

Certamen 1 (04/10/24)

Nombre:

Parte 1 (preguntas). Seleccione la alternativa que considere correcta. Se asignará dos puntos por cada respuesta correcta.

1) En un sistema abierto:

- A) No hay transferencia de masa ni de energía con los alrededores.
- B) Hay transferencia de masa pero no de energía con los alrededores.
- C) Hay transferencia de masa y de energía con los alrededores.
- D) No hay transferencia de masa pero sí de energía con los alrededores.

2) Indique cuál de las siguientes magnitudes no es una propiedad termodinámica:

- A) El flujo de calor
- B) La temperatura
- C) La presión
- D) El volumen

3) Una variable intensiva se define como:

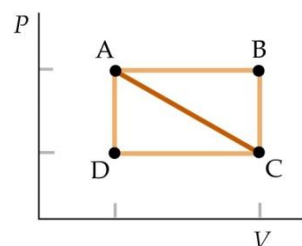
- A) Aquella que se extiende por todo el sistema
- B) Aquella cuyo valor es independiente de la masa del sistema
- C) Aquella cuyo valor depende de la masa del sistema
- D) Aquella cuyo valor no depende de la masa del sistema sino del punto del mismo en que se mida.

4) Si se sabe que dos cuerpos están en equilibrio térmico, se puede concluir que:

- A) Deben estar en equilibrio térmico con un tercer cuerpo.
- B) Debe haber un flujo neto de calor entre ellos.
- C) Los cuerpos deben estar a temperaturas diferentes.
- D) Ninguna de ellas es correcta.

5) Un gas ideal cambia reversiblemente su estado de A a C (figura). El **flujo de calor** es menor en:

- A) Trayectoria A-B-C.
- B) Trayectoria A-C.
- C) Trayectoria A-D-C.
- D) Ninguna de las anteriores.



6) Con respecto a un gas real, cuál de las afirmaciones es correcta:

- A) Las moléculas del gas tienen volumen despreciable.
- B) Las moléculas del gas no ejercen fuerzas de atracción entre sí.
- C) Las moléculas del gas ejercen fuerzas de atracción entre sí.
- D) Ninguna de las anteriores es correcta.

7) Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- A) Dos objetos en equilibrio térmico entre sí deben estar en equilibrio térmico con un tercer objeto.
- B) Si la presión de un gas aumenta la temperatura debe aumentar.
- C) En un proceso isotérmico de un gas ideal el flujo de calor es cero.
- D) Un proceso cuasiestático es un proceso en el cual el sistema nunca se encuentra lejos del equilibrio.

8) ¿Bajo qué condiciones la hipótesis del gas ideal es aplicable a gases reales?.

- A) A altas presiones.
- B) A bajas presiones y altas temperaturas.
- C) A bajas presiones y bajas temperaturas.
- D) A altas presiones y altas temperaturas.

9) A n moles de un gas ideal, que se encuentra a la temperatura T , se le suministra una cantidad fija de calor Q . La transferencia de calor se realiza: i) en un proceso a volumen constante; ii) en un proceso a presión constante: Qué le sucederá a la temperatura del gas después de cada proceso:

- A) varía en la misma cantidad para los dos procesos
- B) aumentará más en el proceso a volumen constante
- C) aumentará más si el proceso es a presión constante
- D) Ninguna de las anteriores es correcta.

10) La cantidad de calor que se transfiere a un gas ideal, para aumentar su temperatura en un grado:

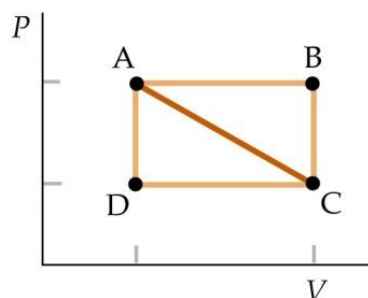
- A) Es mayor cuando el proceso se realiza a presión constante.
- B) Es mayor cuando el proceso se realiza a volumen constante.
- C) La cantidad de calor es la misma en ambos procesos (a presión constante y a volumen constante).
- D) Ninguna de las anteriores es correcta.

P11) Para la energía interna de un sistema tenemos que:

- A) Su variación a lo largo de una transformación depende del camino seguida en ella.
- B) Es igual al calor máximo que puede ceder el sistema.
- C) Corresponde a la energía potencial de las moléculas del sistema.
- D) Es una propiedad de un sistema que depende solo del estado del sistema, y no de la forma que el sistema llegó a dicho estado.

12) Un gas ideal cambia reversiblemente su estado de **A** a **C**, por tres trayectorias diferentes: **A-D-C**; **A-B-C**, y **A-C** (Ver figura). La **variación de la energía interna** es mayor en:

- A) Trayectoria A-B-C.
- B) Trayectoria A-C.
- C) Trayectoria A-D-C.
- D) Ninguna de las anteriores.



Problemas (18 puntos cada uno)

Problema 1: Una masa de 18 g de agua se comprime reversiblemente en una prensa hidráulica, a temperatura constante de 20°C, desde la presión inicial $P_1 = 1 \text{ atm}$ hasta la presión final $P_2 = 100 \text{ atm}$.

Datos: $\rho_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; Coeficiente de compresibilidad isotérmica: $\kappa = 45.3 \times 10^{-6} \text{ atm}^{-1}$

- a) Determine el volumen inicial del agua (**en m^3**).
- b) Determine el volumen final del agua (**en m^3**).
- c) Determine el trabajo realizado en el proceso (**en Joule**).

Desarrollo:

Datos:

$$m = 18 \text{ g} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ kg} ; \rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 20^\circ\text{C} = \text{cte} ; \kappa = 45.3 \times 10^{-6} \text{ atm}^{-1}$$

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

$$P_2 = 100 \text{ atm} ; \quad 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

a) Determine el volumen inicial del agua (en m^3).

$$V_i = \frac{m}{\rho} = \frac{1.8 \times 10^{-2} \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ (4 ptos).}$$

b) Determine el volumen final del agua (en m^3).

Sabemos que: **Coeficiente de Compresibilidad Isotérmica**

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T ; \text{ a } T = \text{cte} ; dT = 0$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP$$

$$dV = -\kappa V dP \text{ (2 ptos.)}$$

$$\frac{dV}{V} = -\kappa \int_{P_1}^{P_2} dP \rightarrow \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = -\kappa (P_2 - P_1)$$

$$V_2 = V_1 e^{-\kappa(P_2 - P_1)} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 e^{-45.3 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{atm}} \times (100 - 1) \text{ atm}}$$

$$V_2 = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \times 0.9955 = 1.792 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ (4 ptos).}$$

c) Determine el trabajo realizado en el proceso (en Joule).

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T ; \text{ a } T = \text{cte} ; dT = 0$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP \quad (2 \text{ ptos.})$$

$$dV = -\kappa V dP$$

$$W_{12} = \int P dV = \int_{P_1}^{P_2} P dV = - \int_{P_1}^{P_2} \kappa V P dP \quad (2 \text{ ptos.})$$

Las variaciones de V y κ a $T = \text{cte}$ pueden despreciarse

$$W_{12} \approx -\kappa V \int_{P_1}^{P_2} P dP \approx -\frac{\kappa V}{2} (P_2^2 - P_1^2) \quad (2 \text{ ptos.})$$

$$\text{Donde } V = 1.8 \times 10^{-5} m^3$$

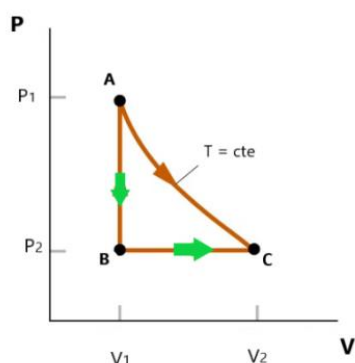
$$W_{12} \approx - \frac{-45.3 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{atm}} \times 1.8 \times 10^{-5} m^3 \times [100^2 - 1^2] atm^2}{2}$$

$$W_{12} \approx -4.076 \times 10^{-6} m^3 atm = -0.413 J \quad (2 \text{ ptos.})$$

Problema 2: Suponga que 2 moles de un gas ideal se expanden desde un volumen V_1 hasta un volumen V_2 . El proceso se efectúa: i) Isotérmicamente, siguiendo la trayectoria **A-C**; ii) a lo largo de la trayectoria **A-B-C**.

- a) Determine el trabajo que efectúa el gas, la variación de su energía interna y el calor que se suministra al gas si el proceso se efectúa por la trayectoria **A-C**.
b) Determine el trabajo que efectúa el gas, la variación de su energía interna y el calor que se suministra al gas si el proceso se efectúa por la trayectoria **A-B-C**.
c) Si la temperatura de los estados **A** y **C** es la misma, pero el proceso que conecta los estados **A** y **C** está dado por una línea recta. Determine para este proceso el trabajo que efectúa el gas, la variación de su energía interna y el calor que se suministra al gas.
d) Si el gas ideal es monoatómico, calcule el flujo de calor en los procesos AB y BC (Q_{AB} y Q_{BC}).

Datos: $R = 8.3143 \text{ J/mol K}$; $V_1 = 3.5 \text{ m}^3$; $V_2 = 7 \text{ m}^3$; Temperatura isoterma $T = 300 \text{ K}$.



a) Trayectoria A-C

Proceso es isotérmico. $T = \text{cte}$

EdE gas ideal $PV = nRT$

Trabajo W

$$W_{AC} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 2 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 300 \text{ K} \times \ln \frac{7.0 \text{ m}^3}{3.5 \text{ m}^3}$$

$$W_{AC} = 3457.8 \text{ J} \quad (2 \text{ ptos.})$$

El calor Q transferido al sistema

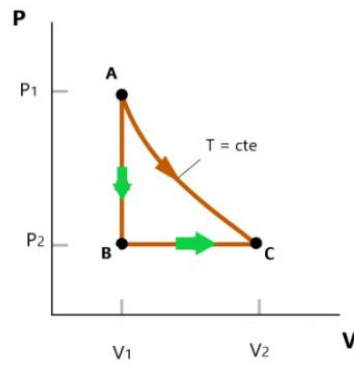
La energía interna del gas ideal depende solo de la Temperatura

$$U = U(T) \rightarrow \Delta U = U_C - U_A = 0 \quad (1 \text{ pto.})$$

$$\text{Primer principio: } \Delta U = Q - W \rightarrow 0 = Q - W$$

$$Q_{AC} = W_{AC} = 3457.8 \quad (1 \text{ pto.})$$

b) Trayectoria A-B-C



$$\Delta U_{ABC} = \Delta U_{AC} = U_C - U_A = 0 \quad (1 \text{ pto.})$$

$$\text{Primer principio: } \Delta U = Q - W \rightarrow 0 = Q - W$$

$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC}$$

$$W_{AB} = 0 ; V = \text{cte.}$$

$$W_{BC} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} P_2 dV = P_2(V_2 - V_1)$$

Cálculo de P_2

$$\text{Gas ideal } P_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = \frac{2 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 300 \text{ K}}{7.0 \text{ m}^3} = 712.6 \text{ Pa} \quad (1 \text{ pto.})$$

$$\text{Luego, } W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = 0 + P_2(V_2 - V_1)$$

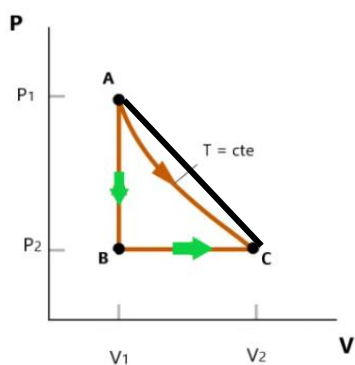
$$W_{ABC} = 712.6 \text{ Pa} \times (7.0 - 3.5) \text{ m}^3$$

$$W_{ABC} = 2494.1 \text{ J} \quad (2 \text{ ptos.})$$

El calor Q transferido al sistema

$$Q_{ABC} = W_{ABC} = 2494.1 \text{ J} \quad (2 \text{ ptos.})$$

C) Trayectoria A-C. Línea recta.



$$\Delta U_{AC} = U_C - U_A = 0 \rightarrow Q_{AC} = W_{AC} \text{ (1 ptos.)}$$

$$W_{AC} = \text{área bajo la curva} = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(P_1 - P_2) + (V_2 - V_1)(P_1 - P_2)$$

$$\text{Gas ideal } P_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = \frac{2 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \times 300 \text{ K}}{3.5 \text{ m}^3} = 1425.3 \text{ Pa}$$

$$W_{AC} = \frac{1}{2}(7 - 3.5)(1425.3 - 712.6) + (7 - 3.5)(1425.3 - 712.6)$$

$$W_{AC} = 3741.7 \text{ J} \text{ (2 ptos.) } Q_{AC} = 3741.7 \text{ J} \text{ (1 ptos.)}$$

d) Si el gas ideal es monoatómico, calcule el flujo de caloren los procesos AB y BC (Q_{AB} y Q_{BC}).

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

$$T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{712.6 \text{ Pa} \times 3.5 \text{ m}^3}{2 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} = 150 \text{ K}$$

Proceso A-B es a V = Cte.

$$Q_{AB} = nc_v \Delta T = nR (T_B - T_A) = 2 \text{ mol} \times \frac{3}{2} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} (150 - 300) \text{ K} = -3741.4 \text{ J} \text{ (2 ptos.)}$$

Proceso B-C es a P = Cte.

$$Q_{BC} = nc_p \Delta T = n \frac{5}{2}R (T_C - T_B) = 2 \text{ mol} \times \frac{5}{2} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} (300 - 150) \text{ K} = 6235.7 \text{ J} \text{ (2 ptos.)}$$