

Clase 3.5. Seminario. Jueves 25/09/25

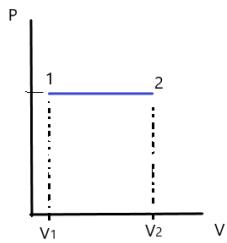
Problema 1: El volumen de 50 L de un gas ideal diatómico se encuentra a una temperatura inicial de 27°C y 2 atm de presión.

Calcule: a) El número de moles

b) El flujo de calor que se necesita para duplicar el volumen a la presión constante de 2 atm.

c) La variación de energía interna experimentada en el proceso descrito en la pregunta anterior.

Resp. a) 4.06 moles; b) 35443.9 J ; c) 25313.9 J



Problema 2: Se da un diagrama P-V para un proceso cíclico que comprende 3 moles de un gas ideal monoatómico, como se indica en el diagrama.

$Q_{ab} = 837 \text{ J}$; $T_a = 300 \text{ K}$; $V_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; $V_2 = 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Calcule:

a) Presión en el punto **a**

b) Temperatura en el punto **b**

c) Presión en el punto **b**

d) W efectuado por el gas en el proceso **b-c**

e) Temperatura en el punto **c**

f) Calor y variación de energía interna en el proceso **b-c**

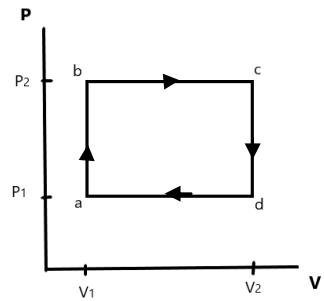
g) W total efectuado por el gas

Resp. a) $1.496 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$; b) 322.38 K ; c) $1.607 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$;

d) 8035 J ; e) 644.76 K ; f) 20092.3 J ; 12057.3 J ; g) 555 J

Datos:

$$\text{gas ideal monoatómico: } c_v = \frac{3}{2}R; c_p = \frac{5}{2}R; R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$



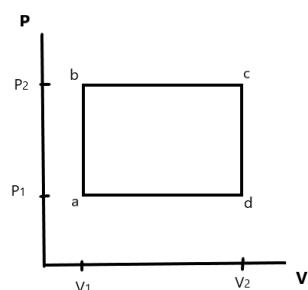
Problema 3: Un sistema recorre reversiblemente el ciclo a-b-c-d-a de la figura. Las temperaturas se expresan en grados Celsius. Suponer que las capacidades caloríficas son independientes de la temperatura y $C_v = 8 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ y $C_p = 10 \frac{\text{J}}{\text{K}}$. Datos: $T_a = 1^{\circ}\text{C}$; $T_b = 275^{\circ}\text{C}$; $T_c = 1371^{\circ}\text{C}$ y $T_d = 549^{\circ}\text{C}$

a) Calcular la cantidad de calor $\int dQ$ en el sistema en cada etapa del ciclo. De acuerdo al primer principio, ¿cuál es el significado de la suma de estas cantidades de calor?.

Resp. a) $Q_{ab} = 2192 \text{ J}$; $Q_{bc} = 10960 \text{ J}$; $Q_{cd} = -6756 \text{ J}$
 $Q_{da} = -5480 \text{ J}$

b) Si $V_1 = 9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ y $V_2 = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, calcular la diferencia de presión ($P_2 - P_1$).

Resp. b) $99636.4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$



Problema 4: Un gas ideal recorre un ciclo termodinámico que consiste en los siguientes procesos:

Proceso 1-2: Presión constante, $P = 1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$; $V_1 = 0.028 \text{ m}^3$; $W_{12} = 10500 \text{ J}$

Proceso 2-3: Proceso isotérmico (Compresión); $U_2 = U_3$

Proceso 3-1: Volumen constante; $U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}$

- a) Representar el ciclo en el diagrama P-V.
- b) Calcule el trabajo (W) en cada uno de los procesos.
- c) Calcule el flujo de calor (Q) en cada uno de los procesos.

Resp. b) $W_{12} = 10500 \text{ J}$; $W_{23} = -18782.4 \text{ J}$; $W_{31} = 0$

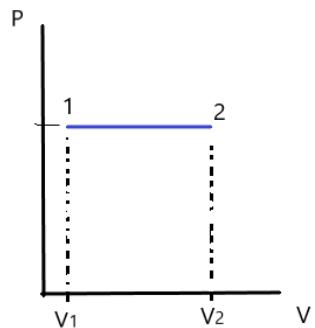
Resp. c) $Q_{12} = 36900 \text{ J}$; $Q_{23} = -18782.4 \text{ J}$; $Q_{31} = -26400 \text{ J}$

Problema 1: El volumen de 50 L de un gas ideal diatómico se encuentra a una temperatura inicial de $27^{\circ}C$ y 2 atm de presión.

Calcule:

- a) El número de moles
- b) El flujo de calor que se necesita para duplicar el volumen a la presión constante de 2 atm.
- c) La variación de energía interna experimentada en el proceso descrito en la pregunta anterior.

Resp. a) 4.06 moles; b) 35443.9 J ; c) 25313.9 J



Datos:

$$P_1 = P_2 = 2 \text{ atm} \quad 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$T_1 = 27^{\circ}C = 300 \text{ K}$$

$$V_1 = 50 \text{ L} \quad 1 \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

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

$$\text{Gas ideal diatómico } c_p = \frac{7}{2} R$$

Desarrollo:

a) Gas ideal $PV = nRT$

$$n = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{2 \times 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 50 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.3143 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \times 300 \text{ K}} = 4.06 \text{ moles}$$

b) Q que se necesita para duplicar el volumen a la presión constante de 2 atm.

$$Q = nc_p \Delta T$$

Se necesita calcular T_2

$$\text{Como } P_1 = P_2 \rightarrow \frac{nRT_1}{V_1} = \frac{nRT_2}{V_2} \rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 300 \text{ K} \left(\frac{100 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{50 \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \right) = 600 \text{ K}$$

$$Q_{12} = nc_p \Delta T = n \frac{7}{2} R (T_2 - T_1) = 4.06 \text{ mol} \times \frac{7}{2} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{molK}} (600 \text{ K} - 300 \text{ K})$$

$$Q_{12} = 35443.9 \text{ J}$$

c) ΔU_{12} experimentada en el proceso 1-2.

Primer Principio: $\Delta U_{12} = Q_{12} - W_{12}$

$$\Delta U_{12} = nc_p \Delta T - P \Delta V$$

$$\Delta U_{12} = n \frac{7}{2} R (T_2 - T_1) - P(V_2 - V_1)$$

$$\Delta U_{12} = 35443.9 \text{ J} - 2 \times 1.013 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times (100 - 50) \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Delta U_{12} = 25313.9 \text{ J}$$

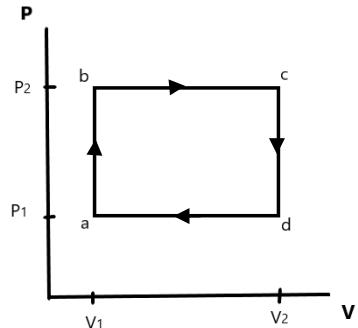
Problema 2: Se da un diagrama P-V para un proceso cíclico que comprende 3 moles de un gas ideal monoatómico, como se indica en el diagrama.

$$Q_{ab} = 837 \text{ J} ; T_a = 300 \text{ K} ; V_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 ; V_2 = 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Calcule:

- a) Presión en el punto **a**
- b) Temperatura en el punto **b**
- c) Presión en el punto **b**
- d) W efectuado por el gas en el proceso **b-c**
- e) Temperatura en el punto **c**
- f) Calor y variación de energía interna en el proceso **b-c**
- g) W total efectuado por el gas

Resp. a) $1.496 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$; b) 322.38 K ; c) $1.607 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$;
d) 8035 J ; e) 644.76 K ; f) 20092.3 J ; g) 555 J



Datos:

gas ideal monoatómico: $c_v = \frac{3}{2}R$; $c_P = \frac{5}{2}R$

$$n = 3 \text{ mol}; R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}; Q_{ab} = 837 \text{ J}; T_a = 300 \text{ K}$$

$$V_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3; V_2 = 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Desarrollo:

a) $P_a = \frac{nRT_a}{V_a} = \frac{3 \text{ mol} \times 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 300 \text{ K}}{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 1.496 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

b) $Q_{ab} = nc_v (T_b - T_a)$

$$T_b = \frac{Q_{ab}}{nc_v} + T_a = \frac{Q_{ab}}{n \frac{3}{2}R} + T_a = \frac{837 \text{ J}}{3 \text{ mol} \times \frac{3}{2} \times 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} + 300 \text{ K} = 322.38 \text{ K}$$

c) $P_b = \frac{nRT_b}{V_b} = \frac{3 \text{ mol} \times 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 322.38 \text{ K}}{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 1.607 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

d) $W_{bc} = P_b(V_c - V_b) = 1.607 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (10 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3}) \text{ m}^3 = 8035 \text{ J}$

e) $P_b = P_c \rightarrow \frac{nRT_b}{V_b} = \frac{nRT_c}{V_c}$

$$T_c = \frac{V_c}{V_b} T_b = \frac{10 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \times 322.38 \text{ K} = 644.76 \text{ K}$$

f) $Q_{bc} = nc_P (T_c - T_b) = n \frac{5}{2}R(T_c - T_b) = 3 \text{ mol} \times \frac{5}{2} \times 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} (644.76 - 322.38) \text{ K}$

$$Q_{bc} = 20092.3 \text{ J}$$

$$\Delta U_{bc} = Q_{bc} - W_{bc} = 20092.3 \text{ J} - 8035 \text{ J} = 12057.3 \text{ J}$$

g) $W_{total} = W_{ab} + W_{bc} + W_{cd} + W_{da} = 0 + 8035 \text{ J} + 0 + W_{da}$

$$W_{da} = P_d(V_a - V_d) = 1.496 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (5 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3}) \text{ m}^3 = -7480 \text{ J}$$

$$W_{total} = 8035 \text{ J} - 7480 \text{ J} = 555 \text{ J}$$

Problema 3: Un sistema recorre reversiblemente el ciclo a-b-c-d-a de la figura. Las temperaturas se expresan en grados Celsius. Suponer que las capacidades caloríficas son independientes de la temperatura y $C_v = 8 \frac{J}{K}$ y $C_p = 10 \frac{J}{K}$.

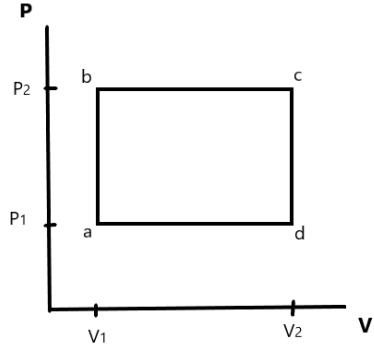
Datos: $T_a = 1^\circ C$; $T_b = 275^\circ C$; $T_c = 1371^\circ C$ y $T_d = 549^\circ C$

a) Calcular la cantidad de calor $\int d'Q$ en el sistema en cada etapa del ciclo. De acuerdo al primer principio, ¿cuál es el significado de la suma de estas cantidades de calor?.

Resp. a) $Q_{ab} = 2192 \text{ J}$; $Q_{bc} = 10960 \text{ J}$; $Q_{cd} = -6756 \text{ J}$
 $Q_{da} = -5480 \text{ J}$

b) Si $V_1 = 9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ y $V_2 = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, calcular la diferencia de presión ($P_2 - P_1$).

Resp. b) $99636.4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$



Datos: $T_a = 1^\circ C = 274 K$; $T_b = 275^\circ C = 548 K$; $T_c = 1371^\circ C = 1644 K$

$T_d = 549^\circ C = 822 K$

$C_v = 8 \frac{J}{K}$; $C_p = 10 \frac{J}{K}$

$V_1 = 9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; $V_2 = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Desarrollo:

a) $\int d'Q$ en cada etapa del ciclo.

i) Etapa a-b ; $V = \text{constante}$

$$Q_{ab} = \int d'Q = \int_{T_a}^{T_b} C_v dT = C_v \int_{T_a}^{T_b} dT = C_v (T_b - T_a)$$

$$Q_{ab} = C_v (T_b - T_a) = 8 \frac{J}{K} (548 K - 274 K) = 2192 J$$

ii) Etapa b-c ; $P = \text{constante}$

$$Q_{bc} = \int d'Q = \int_{T_b}^{T_c} C_p dT = C_p \int_{T_b}^{T_c} dT = C_p (T_c - T_b)$$

$$Q_{bc} = C_p (T_c - T_b) = 10 \frac{J}{K} (1644 K - 548 K) = 10960 J$$

iii) Etapa c-d ; $V = \text{constante}$

$$Q_{cd} = C_v (T_d - T_c) = 8 \frac{J}{K} (822 K - 1644 K) = -6756 J$$

iv) Etapa d-a ; $P = \text{constante}$

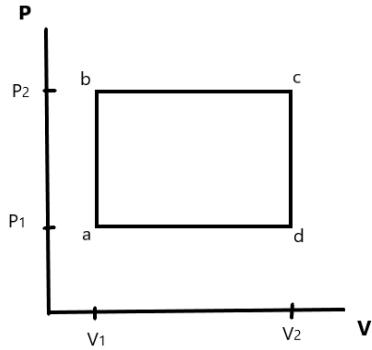
$$Q_{da} = C_p (T_a - T_d) = 10 \frac{J}{K} (274 K - 822 K) = -5480 J$$

Luego el flujo total de calor es:

$$Q_{total} = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} + Q_{da} = 2192 J + 10960 J - 6756 J - 5480 J = 1096 J$$

$Q_{total} = 1096 J$ "calor absorbido por el sistema durante un ciclo".

b) Si $V_1 = 9 \times 10^{-3} m^3$ y $V_2 = 20 \times 10^{-3} m^3$, calcular la diferencia de presión ($P_2 - P_1$).



$$\text{Proceso b-c} \rightarrow W_{bc} = P_2(V_2 - V_1) = P_2(20 - 9) \times 10^{-3} m^3$$

$$\text{Proceso d-a} \rightarrow W_{da} = P_1(V_1 - V_2) = P_1(9 - 20) \times 10^{-3} m^3$$

$$\text{Primer Principio } \Delta U = Q - W$$

$$\Delta U_{ciclo} = 0 \rightarrow Q_{ciclo} = W_{ciclo}$$

$$Q_{ciclo} = W_{ab} + W_{bc} + W_{cd} + W_{da} = 1096 J$$

$$W_{ab} = W_{cd} = 0$$

$$W_{bc} + W_{da} = 1096 J$$

$$P_2(20 - 9) \times 10^{-3} m^3 + P_1(9 - 20) \times 10^{-3} m^3 = 1096 J$$

$$(20P_2 - 9P_2 + 9P_1 - 20P_1) \times 10^{-3} m^3 = 1096 J$$

$$(P_2 - P_1)x(20 - 9)x 10^{-3} m^3 = 1096 J$$

$$(P_2 - P_1) = \frac{1096 J}{(20 - 9)x 10^{-3} m^3}$$

$$(P_2 - P_1) = 99636.4 \frac{N}{m^2}$$

Problema 4: Un gas ideal recorre un ciclo termodinámico que consiste en los siguientes procesos:

Proceso 1-2: Presión constante, $P = 1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$; $V_1 = 0.028 \text{ m}^3$; $W_{12} = 10500 \text{ J}$

Proceso 2-3: Proceso isotérmico (Compresión); $U_2 = U_3$

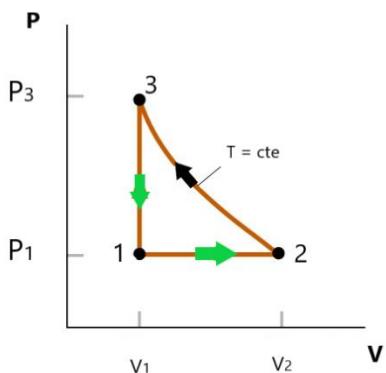
Proceso 3-1: Volumen constante; $U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}$

- Representar el ciclo en el diagrama P-V.
- Calcule el trabajo (W) en cada uno de los procesos.
- Calcule el flujo de calor (Q) en cada uno de los procesos.

Resp. b) $W_{12} = 10500 \text{ J}$; $W_{23} = -18782.4 \text{ J}$; $W_{31} = 0$

Resp. c) $Q_{12} = 36900 \text{ J}$; $Q_{23} = -18782.4 \text{ J}$; $Q_{31} = -26400 \text{ J}$

a) Diagrama P-V del Ciclo



- Calcule el trabajo (W) en cada uno de los procesos.

Datos: $P = 1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$; $V_1 = 0.028 \text{ m}^3$; $W_{12} = 10500 \text{ J}$

Proceso 1-2 isobárico

$W_{12} = 10500 \text{ J}$ (Dato del Problema)

Proceso 2-3 isotérmico. Este es un proceso de compresión a $T = \text{cte}$.

Gas ideal

$$W_{23} = nRT \ln \frac{V_3}{V_2} = P_2 V_2 \ln \frac{V_3}{V_2}; V_3 = V_1 = 0.028 \text{ m}^3$$

Se necesita calcular el volumen V_2

$$W_{12} = P_1(V_2 - V_1)$$

$$(V_2 - V_1) = \frac{W_{12}}{P_1} \rightarrow V_2 = \frac{W_{12}}{P_1} + V_1$$

$$V_2 = \frac{10500 \text{ J}}{1.4 \times 10^5 \text{ Pa}} + 0.028 \text{ m}^3 \rightarrow V_2 = 0.103 \text{ m}^3$$

Luego

$$W_{23} = P_2 V_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 1.4 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.103 \text{ m}^3 \times \ln \left(\frac{0.028 \text{ m}^3}{0.103 \text{ m}^3} \right)$$

$$W_{23} = -18782.4 \text{ J}$$

Proceso 3-1. Volumen constante

$$W_{31} = 0$$

c) Calcule el flujo de calor (Q) en cada uno de los procesos.

Proceso 1-2

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + W_{12}; \quad \text{Datos: } W_{12} = 10500 \text{ J}; \quad U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}; \quad U_2 = U_3$$

$$U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}$$

$$U_1 - U_2 = -26400 \text{ J} \rightarrow U_2 - U_1 = \Delta U_{12} = 26400 \text{ J}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + W_{12} = 26400 \text{ J} + 10500 \text{ J}$$

$$Q_{12} = 36900 \text{ J}$$

Proceso 2-3

Dato: Proceso isotérmico gas ideal. $U_2 = U_3 \rightarrow \Delta U_{23} = 0$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + W_{23} = W_{23}$$

$$Q_{23} = W_{23} = -18782.4 \text{ J}$$

Proceso 3-1

Dato: Volumen constante. $U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}$

$$\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = -26400 \text{ J}$$

$$W_{31} = 0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + W_{31}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = -26400 \text{ J}$$