

## Física Térmica - Edición 2025

## Práctico 2: Trabajo, calor, y primera ley para sistemas cerrados

### Ejercicio 1.

Muestre que es imposible comprimir isotérmicamente un gas ideal contenido en un recipiente térmicamente aislado.

### Ejercicio 2.

Un depósito rígido cerrado de 150 L contiene agua a  $100^\circ\text{C}$  con una calidad del 90 %. El depósito se enfría a  $-10^\circ\text{C}$ . Calcule la transferencia de calor durante el proceso.

### Ejercicio 3.

En el panel izquierdo de la Fig. (1) se muestra un dispositivo cilindro-pistón de  $1\text{ m}^2$  de sección transversal y paredes diatermas, que inicialmente contiene aire a  $150\text{ kPa}$  y  $400^\circ\text{C}$ . El aire se enfría hasta alcanzar el equilibrio térmico con el ambiente a  $20^\circ\text{C}$ .

- ¿Descansa el pistón sobre los soportes en el estado final? ¿Cuál es la presión final en el cilindro?
- Calcule el trabajo realizado por el aire y el calor cedido al ambiente durante el proceso.

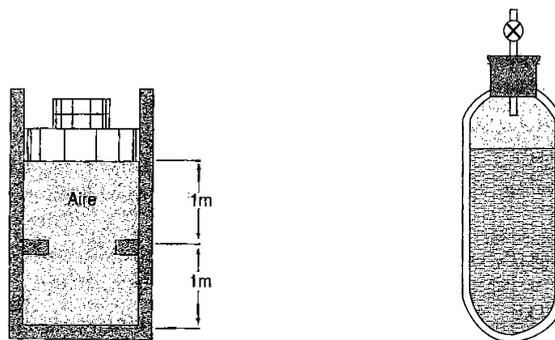


Figura 1: Ejercicios 3 y 4

### Ejercicio 4.

Considere un Dewar (recipiente rígido de doble pared para almacenar líquidos criogénicos) de 100 L, como se muestra en la Fig. (1) (panel derecho). El Dewar contiene nitrógeno saturado a  $1\text{ atm}$  de modo que el 80 % de su volumen está ocupado por líquido y el resto por vapor. El aislamiento mantiene la transferencia de calor del ambiente al Dewar a un nivel tan bajo como  $5 \frac{\text{J}}{\text{s}}$ . Accidentalmente, la válvula de ventilación se cierra de modo que la presión en el interior aumenta con lentitud. Se estima que el Dewar se romperá cuando la presión llegue a  $500\text{ kPa}$ . ¿Cuánto tiempo transcurrirá hasta alcanzar esta presión?

**Ejercicio 5.**

Aire a 200 kPa y 30 °C está contenido en un recipiente con una frontera móvil, ocupando un volumen inicial de 0,1 m<sup>3</sup>. La presión interior equilibra a la presión atmosférica de 100 kPa y a una fuerza externa que es proporcional a  $V^{1/2}$ . Se transfiere calor al sistema hasta que el aire alcanza una temperatura final de 200 °C.

- (a) Determine la presión final.
- (b) Halle el trabajo realizado sobre el aire y el calor intercambiado durante el proceso.

**Ejercicio 6.**

Dos resortes con la misma constante elástica se instalan en un conjunto cilindro-pistón, este último de masa despreciable, como muestra el panel izquierdo de la Fig. (2). Se sabe que el resorte que está unido al pistón no ejerce fuerza cuando el pistón se encuentra en el fondo, y que el segundo resorte entra en contacto con el pistón cuando el volumen alcanza los 2 m<sup>3</sup>. El cilindro contiene amoníaco a -2 °C con calidad  $x = 0,13$ , ocupando un volumen de 1 m<sup>3</sup>. Se entrega calor al sistema hasta que la presión final alcanza los 1200 kPa. La presión atmosférica es de 100 kPa.

- (a) ¿A qué presión tocará el pistón el segundo resorte?
- (b) Determine la temperatura final y el trabajo total que realiza el amoníaco.
- (c) Calcule el calor total transferido al sistema.

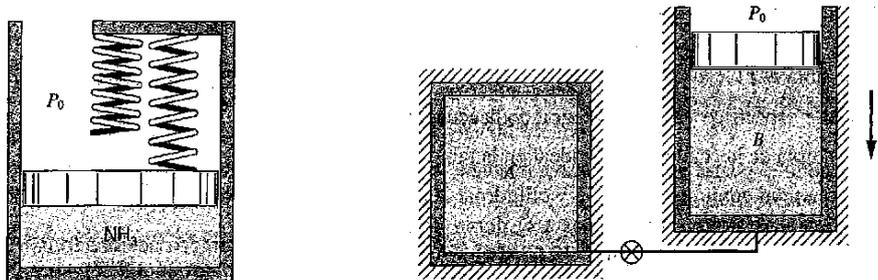


Figura 2: Problemas 6 y 7.

**Ejercicio 7.**

Considere el sistema de la Fig. (2) (panel derecho), compuesto por un tanque rígido (A) conectado a través de una válvula a un dispositivo cilindro-piston (B). Inicialmente A contiene 2 kg de aire a 600 K y 500 kPa, mientras que B también contiene aire a 27 °C y 200 kPa, ocupando un volumen de 0,5 m<sup>3</sup>. Con el pistón inicialmente en equilibrio, se abre la válvula lentamente hasta que el aire alcanza un estado uniforme en ambos volúmenes. Si el sistema se encuentra aislado térmicamente del ambiente, encuentre la temperatura final y el trabajo realizado durante el proceso. ¿Cuál sería el trabajo aprovechable si la presión atmosférica es de 100 kPa?

**Ejercicio 8.**

El dispositivo cilindro-émbolo de la Fig. (3) contiene R-12 saturado a  $-30^\circ\text{C}$ , con una calidad del 20 %, ocupando un volumen es de  $0,2\text{ m}^3$ . Se sabe que el volumen bajo los topes es  $0,4\text{ m}^3$  y que, si el émbolo se encuentra en el fondo, la fuerza del resorte equilibra a las otras cargas sobre él. Se entrega calor hasta que la temperatura alcanza los  $20^\circ\text{C}$ .

- (a) Determine la masa de R-12 y bosqueje el proceso en un diagrama  $P - \nu$ .
- (b) Calcule el trabajo y el calor involucrados.
- (c) Si no estuvieran los topes, demuestre que la hipótesis de que el estado final es una mezcla bifásica conduce a una contradicción y halle la presión final del sistema.

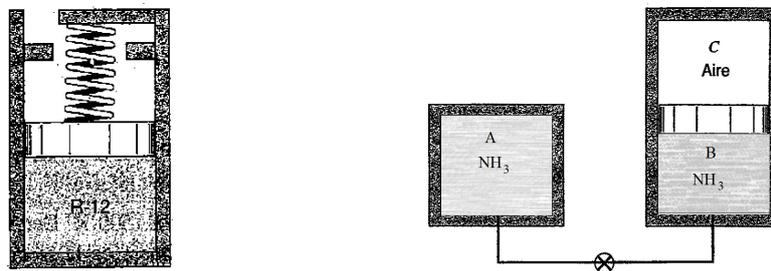


Figura 3: Ejercicios 8 y 9

**Ejercicio 9.**

Para la situación descrita en Ejercicio 10 del Práctico 1 (Fig. (3), panel derecho), calcule el trabajo que realiza el amoníaco sobre el aire y obtenga la transferencia total de calor entre el sistema y el ambiente.

**Ejercicio 10.**

Considere un tanque prismático rígido, de paredes diatermas, dividido en dos compartimentos por medio de un pistón libre de fricción que se mantiene en su sitio mediante un perno. El tanque, que se ha encontrado inmerso en un baño térmico a  $30^\circ\text{C}$  por un tiempo prolongado, contiene 10 L de aire a 100 kPa en el recinto A, mientras que en B hay 30 L de vapor de agua saturado. Si se retira el perno, calcule el calor intercambiado con el baño hasta que se alcanza el nuevo estado de equilibrio. ¿Es razonable suponer que los procesos seguidos por el aire y el agua son isotérmicos? Justifique.

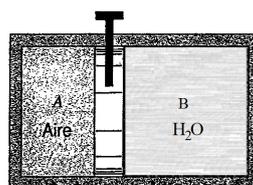


Figura 4: Ejercicio 10

**Ejercicio 11.**

Un tanque rígido aislado se encuentra dividido en dos compartimentos de igual volumen  $V_0$  por medio de un tabique móvil, que se mantiene fijo mediante un perno. El compartimento  $A$  contiene  $m_A$  kg de aire a presión  $P_{1A}$  y temperatura  $T_{1A}$ , mientras que  $B$  contiene  $m_B$  kg de aire a presión  $P_{1B}$  y temperatura  $T_{1B}$ .

- (a) Muestre que si el tabique es diatermo, una vez retirado el perno el sistema alcanza el equilibrio a la temperatura

$$T_f = \frac{m_A T_{1A} + m_B T_{1B}}{m_A + m_B}$$

y obtenga la presión final del sistema.

- (b) Muestre que si el tabique es adiabático, una vez retirado el perno el sistema alcanza un estado de equilibrio a la presión

$$P_f = \frac{P_{1A} + P_{1B}}{2}$$

Nota: puede asumir que el aire se comporta como un gas ideal durante todo el rango de presiones y temperaturas involucradas.

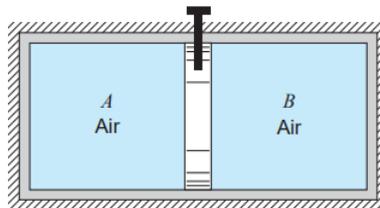


Figura 5: Ejercicio 11