

Tema Nro. 2

Propiedades de las Sustancias Puras

1. SUSTANCIA PURA

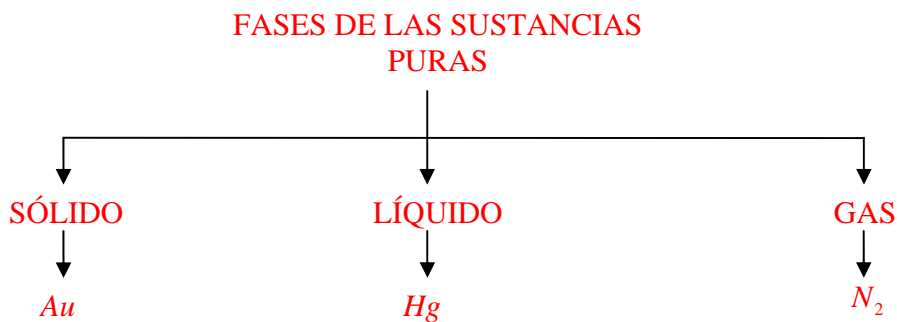
Es la sustancia cuyas composiciones químicas están bien definidas.
Es aquella sustancia de composición química definida

- Agua H_2O
- Aire
- Nitrógeno N_2
- Helio He
- Dióxido de carbono CO_2
- Amoniac HN_3
- Dióxido de Nitrógeno NO_2
- Monóxido de carbono CO

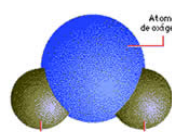
También es una mezcla homogénea (de una fase o de 2 fases)

- Una sola fase → aire
- 2 fases → hielo – agua
- Gasolina (mezcla homogénea – sustancia pura) C_8H_{18}

2. FASES DE UNA SUSTANCIA PURA



- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Estructura Sólida - > fuerzas de atracción - < distancias intermoleculares | <ul style="list-style-type: none"> - Estructura ordenada - < fuerzas de atracción - > distancias intermoleculares | <ul style="list-style-type: none"> - Estructura desordenada |
|--|--|--|



LÍQUIDO

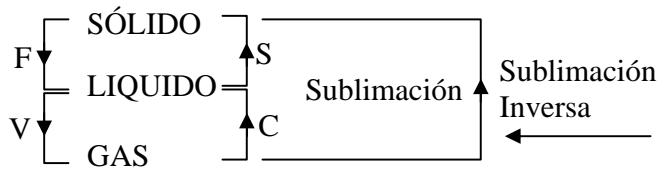


SÓLIDO



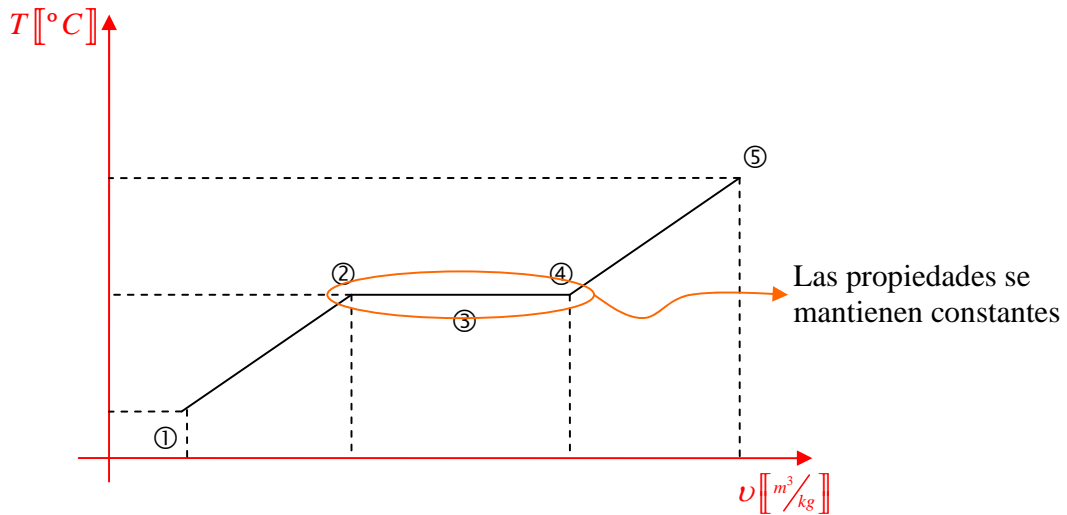
GASOSO

3. CAMBIOS DE FASE

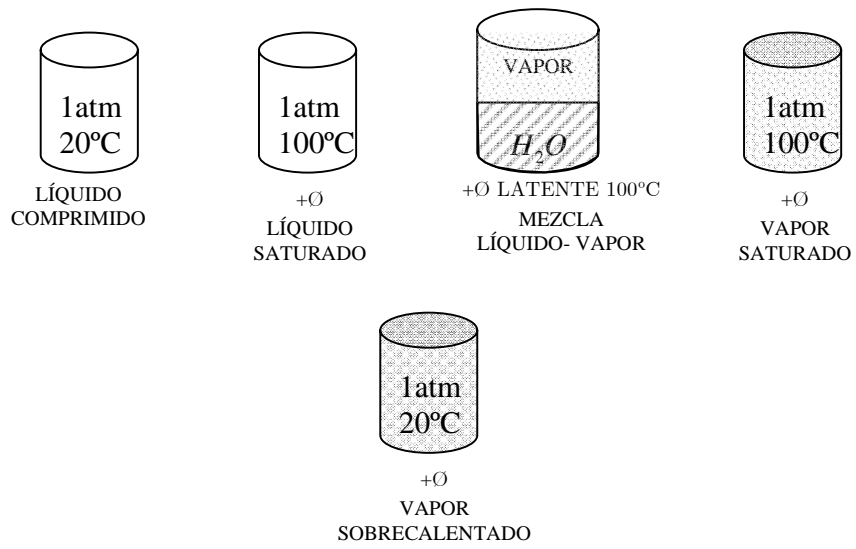


3.1. Ebullición

Es cuando la presión del líquido alcanza la presión atmosférica.

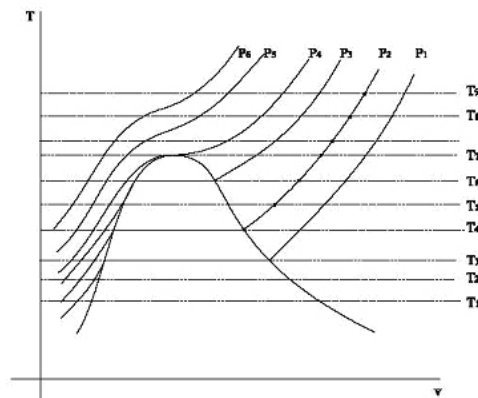


- ① Líquido Comprimido
- ② Líquido Saturado
- ③ Mezcla Saturada Líquido – Vapor
- ④ Vapor Saturado
- ⑤ Vapor Sobrecalentado (Sistema Cerrado)

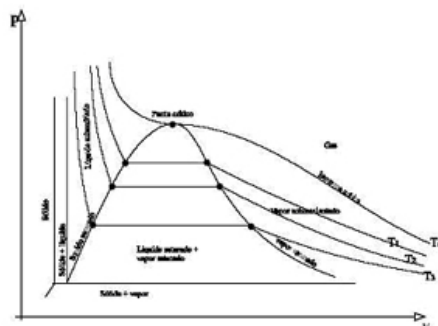


4. DIAGRAMA DE PROPIEDADES

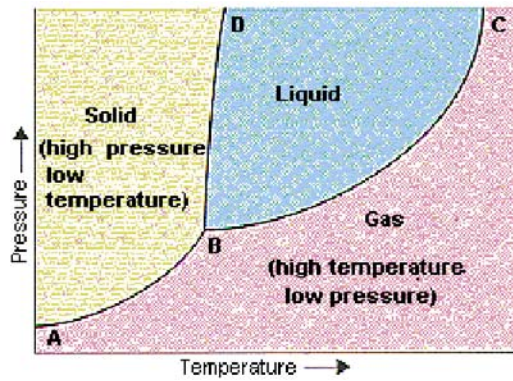
4.1. DIAGRAMA T Vs. V



4.2. DIAGRAMA P Vs. V



4.3. DIAGRAMA P Vs. T



5. TABLA DE PROPIEDADES

°C	<i>kPa</i>	<i>kg/m³</i>		
T	P	v_f	v_{fg}	v_g
85				
90				
95				

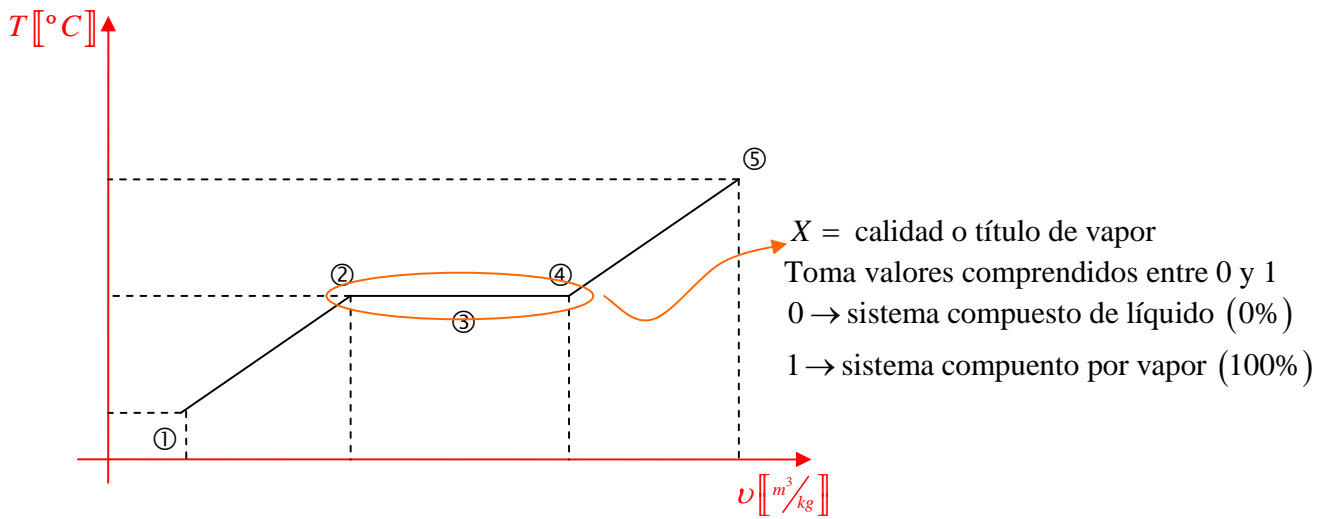
v_f = volumen especifico del liquido

v_g = volumen especifico del vapor

$$v_{fg} = v_f - v_g$$

$$T \rightarrow P_s \rightarrow v$$

$$P \rightarrow T \rightarrow v$$



$$X = \frac{m_v}{m_t} = \frac{m_v}{m_l + m_v} \times 100 \quad \text{Calidad o título del vapor}$$

Estado Vapor Sobrecalentado	Estado Líquido Comprimido
T \uparrow	T \downarrow
v \uparrow	v \downarrow
U \uparrow	U \downarrow
h \uparrow	h \downarrow
P \downarrow	P \uparrow

6. PROBLEMAS

Un tanque rígido contiene 50kg de agua líquida saturada a 90°C. Determine la presión en el tanque y el volumen de este.

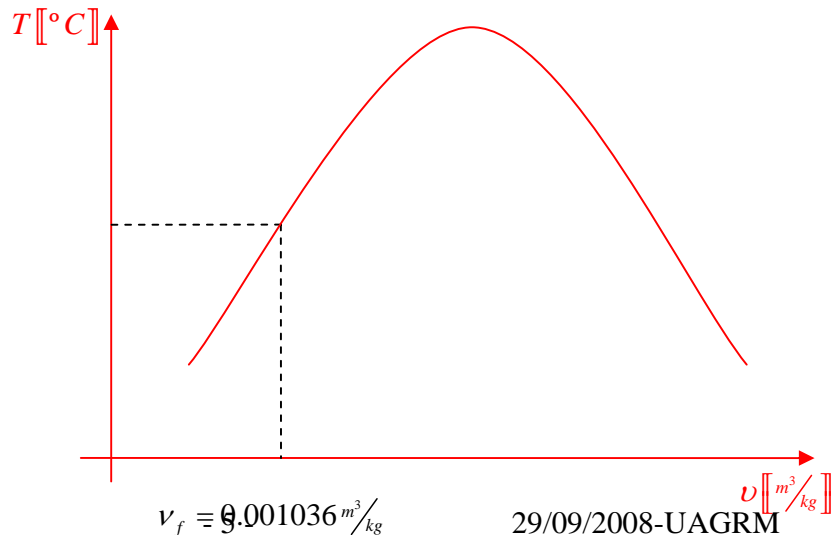
Datos

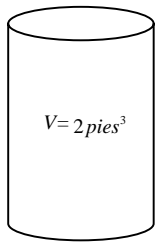
$m = 50kg$

$T = 90^{\circ}C$

$P_s = ?$

$v = ?$





$$T = 90^{\circ}C \rightarrow P_s = 70.14kPa \rightarrow v_f = 0.001036 \frac{m^3}{kg}$$

$$v = \frac{V}{m} \Rightarrow V = v * m = 0.001036 \frac{m^3}{kg} * 50 kg$$

$$V = 0.0518m^3$$

Un dispositivo de cilindro – embolo contiene 2 pies^3 de vapor de agua saturado a 50psia de presión. Determine la temperatura del vapor y la masa del vapor dentro del cilindro.

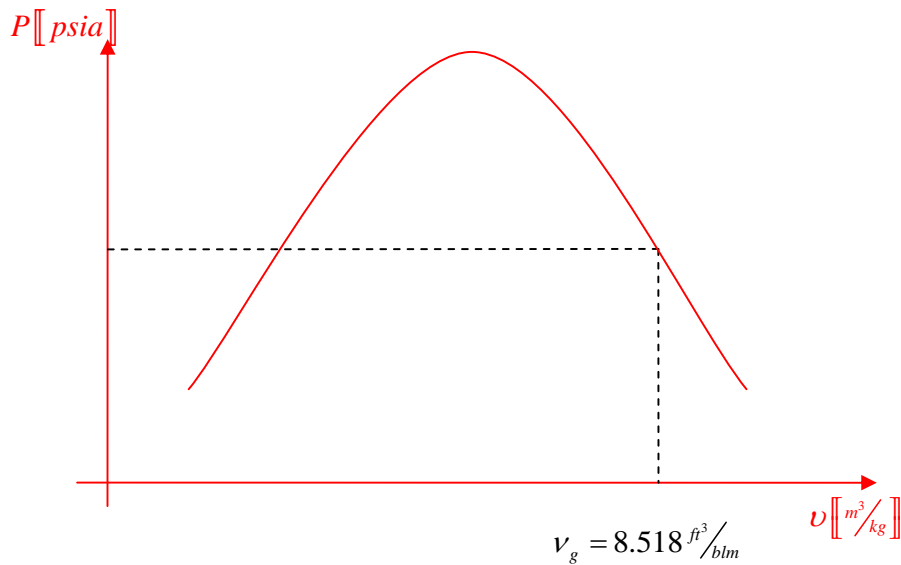
Datos

$$V = 2 \text{ pies}^3$$

$$P = 50 \text{ psia}$$

$$T = ??$$

$$m = ??$$



$$P_s = 50 \text{ psia} \rightarrow T = 281.03^{\circ}F \rightarrow v_g = 8.518 \frac{ft^3}{lbm}$$

$$v_g = \frac{V}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{v_g} = \frac{2 \cancel{ft^3}}{8.518 \frac{ft^3}{lbm}} = 0.2348 \text{ lbm}$$

Un tanque rígido contiene 10kg de agua a 90°C. Si 8kg de agua están en la forma líquida y el resto en vapor determine:

a) La presión del tanque

Datos

$t = 90^\circ C$

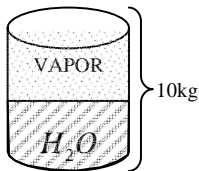
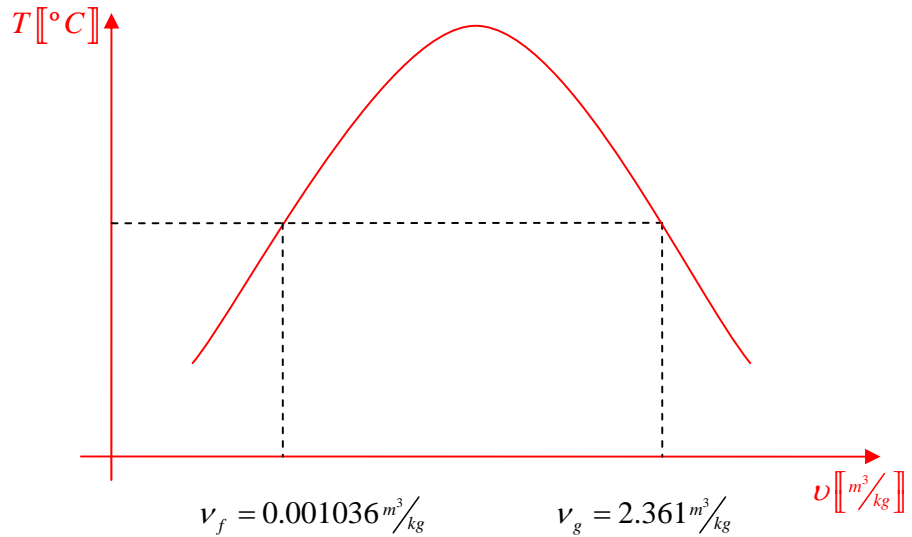
$m = 10kg$

$m_v = 2kg$

$m_l = 8kg$

$P = ??$

$V = ??$



De tablas a 90°C:

$P = 70.14kPa$

$v_f = 0.001036 m^3/kg$

$v_g = 2.361 m^3/kg$

b) El volumen del tanque

$$V = V_f + V_g$$

$$v = \frac{V}{m} \Rightarrow \begin{aligned} V_f &= v_f * m = 0.001036 \frac{m^3}{kg} * 8 kg = 8.22 \times 10^{-3} m^3 \\ V_g &= v_g * m = 2.361 \frac{m^3}{kg} * 2 kg = 4.722 m^3 \\ V &= 8.22 \times 10^{-3} m^3 + 4.722 m^3 = 4.730 m^3 \end{aligned}$$

Un recipiente de 80lt, contiene 4kg de refrigerante 134-a a una presión de 160kPa. Determine:

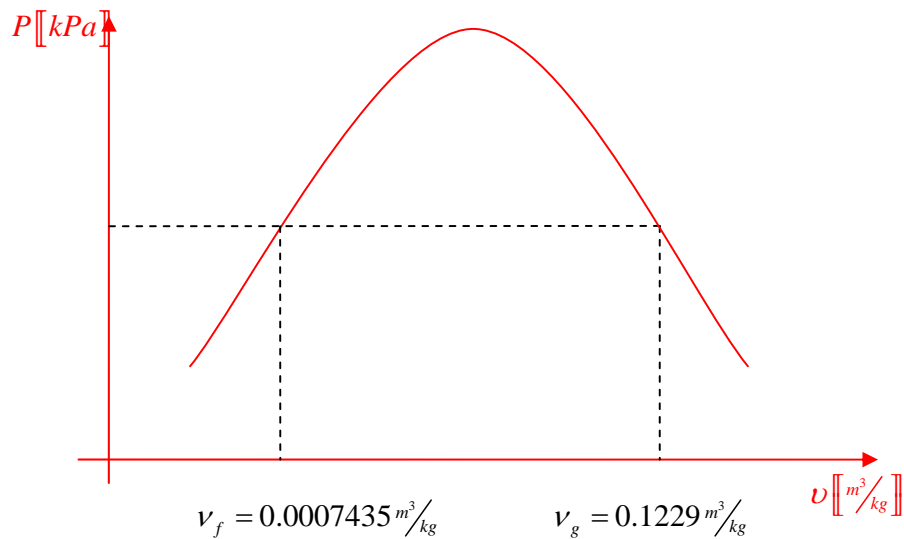
Datos

$St = 134 - a$

$V = 80l$

$m = 4kg$

$P = 160kPa$



- a) La temperatura del refrigerante

$$P = 160kPa = 0.1MPa \rightarrow T = -15.62^\circ C$$

- b) La calidad del vapor

$$v = \frac{V}{m} = \frac{80 \times 10^{-3} m^3}{4kg} = 0.02 \frac{m^3}{kg} \text{ y } v_{fg} = 0.1229 - 0.0007435 = 0.1221565 \frac{m^3}{kg}$$

$$X = \frac{v - v_f}{v_g - v_f} = \frac{v - v_f}{v_{fg}} = \frac{(0.02 - 0.0007435) \frac{m^3}{kg}}{0.1221565 \frac{m^3}{kg}} = 0.157637$$

- c) La entalpía del refrigerante

$$h_f = 29.78 \frac{kJ}{kg}$$

$$h - h_f = Xh_{fg} \Rightarrow h_g = 237.97 \frac{kJ}{kg}; h = Xh_{fg} + h_f = 0.157637 * 208.18 + 29.78$$

$$h_{fg} = 208.18 \frac{kJ}{kg}$$

$$h = 62.597 \frac{kJ}{kg}$$

- d) El volumen ocupado por la fase del vapor

$$X = \frac{m_v}{m} \Rightarrow m_v = m * X = 4kg * 0.1576 = 0.631kg$$

$$v_g = \frac{V}{m_v} \Rightarrow V_g = v_g * m_v = 0.1229 \frac{m^3}{kg} * 0.631 \frac{kg}{kg}$$

$$V = 0.07749m^3$$

Un recipiente rígido cerrado con un volumen de $0.5m^3$, se calienta con una placa eléctrica. Inicialmente el recipiente contiene agua como una mezcla bifásica de líquido saturado y vapor saturado a 1bar y un título de 0.5; tras calentarlo, la presión de eleva a 1.5bar. Representar los estados inicial y final en diagrama T-V y determinar:

Datos

$$V = 0.5m^3$$

$$1 \left\{ \begin{array}{l} v_1 = v_2 \\ P_1 = 1bar = 100kPa \\ X = 0.5 \end{array} \right.$$

$$2 \{ P_2 = 1.5bar$$

$$T = ??^\circ C \rightarrow \text{c/estado}$$

$$m_g = ??kg \rightarrow \text{c/estado}$$

$$P_f = ?m_f \rightarrow m_s$$

a) La temperatura en $^\circ C$ para cada estado

$$a P_1 = 1bar \left\{ \begin{array}{l} v_f = 0.001043 \frac{m^3}{kg} \rightarrow h_f = 417.46 \frac{kJ}{kg} \\ v_g = 1.6940 \frac{m^3}{kg} \rightarrow h_g = 2675.5 \frac{kJ}{kg} \\ T_1 = 99.63^\circ C \end{array} \right.$$

$$a P_2 = 1.5bar \left\{ \begin{array}{l} v_f = 0.001053 \frac{m^3}{kg} \rightarrow h_f = 467.11 \frac{kJ}{kg} \\ v_g = 1.1593 \frac{m^3}{kg} \rightarrow h_g = 2693.6 \frac{kJ}{kg} \\ T_1 = 11.37^\circ C \end{array} \right.$$

b) La masa de vapor presente en cada estado en kg.

$$X = \frac{v - v_f}{v_g - v_f} \Rightarrow v_1 = X * (v_g - v_f) + v_f$$

$$v_1 = 0.5 * (1.6940 - 0.001043) + 0.001043 = 0.8475 \frac{m^3}{kg}$$

$$v = \frac{V}{m}; m = \frac{V}{v} = \frac{0.5 \frac{m^3}{kg}}{0.8475 \frac{m^3}{kg}} = 0.589kg$$

$$\rightarrow m_{g1} = X * m$$

$$m_{g1} = 0.5 * 0.589$$

$$m_{g1} = 0.2949kg$$

En sistemas cerrados $\Rightarrow v = ctte \rightarrow v_1 = v_2$

$$X = \frac{v_2 - v_{f_2}}{v_{g_2} - v_{f_2}} = \frac{0.8475 - 0.001053}{1.1593 - 0.001053}$$

$$X = 0.73$$

$$m_{g_2} = X_2 * m = 0.73 * 0.589$$

$$m_{g_2} = 0.4304 \text{kg}$$

c) La presión del recipiente si este sigue calentando hasta que solo contenga vapor saturado.

$$P = 211 \text{kPa}$$

$$v = \frac{v_f^0}{X} + X \left(\frac{v_g^0}{1-X} \right)$$

$$v = 1v_g$$

$$v_g = v$$

⇒ de tablas a $v = 0.8475 \text{ m}^3/\text{kg}$

Mpa	m^3/kg
0.200	← 0.8857
	$x \leftarrow 0.8475$
0.225	← 0.7933
a $v = 0.8475 \text{ m}^3/\text{kg}$	$\left\{ \begin{array}{l} P = 0.2103 \text{Mpa} \\ P = 210.3 \text{kPa} \end{array} \right.$