

Física Térmica - Edición 2024

Práctico 1: Determinación del estado termodinámico

Ejercicio 1.

Complete la siguiente tabla para el agua:

T(°C)	P(kPa)	$v(\text{m}^3/\text{kg})$	$h(\text{kJ}/\text{kg})$	Fase
	18000	0.003		
150	1000			
200		0.2		
130	200			
50		7.22		
	400			Vapor saturado
300		0.085		
	1000		2400	
	200			Mezcla, $x=0.7$
80	10000			
160		0.6		
118				Líquido saturado

Ejercicio 2.

Establezca en cada caso la fase y las propiedades faltantes del conjunto P, T, ν y x :

- (a) R-22: $T = 10^\circ\text{C}$, $\nu = 0,01 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$
- (b) CO_2 : $T = 800 \text{ K}$, $P = 200 \text{ kPa}$
- (c) N_2 : $T = 200 \text{ K}$, $P = 100 \text{ kPa}$
- (d) CH_4 : $T = 190 \text{ K}$, $x = 0,75$

Ejercicio 3.

¿Es razonable suponer que, en los estados indicados, la sustancia se comporta como un gas ideal? Obtenga en cada caso el volumen que ocuparía 1 kg de sustancia.

- (a) Oxígeno a 30°C y 3 MPa
- (b) Metano a 30°C y 3 MPa
- (c) Agua a 1000°C y 3 MPa
- (d) R-134a a 20°C y 100 kPa
- (e) R-134a a -30°C y 100 kPa

Ejercicio 4.

Considere un dispositivo cilindro-pistón de 10 cm de diámetro, sometido a la acción de un resorte lineal de constante $80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$. El pistón inicialmente descansa sobre los soportes, situación correspondiente a un volumen interior de 1 L (ver Fig.(1)). Se abre la válvula y aire proveniente de una línea de suministro ingresa al cilindro, observándose que el pistón comienza a ascender cuando la presión interior vale 150 kPa. Cuando la válvula se cierra, el volumen del cilindro es de 1,5 L y la temperatura del aire es 80°C . ¿Qué masa de aire hay dentro del cilindro?.

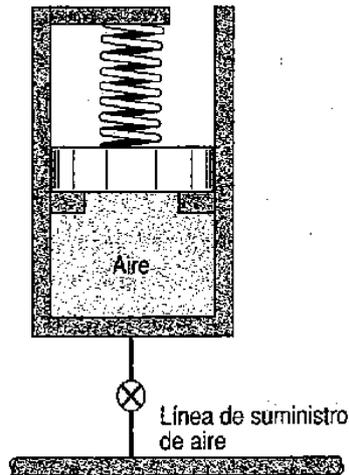


Figura 1: Ejercicio 4

Nota: ¿Son relevantes los valores de la presión atmosférica, la masa del pistón y la longitud natural del resorte? Estime el factor de compresibilidad para analizar si es razonable modelar el aire como un gas ideal.

Ejercicio 5.

Un recipiente rígido y sellado de volumen 1 m^3 contiene 1 kg de agua a 100°C . Si se instala una válvula de seguridad sensible a la presión, indique a qué presión se debe ajustar la válvula para que, al entregar calor al sistema, el agua alcance una temperatura máxima de 200°C . Bosqueje el proceso en un diagrama $P - \nu$ o $T - \nu$.

Ejercicio 6.

Un tanque rígido contiene 2 kg de nitrógeno a 100 K con una calidad del 50%. Por medio de un medidor de flujo y una válvula, se retiran 0,5 kg mientras la temperatura permanece constante. Determine el estado final en el interior del tanque. ¿Depende el resultado de si la válvula extrae líquido o vapor? Explique.

Ejercicio 7.

Un dispositivo cilindro-pistón de diámetro 150 mm contiene agua a 105°C con un 85% de calidad, ocupando un volumen de 1 L. Al entregar calor al sistema, el pistón se eleva y encuentra un resorte lineal de constante $100 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$, como se muestra en la Fig. (2). En ese instante, el volumen es 1,5 L.

- (a) Si se sigue entregando calor al sistema, ¿cuál será la presión del agua cuando la temperatura alcance los 600 °C?
- (b) Dibuje el proceso en un diagrama $P - v$, indicando los tres estados y las isothermas relevantes en relación a la campana de saturación.

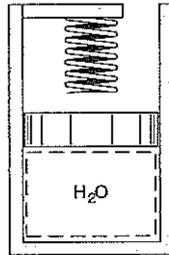


Figura 2: Ejercicio 7.

Ejercicio 8.

Considere un tanque de sección horizontal $0,5 \text{ m}^2$, conteniendo nitrógeno líquido saturado a 500 kPa. A causa de la transferencia de calor, algo del líquido se evapora y en una hora el nivel del líquido desciende 30 mm. El vapor que sale del recipiente atraviesa un calentador y emerge a 500 kPa y 275 K (ver Fig. (3)). Calcule el gasto volumétrico (volumen/tiempo) de nitrógeno gaseoso a la salida del calentador.

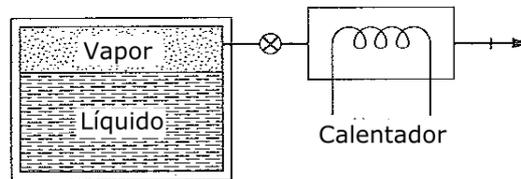


Figura 3: Ejercicio 8

Ejercicio 9.

Un dispositivo cilindro-émbolo sin fricción contiene agua a 350 kPa y 250 °C. El cilindro está provisto de topes tales que, si el pistón descansa sobre ellos, el volumen interior es $0,65 \text{ m}^3$. El agua se enfría lentamente hasta alcanzar el estado de vapor saturado.

- (a) Si la masa inicial es 1 kg, demuestre que la hipótesis de que el pistón no alcanza los topes conduce a una contradicción. Halle la presión y la temperatura final del agua, y represente el proceso en un diagrama $T - v$, incluyendo las isóbaras relevantes.
- (b) Si la masa inicial es 2 kg, demuestre que la hipótesis de que el pistón sí alcanza los topes es absurda, y obtenga el volumen final que ocupa el agua.
- (c) ¿Cuál debería ser la masa inicial de agua para que el estado de vapor saturado sea alcanzado exactamente en el instante en que el pistón llega a los topes?

Ejercicio 10.

Un depósito rígido (A) de volumen 50 L y un cilindro se conectan como se muestra en la Fig. (4). Un pistón delgado, de masa despreciable y libre de fricción, divide al cilindro en dos compartimentos B y C , cada uno de ellos con un volumen inicial de 100 L. El depósito A y el recinto B contienen amoníaco, mientras que C contiene aire. Inicialmente la calidad en A es 0.4, y las presiones en B y C son de 100 kPa. La válvula se abre lentamente hasta que el sistema alcanza una presión común. Las paredes del sistema son diatermas, y se asume que el proceso es lo suficientemente lento como para que el sistema se encuentre permanentemente en equilibrio térmico con el ambiente a 20°C .

- Esboce en un diagrama $P - v$ los procesos seguidos por el amoníaco en A y en B , indicando las distintas posibilidades para el estado final.
- Muestre que la hipótesis de que el amoníaco en B llega al estado de vapor saturado conduce a una contradicción. ¿Qué permite esto concluir sobre el estado final del amoníaco en ambos recintos?
- Halle la presión final del sistema.

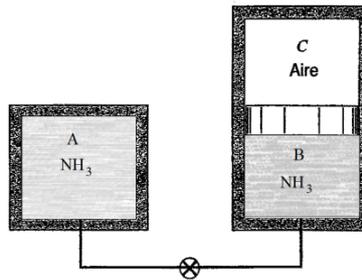


Figura 4: Ejercicio 10

Ejercicio 11.

Considere dos tanques rígidos A y B de paredes diatermas, cada uno de volumen 200 L, conectados a través de una válvula como muestra la Fig. (5). Inicialmente B está vacío y A contiene R-134a en equilibrio térmico con el ambiente a 25°C , 10% líquido y 90% vapor **en volumen**. La válvula se abre de modo tal que vapor fluye lentamente hacia B hasta alcanzar el equilibrio, instante en que se cierra la válvula. Supondremos que el proceso ocurre de modo suficientemente lento como para que sea razonable suponer que las temperaturas permanecen en 25°C durante el todo el proceso.

- ¿Se encuentra el R-134a en el mismo estado en ambos tanques al final del proceso?
Sugerencia: bosqueje los procesos sufridos en cada tanque en un diagrama $P - v$
- ¿Cuánto cambió la calidad del vapor en el tanque A durante el proceso?.

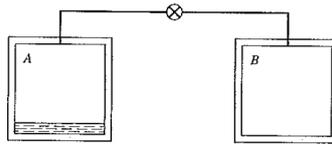


Figura 5: Ejercicio 11

Ejercicio 12.

Considere un tanque prismático rígido, de paredes diatermas y volumen $V = 2,3\text{ L}$, que se encuentra dividido en dos compartimentos por medio de un tabique vertical móvil sin fricción, también diatermo, y de masa despreciable. Los compartimentos contienen agua y aire en equilibrio a 100 kPa y $20\text{ }^\circ\text{C}$.

- (a) Si el volumen inicial de agua es $2,25\text{ L}$ y el sistema es colocado en un baño térmico a $65\text{ }^\circ\text{C}$, demuestre que la hipótesis de que el agua permanece en estado líquido al alcanzarse el nuevo estado de equilibrio es la única hipótesis consistente con los datos del problema. Halle la presión final y los volúmenes finales de cada compartimento.
- (b) ¿Cuál es el estado final en cada compartimento si el volumen inicial de agua es $0,05\text{ L}$, y la temperatura del baño es $150\text{ }^\circ\text{C}$?