

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 ΔS 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

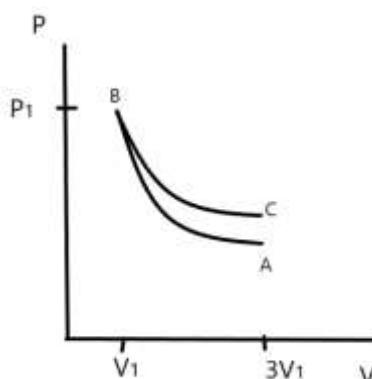
P5) 0.75 moles de un gas ideal experimentan una expansión libre desde $V_1 = 1.5 \text{ L}$ hasta $V_2 = 3.0 \text{ L}$ a la Temperatura $T = 300.1 \text{ K}$. ¿El trabajo “perdido” es?.

- 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) $\Delta S_{AB} = R \ln (1/3) ; \Delta S_{BC} = 0$

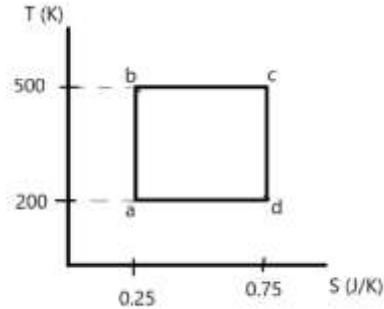


P7) ¿Qué caracteriza al punto crítico en un diagrama P-T?

- 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 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:

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

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

Determine: (Utilice ecuación Tds apropiada)

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

- a) El volumen (en 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 m^3 y las presiones a pascal.

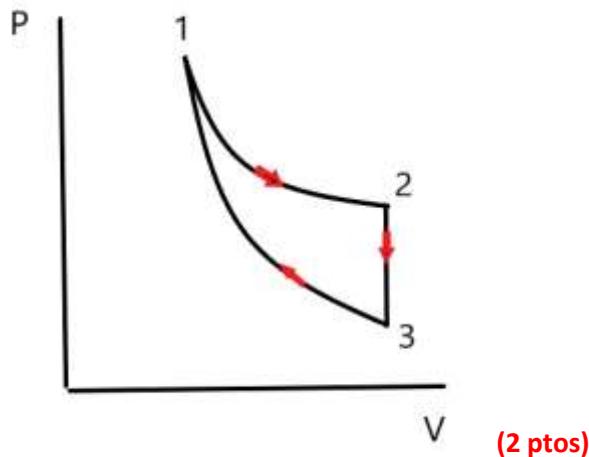
Desarrollo:

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

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

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

a) Representar el Ciclo en un diagrama presión-volumen



b) Determine la temperatura T_1

Desarrollo:

i) Cálculo de T_1

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

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

i) Proceso 1-2 Isotérmico

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

$$Q_{12} = 1954.6 \text{ J} \quad (\text{2 pto})$$

ii) Proceso 2-3 Isocórico

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

$$Q_{23} = -1498.3 \text{ J} \quad (\text{2 pto})$$

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

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

$$\Delta U = Q - W$$

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

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

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

Rendimiento de Carnot

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

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

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

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

Determine: (Utilice ecuación Tds apropiada)

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

- a) El volumen (en m³) 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.

Desarrollo:

a) El volumen (en m³) del sistema a la presión de 100 atm.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

De las ecuaciones Tds tenemos la siguiente relación:

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

$$d'q_r = Tds$$

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

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

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

Integrando se obtiene

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

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

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

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

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

Sabemos que

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

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

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

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