

Clase 2.3 Seminario (jueves 28/08/25)

Problema 1: 0.5 mol de un gas ideal a 607800 Pa y $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (estado 1), se llevan mediante un proceso isobárico hasta que su volumen es el doble (estado 2). Despues se mantiene el volumen constante hasta que su presión se hace igual a la mitad (estado 3); finalmente mediante un proceso cuya representación en el diagrama P-V es una línea recta, pasa del estado 3 al estado 1.

a) Representar el ciclo en el diagrama P-V.

b) Calcule el valor de las propiedades termodinámicas (P, V, T) en los estados 2 y 3.

Resp: Estado 2: $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; 584.8 K ; 607800 Pa. Estado 3: $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; 292.4 K; 303900 Pa.

Problema 2: En la figura, sean, $P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; $P_2 = 10 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; $v_1 = 2.5 \text{ m}^3/\text{kilomol}$.

El Proceso **a-c** es isotérmico. Calcule:

a) La temperatura T ; b) el volumen específico v_2 ; c) las temperaturas en los puntos **b** y **d**.

d) El volumen V en el punto **a** si el sistema consiste en 4 kilomoles de hidrógeno.

Resp: a) 300.7 K ; b) $6.25 \text{ m}^3/\text{kilomol}$; c) 751.75 K , 120.3 K; d) 10 m^3 de Hidrógeno

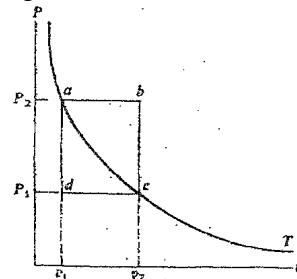
Datos:

$$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 10 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

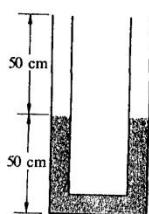
$$v_1 = 2.5 \text{ m}^3/\text{kilomol}$$

$$R = 8.3143 \times 10^3 \text{ J/kmol K}$$

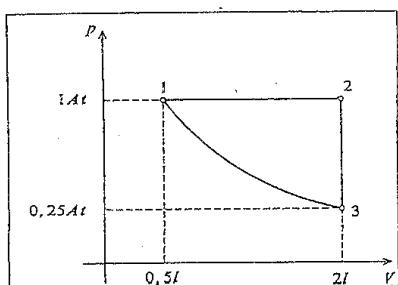


Problema 3: El tubo en U de la figura, de sección uniforme igual a 1 cm^2 , contiene mercurio hasta la altura que se indica. La presión atmosférica es de 750 torr ($99991.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$). El lado izquierdo del tubo se cierra ahora en el extremo superior y el lado derecho se conecta a una buena bomba de vacío. a) ¿Cuánto desciende el nivel del lado izquierdo?. b) ¿Cuál es la presión final del aire encerrado?. La temperatura se mantiene constante.

Resp: a) 0.25 m; b) 500 torr ($66640 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)



Problema 4: Un mol de gas ideal sigue el ciclo de la figura en el sentido 1-2-3-1. Calcular las temperaturas en los estados 1, 2 y 3. **Resp:** 6.09 K; 24.36 K y 6.09 K

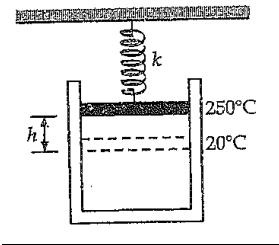


Problemas Propuestos:

Problema 5: Un cilindro expansible tiene su parte superior conectado a un resorte de constante de fuerza $k = 2.0 \times 10^3$ N/m. El cilindro está lleno con $V = 5$ L de gas con el resorte sin alargar a presión atmosférica $P_0 = 1$ atm y temperatura 20°C .

- Si la tapa tiene un área de sección transversal $A = 0.010 \text{ m}^2$ y masa despreciable, ¿qué tan alto sube cuando la temperatura aumenta a 250°C ?
- ¿cuál es la presión del gas a esta temperatura más alta?.

Resp: a) 0.169 m ; b) $1.35 \times 10^5 \text{ Pa}$



Problema 6: El volumen de un depósito de oxígeno es de 50 L. Al extraer oxígeno del depósito, la lectura del manómetro desciende desde 20.4 atm hasta 6.8 atm, y la temperatura del gas del depósito desciende desde 30°C a 10°C .

- ¿Cuántos kilogramos de oxígeno había inicialmente en el depósito?
- ¿Cuántos kilogramos se han extraído?

Resp: a) 1.376 kg ; b) 0.838 kg

Clase 2.3 Seminario (jueves 28 /08/ 25)

Problema 1: 0.5 mol de un gas ideal a 607800 Pa y $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (estado 1), se llevan mediante un proceso isobárico hasta que su volumen es el doble (estado 2). Después se mantiene el volumen constante hasta que su presión se hace igual a la mitad (estado 3); finalmente mediante un proceso cuya representación en el diagrama P-V es una línea recta, pasa del estado 3 al estado 1.

- c) Representar el ciclo en el diagrama P-V.
- d) Calcule el valor de las propiedades termodinámicas (P, V, T) en los estados 2 y 3.

Resp: Estado 2: $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; 584.8 K ; 607800 Pa ; Estado 3: $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; 292.4 K; 303900 Pa.

Datos:

$$n = 0.5 \text{ mol}$$

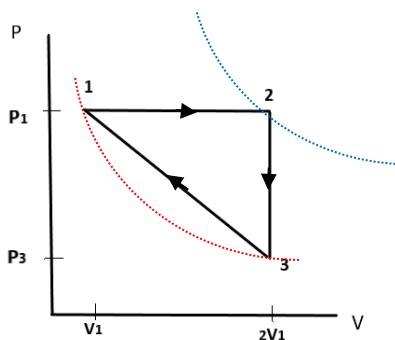
$$R = 8.3143 \text{ J/mol K}$$

$$P_1 = P_2 = 607800 \text{ Pa} ; P_3 = P_1/2 = 303900 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 ; V_2 = V_3 = 2V_1 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Desarrollo

a) Diagrama PV



b) Cálculo de las propiedades termodinámicas (P, V, T) en los estados 2 y 3.

$$\underline{\text{Estado 2:}} \quad V_2 = 2V_1 = 2 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_2 = P_1 = 607800 \text{ Pa}$$

$$P_2 V_2 = nRT_2 \quad \rightarrow \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{607800 \text{ Pa} \times 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.5 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} = 584.8 \text{ K}$$

$$\underline{\text{Estado 3:}} \quad V_3 = V_2 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_3 = \frac{P_1}{2} = \frac{607800 \text{ Pa}}{2} = 303900 \text{ Pa}$$

$$\text{Como } V_3 = V_2 \quad \rightarrow \quad \frac{T_3}{P_3} = \frac{T_2}{P_2} \quad \rightarrow \quad T_3 = T_2 \left(\frac{P_3}{P_2} \right) = 292.4 \text{ K}$$

Problema 2: En la figura, sean, $P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; $P_2 = 10 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; $v_1 = 2.5 \text{ m}^3/\text{kilomol}$.

El Proceso **a-c** es isotérmico. Calcule:

- La temperatura T ; b) el volumen específico v_2 ; c) las temperaturas en los puntos **b** y **d**.
- El volumen V en el punto **a** si el sistema consiste en 4 kilomoles de hidrógeno.

Resp: a) 300.7 K ; b) $6.25 \text{ m}^3/\text{kilomol}$; c) 751.75 K ; 120.3 K; d) 10 m^3 de Hidrógeno

Datos:

$$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

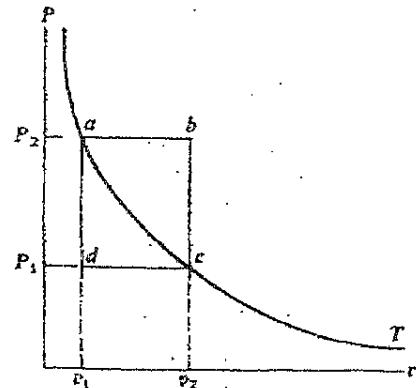
$$P_2 = 10 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$v_1 = 2.5 \text{ m}^3/\text{kilomol}$$

$$R = 8.3143 \times 10^3 \text{ J/ kmol K}$$

EdE Gas ideal

$$Pv = RT$$



a) Cálculo de T

$$Pv = RT$$

$$T = \frac{P_2 v_1}{R} = \frac{10 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}}{8.3143 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kilomol K}}} = 300.7 \text{ K}$$

b) Cálculo de v_2

Proceso **a-c** es isotérmico ($T = \text{cte}$) $\rightarrow Pv = \text{cte}$

$$P_2 v_1 = P_1 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{P_2 v_1}{P_1} = \frac{10 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}}{4 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 6.25 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}$$

c) Cálculo de T_b y T_c

Proceso **a-b** es isobárico ($P_2 = \text{cte}$) $\rightarrow \frac{v}{T} = \text{cte}$

$$\frac{v_1}{T_b} = \frac{v_2}{T_b} \rightarrow T_b = \frac{v_2}{v_1} T = \frac{6.25 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}}{2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}} \times 300.7 \text{ K} = 751.75 \text{ K}$$

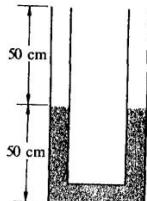
Proceso **d-c** es isobárico ($P_1 = \text{cte}$) $\rightarrow \frac{v}{T} = \text{cte}$

$$\frac{v_1}{T_d} = \frac{v_2}{T} \rightarrow T_d = \frac{v_1}{v_2} T = \frac{2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}}{6.25 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}}} \times 300.7 \text{ K} = 120.28 \text{ K}$$

d) Cálculo de V en punto a.

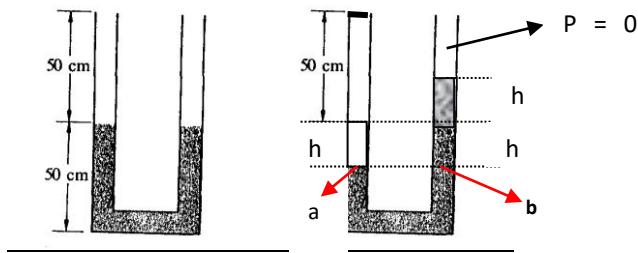
$$v_a = \frac{V_a}{n} \rightarrow V_a = n v_a = 4 \text{ kilomol} \times 2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{kilomol}} = 10 \text{ m}^3$$

Problema 3: El tubo en U de la figura, de sección uniforme igual a 1 cm^2 , contiene mercurio hasta la altura que se indica. La presión atmosférica es de 750 Torr ($99991.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$). El lado izquierdo del tubo se cierra ahora en el extremo superior y el lado derecho se conecta a una buena bomba de vacío. a) ¿Cuánto desciende el nivel del lado izquierdo? b) ¿Cuál es la presión final del aire encerrado?. La temperatura se mantiene constante.



Resp: a) 0.25 m; b) 500 Torr ($66640 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$)

Desarrollo



Datos:

$$P_1 = 99991.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$A = 1 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_1 = 50 \text{ cm} \times A = 50 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}^2 = 50 \text{ cm}^3 = 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_2 = (0.5 + h) \times A = (0.5 + h) \times 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

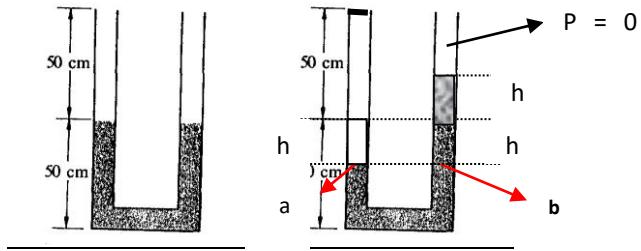
$$\rho_m = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

a) $h = ?$; b) $P_2 = ?$

a) ¿Cuánto desciende el nivel del lado izquierdo?.

Cálculo de h



Igualdad de presiones en los puntos **a** y **b**

$$P_2 = 0 + \rho_m g (h + h)$$

$$P_2 = 2 \rho_m g h \quad (1)$$

$$\text{Si } T = \text{Cte} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{99991.8 \frac{N}{m^2} \times 50 \times 10^{-6} m^3}{(0.5+h) \times 1 \times 10^{-4} m^3} = \frac{4.99959}{(0.5+h) \times 1 \times 10^{-4}} \quad (2)$$

De (1) y (2) se tiene

$$2 \rho_m g h = \frac{4.99959}{(0.5 + h) \times 1 \times 10^{-4}}$$

$$2 \times 13600 \times 9.8 \times h \times (0.5 + h) \times 1 \times 10^{-4} = 4.99959$$

$$26.656 h \times (0.5 + h) = 4.99959$$

$$h \times (0.5 + h) = 0.18756$$

$$h^2 + 0.5 h - 0.18756 = 0 ; \text{ Soluciones: } h_1 = 0.25 \text{ m} ; h_2 = -0.75 \text{ m}$$

Desciende 0.25 m

b) ¿Cuál es la presión final del aire encerrado?.

Cálculo de P_2

De la relación (1) se tiene:

$$P_2 = 2 \rho_m g h = 2 \times 13600 \frac{kg}{m^3} \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 0.25 \text{ m} = 66640 \frac{N}{m^2}$$

Problema 4: Un mol de gas ideal sigue el ciclo de la figura en el sentido 1-2-3-1. Calcular las temperaturas en los estados 1, 2 y 3.

Resp: 6.09 K; 24.36 K y 6.09 K

Datos:

$$n = 1 \text{ mol}$$

$$P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$P_3 = 0.25 \text{ atm}$$

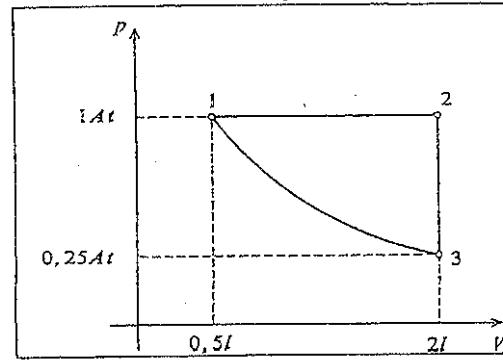
$$V_1 = 0.5 \text{ L}$$

$$V_2 = V_3 = 2 \text{ L}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R = 8.3143 \text{ J/mol K}$$



Utilizamos la EdE gas ideal

Cálculo de T_1

$$\text{En estado 1: } P_1 V_1 = n R T_1 \rightarrow T_1 = \frac{P_1 V_1}{n R} = \frac{1 \times 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 0.5 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} =$$

$$T_1 = 6.09 \text{ K}$$

Cálculo de T_2

La presión en los estados 1 y 2 tienen el mismo valor

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{n R T_1}{V_1} = \frac{n R T_2}{V_2}$$

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} \rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{2 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.5 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \times 6.09 \text{ K}$$

$$T_2 = 24.36 \text{ K}$$

Cálculo de T_3

$$\text{En estado 3: } P_3 V_3 = n R T_3 \rightarrow T_3 = \frac{P_3 V_3}{n R} = \frac{0.25 \times 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 2 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} =$$

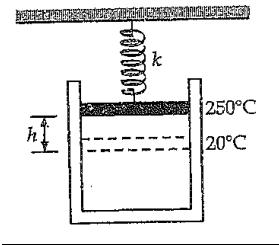
$$T_3 = 6.09 \text{ K}$$

Problemas Propuestos:

Problema 5: Un cilindro expansible tiene su parte superior conectado a un resorte de constante de fuerza $k = 2.0 \times 10^3$ N/m. El cilindro está lleno con $V = 5$ L de gas con el resorte sin alargar a presión atmosférica $P_0 = 1$ atm y temperatura 20°C .

- Si la tapa tiene un área de sección transversal $A = 0.010 \text{ m}^2$ y masa despreciable, ¿qué tan alto sube cuando la temperatura aumenta a 250°C ?
- ¿cuál es la presión del gas a esta temperatura más alta?.

Resp: a) 0.169 m ; b) $1.35 \times 10^5 \text{ Pa}$



Problema 6: El volumen de un depósito de oxígeno es de 50 L. Al extraer oxígeno del depósito, la lectura del manómetro desciende desde 20.4 atm hasta 6.8 atm, y la temperatura del gas del depósito desciende desde 30°C a 10°C .

- ¿Cuántos kilogramos de oxígeno había inicialmente en el depósito?
- ¿Cuántos kilogramos se han extraído?

Resp: a) 1.376 kg ; b) 0.838 kg