

**Certamen 2- Termodinámica ( 27/11/2025)**

Nombre: **PAUTA**

Carrera:

Parte I. Selección múltiple: Seleccione la alternativa que considere correcta. Se asignarán dos puntos por cada respuesta correcta.

**Preguntas:**

**P1)** ¿En cuál de los siguientes casos existe un aumento de entropía?

I) Un gas que se escapa de un globo lleno. II) Un sólido que se funde. III) Si aumenta la presión de un gas.	A) I B) II C) III D) I y II
--	--------------------------------------

**P2)** En un motor que opera con un Ciclo de Carnot, el cambio de entropía durante una expansión isotérmica es:

- A) Positivo
- B) Negativo
- C) Podría ser positivo o negativo
- D) Cero

**P3)** ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- A) No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un foco frío a uno caliente.
- B) Es imposible un dispositivo que operando cíclicamente transforme íntegramente calor en trabajo.
- C) En todo proceso real de un sistema su variación de entropía es positiva o nula.
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas.

**P4)** Un sistema se cambia de un estado inicial de equilibrio dado a un estado final de equilibrio dado mediante cualquiera de dos procesos diferentes, uno reversible (rev.) y otro irreversible (irrev.). ¿Cuáles de las siguientes expresiones es verdadera, si  $\Delta S$  se refiere al sistema?

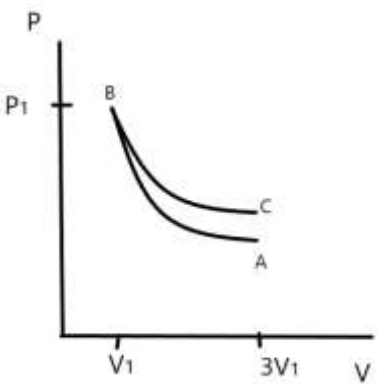
- A)  $\Delta S_{irrev} = \Delta S_{rev}$
- B)  $\Delta S_{irrev} > \Delta S_{rev}$
- C)  $\Delta S_{irrev} < \Delta S_{rev}$
- D) Ninguna de las anteriores

**P5)** 0.75 moles de un gas ideal experimentan una expansión libre desde  $V_1 = 1.5 \text{ L}$  hasta  $V_2 = 3.0 \text{ L}$  a la Temperatura  $T = 300.1 \text{ K}$ . ¿El trabajo “perdido” es?.

- A) 0
- B) 1300 J
- C) -1300 J
- D) Ninguna de las anteriores

**P6)** Un mol de gas ideal monoatómico se somete a una compresión adiabática (etapa AB) seguida de una expansión isotérmica a la temperatura  $T_1$  (etapa BC), como se muestra en la figura. Las variaciones de entropía, para las etapas AB y BC, son respectivamente:

- A)  $\Delta S_{AB} = 0$  ;  $\Delta S_{BC} = 0$
- B)  $\Delta S_{AB} = 0$  ;  $\Delta S_{BC} = R \ln 3$
- C)  $\Delta S_{AB} = R T_1$  ;  $\Delta S_{BC} = -R \ln 3$
- D)  $\Delta S_{AB} = R \ln (1/3)$  ;  $\Delta S_{BC} = 0$

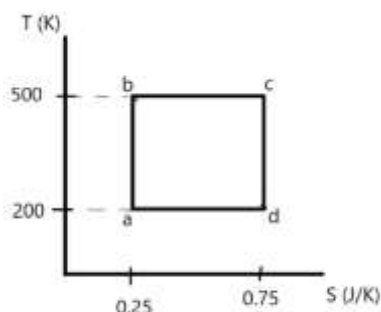


**P7)** ¿Qué caracteriza al punto crítico en un diagrama P–T?

- a) La presión de vapor es cero
- b) Las fases líquido y vapor se vuelven indistinguibles
- c) El sólido se convierte en líquido
- d) El vapor se convierte espontáneamente en sólido

**P8)** Un sistema recorre reversiblemente el ciclo **a-b-c-d-a** en el diagrama T-S mostrado en la figura. El flujo de calor en la etapa d-a es:

- A) 250 J
- B) 100 J
- C) -100 J
- D) 150 J



**P9)** En un calorímetro se mezclan dos masas de agua a diferentes temperaturas. Con respecto a la entropía del sistema y la del medio podemos decir que:

- A) No aumenta en ninguna de las dos.
- B) Aumenta en las dos.
- C) Aumenta solo la del medio.
- D) Aumenta solo la del sistema.

**P10)** Un bloque de 200 kg de hielo a 0°C se introduce en un lago. La temperatura del lago es algo mayor de 0°C y el hielo se funde. ¿Cuál es la variación de entropía del hielo en este proceso?. *Dato:*  $l_f = 3.34 \times 10^5 \frac{J}{kg}$

- A)  $-2.44 \times 10^5 \text{ J/K}$
- B)  $2.44 \times 10^5 \text{ J/K}$
- C) 0
- D) Ninguna de las anteriores

**P11)** En el ciclo Otto, la combustión se modela como:

- A) Proceso isobárico
- B) Proceso isotérmico
- C) Proceso isocórico
- D) Proceso adiabático

**P12)** La temperatura crítica es:

- A) La mínima temperatura para comprimir vapor a líquido
- B) La máxima temperatura a la cual puede existir un líquido
- C) La temperatura donde sólido y líquido coexisten
- D) La temperatura mínima para sublimación

**Problema 1(12 puntos):** Un gas ideal diatómico, ocupa un volumen  $V_1 = 2 \text{ L}$  (estado 1). A partir de este estado se realizan las siguientes transformaciones reversibles:

I) Se expande isotérmicamente hasta un valor de volumen  $V_2 = 8 \text{ L}$  (estado 2).

II) A continuación, desde el estado 2 realiza un proceso a volumen constante (disminuyendo la presión) hasta el estado 3.

III) Finalmente, desde el estado 3, y mediante una compresión adiabática recupera su estado inicial (estado 1).

**Datos:**  $n = 0.325 \text{ mol}$  ;  $T_3 = 300 \text{ K}$  ;  $P_3 = 1 \text{ atm}$  ;  $V_3 = 8 \text{ L}$ .

a) Representar el Ciclo en un diagrama presión-volumen

b) Determine la temperatura  $T_1$

c) Determine el flujo de calor en cada una de las etapas del ciclo (1-2; 2-3 y 3-1).

d) Determine el rendimiento del ciclo y compárelo con el rendimiento de un ciclo de Carnot.

**Nota:** Utilice  $R = 8.3143 \text{ J/mol K}$ . Convierta los litros a  $\text{m}^3$  y las presiones a pascal.

**Problema 2 (12 puntos):** 50 litros de agua a 300 K se comprimen isoterma y reversiblemente de 1 atm hasta 100 atm. Suponiendo constante los valores de las magnitudes:

**Coeficiente de dilatación cúbica:**  $\beta = 4.3 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}$

**Coeficiente de Compresibilidad Isotérmica:**  $\kappa = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{atm}}$

Determine: (Utilice ecuación Tds apropiada)

*Ayuda:*  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \beta v$

a) El volumen (en  $\text{m}^3$ ) del sistema a la presión de 100 atm.

b) El flujo de calor (en Joule) durante el proceso.

c) La variación de entropía (en Joule/K) durante el proceso.

**Problema 1(12 puntos):** Un gas ideal diatómico, ocupa un volumen  $V_1 = 2 \text{ L}$  (estado 1). A partir de este estado se realizan las siguientes transformaciones reversibles:

I) Se expande isotérmicamente hasta un valor de volumen  $V_2 = 8 \text{ L}$  (estado 2).

II) A continuación, desde el estado 2 realiza un proceso a volumen constante (disminuyendo la presión) hasta el estado 3.

III) Finalmente, desde el estado 3, y mediante una compresión adiabática recupera su estado inicial (estado 1).

**Datos:**  $n = 0.325 \text{ mol}$  ;  $T_3 = 300 \text{ K}$  ;  $P_3 = 1 \text{ atm}$  ;  $V_3 = 8 \text{ L}$ .

a) Representar el Ciclo en un diagrama presión-volumen

b) Determine la temperatura  $T_1$

c) Determine el flujo de calor en cada una de las etapas del ciclo (1-2; 2-3 y 3-1).

d) Determine el rendimiento del ciclo y compárelo con el rendimiento de un ciclo de Carnot.

**Nota:** Utilice  $R = 8.3143 \text{ J/mol K}$ . Convierta los litros a  $\text{m}^3$  y las presiones a pascal.

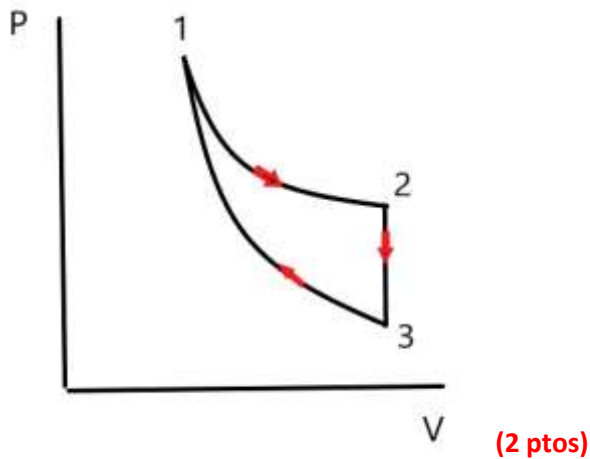
**Desarrollo:**

Datos:  $T_3 = 300 \text{ K}$  ;  $P_3 = 1 \text{ atm}$

aire: gas ideal diatómico:  $c_v = \frac{5}{2}R$  ;  $c_p = \frac{7}{2}R$  ;  $R = 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$  ;  $\gamma = 1.4$

$V_1 = 2 \text{ L}$  ;  $V_2 = 8 \text{ L}$  ;  $V_3 = 8 \text{ L}$  ;  $1 \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

**a) Representar el Ciclo en un diagrama presión-volumen**



**b) Determine la temperatura  $T_1$**

Desarrollo:

i) Cálculo de  $T_1$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR} = \frac{7.05 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.325 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{molK}}} = \mathbf{521.8 \text{ K} \text{ (1 pto)}}$$

**c) Determine el flujo de calor en cada etapa del ciclo.**

i) Proceso 1-2 Isotérmico

$$W_{12} = Q_{12} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 0.325 \text{ mol} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \times 521.8 \text{ K} \times \ln\left(\frac{8 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}\right)$$
$$\mathbf{Q_{12} = 1954.6 \text{ J} \text{ (2 pto)}}$$

ii) Proceso 2-3 Isocórico

$$Q_{23} = nc_v(T_3 - T_2) = n \frac{5}{2} R(T_3 - T_2) = 0.325 \text{ mol} \times \frac{5}{2} \times 8.3143 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \times (300 - 521.8) \text{ K}$$
$$\mathbf{Q_{23} = -1498.3 \text{ J} \text{ (2 pto)}}$$

iii) Proceso 3-1 Adiabático:  $\mathbf{Q_{31} = 0 \text{ J} \text{ (1 pto)}}$

**d) Determine el rendimiento del ciclo y compárelo con el rendimiento de un ciclo de Carnot.**

$$\Delta U = Q - W$$

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

$$W_{\text{neto}} = Q_{\text{neto}} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \mathbf{1954.6 \text{ J} - 1498.3 \text{ J} + 0 \text{ J}}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{neto}}}{Q_{\text{absorbido}}} = \frac{456.3 \text{ J}}{1954.6 \text{ J}} = 0.23 \quad (23\%) \quad \mathbf{(2 pto)}$$

Rendimiento de Carnot

$$\eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{baja}}}{T_{\text{alta}}} = 1 - \frac{T_3}{T_1} = 1 - \frac{300 \text{ K}}{521.8 \text{ K}} = 0.42 \quad (42\%) \quad \mathbf{(2 pto)}$$

**Problema 2 (12 puntos):** 50 litros de agua a 300 K se comprimen isoterma y reversiblemente de 1 atm hasta 100 atm. Suponiendo constante los valores de las magnitudes:

**Coeficiente de dilatación cúbica:**  $\beta = 4.3 \times 10^{-4} \frac{1}{K}$

**Coeficiente de Compresibilidad Isotérmica:**  $\kappa = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{atm}$

Determine: (Utilice ecuación Tds apropiada)

Ayuda:  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \beta v$

- El volumen (en  $m^3$ ) del sistema a la presión de 100 atm.
- El flujo de calor (en Joule) durante el proceso.
- La variación de entropía (en Joule/K) durante el proceso.

**Desarrollo:**

**a) El volumen (en  $m^3$ ) del sistema a la presión de 100 atm.**

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

$$dV = \beta V dT - \kappa V dP$$

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - \kappa dP \quad ; \quad \text{Proceso isotérmico } dT = 0$$

$$\frac{dV}{V} = -\kappa dP$$

$$\int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = -\kappa \int_{P_i}^{P_f} dP$$

$$\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = -\kappa(P_f - P_i) \quad \textbf{(2 pto)}$$

$$\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = e^{-\kappa(P_f - P_i)} \quad ; \quad V_f = V_i e^{-\kappa(P_f - P_i)} = 50 \times 10^{-3} m^3 e^{-5 \times 10^{-5} \frac{1}{atm} \times (100-1) atm}$$

$$V_f = 50 \times 10^{-3} m^3 e^{-4.95 \times 10^{-3}}$$

$$V_f = 0.04975 m^3 = 49.75 \times 10^{-3} m^3 \quad \textbf{(2 pto)}$$

**b) El flujo de calor (en Joule) durante el proceso.**

De las ecuaciones Tds tenemos la siguiente relación:

$$Tds = c_p dT - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dp$$

$$d'q_r = Tds$$

$$d'q_r = c_p dT - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dp \quad T = \text{cte}$$

$$d'q_r = -T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dp \quad \gamma \quad \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = \beta v \quad \textbf{(2 pto)}$$

$$d'q_r = -T \beta v dp$$

Integrando se obtiene

$$q = -T \beta v \int_{P_1}^{P_2} dP = -T \beta v (P_2 - P_1) ;$$

$$Q = -T \beta V (P_2 - P_1)$$

$$Q = -300 \text{ K} \times 4.3 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times (100 - 1) \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$Q = -64685.1 \text{ J} \quad \textbf{(2 pto)}$$

**c) La variación de entropía (en Joule/K) durante el proceso.**

Sabemos que

$$Q = -T \beta V (P_2 - P_1) \text{ y Para un proceso a } T = \text{cte} \quad \textbf{(1 pto)}$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \quad \textbf{(1 pto)}$$

$$\Delta S = -\beta V (P_2 - P_1) = -4.3 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \times 50 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times (100 - 1) \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta S = -215.6 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad \textbf{(2 pto)}$$