f = 0{,}001044 \ m^3/kg \quad , \quad v_g = 1{,}6729 \ m^3/kg$$

ADEMAS $$\frac{V_{LIQUIDO}}{V_{VAPOR}} = \frac{1}{10}$$

PERO $$v = \frac{V}{m} \rightsquigarrow V = m v \qquad y \qquad x = \frac{m_V}{m_T} \qquad 1-x \quad \frac{m_L}{m_T}$$

$$\frac{V_{LIQUIDO}}{V_{VAPOR}} = \frac{m_L v_f}{m_V v_g} = \frac{(1-x) v_f}{x \, v_g} = \frac{1}{10}$$

$$10(1-x) v_f = x v_g$$

$$10 v_f - 10 x v_f - x v_g = 0$$

$$10 v_f = x(10 v_f + v_g)$$

$$x = \frac{10 v_f}{10 v_f + v_g} = \frac{10(0{,}001044)}{10(0{,}001044) + 1{,}6729} = 0{,}006202$$

EL VOLUMEN ESPECIFICO INICIAL ES

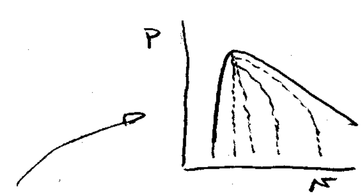
$$v = x v_g + (1-x) v_f = (0{,}006202)(1{,}6729 \ m^3/kg) + (1-0{,}006202)(0{,}001044) \ m^3/kg$$

$$v_{INICIAL} = 0{,}011413 \ m^3/kg.$$

EN EL ESTADO FINAL EL VOLUMEN ESPECIFICO SE CONSERVA

Y LA CALIDAD SERÁ $(T = T_{SAT} = 212{,}42°C \ ; \ v_f = 0{,}001177 \ ; \ v_g = 0{,}09963)$

$$x = \frac{v - v_f}{v_g - v_f} = \frac{0{,}011413 - 0{,}001177}{0{,}09963 - 0{,}001177} = 0{,}104$$



$$\frac{V_{LIQ}}{V_{VAP}} = \frac{(1-x) v_f}{x v_g} = 0{,}1018$$

CASI NO HAY VARIACIÓN. (LAS LINEAS DE ISOCALIDAD SON CASI ISOCÓRICAS)

PROBLEMA 3

PUNTO 1 $P = 500\ kPa$, $T = 160°C$ ~> $v = 0,3836\ m^3/kg$

(VAPOR LIGERAMENTE SOBRECALENTADO)

PUNTO 2 $v = 0,3836\ m^3/kg$, $P = 1\ MPa$ ~> $T = 562,8\ °C$

(VAPOR SOBRECALENTADO)

PUNTO 3 $P = 1\ MPa$, $x = 1$ ~> $T = 179,9$, $v = 0,194\ m^3/kg$

(VAPOR SATURADO

PUNTO 4 $v = 0,194$, $T = 160°C$ ~> $x = 0,6322$, $P = 0,618\ MPa$