

# Guía de ejercicios

## Problemas sobre aplicaciones de la 1<sup>era</sup> y 2<sup>a</sup> Ley de la Termodinámica

Profesor: Julio Romero

1) Se realiza el calentamiento de un gas al interior de un recipiente cerrado a 20 atm y 20 °C hasta una temperatura de 300 °C. Sabiendo que el coeficiente  $\gamma$  tiene un valor de 1.65 y realizando todos los supuestos que considere necesarios, se solicita:

- Calcular el cambio de entropía del sistema por cada mol de gas.
- Calcular el cambio de entropía en  $J K^{-1}$  si al mismo gas se le transfiere un calor de 60 calorías, permitiéndose su expansión reversible a temperatura constante de 50 °C.

2) Se utiliza un gas ideal que esta inicialmente a 1 atm y 25°C para realizar el siguiente proceso en dos etapas consecutivas:

**Etapas:** compresión hasta 3800 mm Hg y calentamiento simultáneo hasta 1500°C

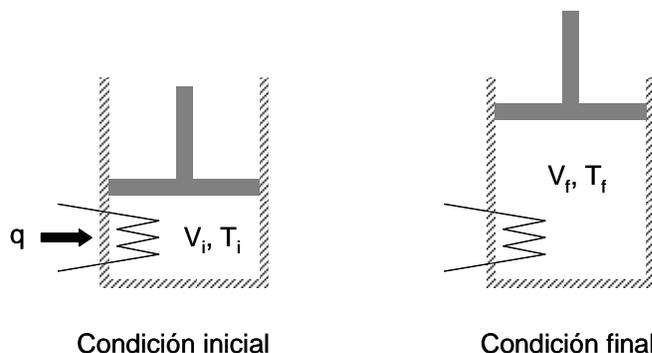
**Etapas:** expansión adiabática reversible hasta 1 atm

Estimar:

- El cambio de entalpía, entropía y energía interna por cada mol de gas después de realizar ambas etapas
- El cambio de entalpía, entropía y energía interna por cada mol de gas después de realizar solo la etapa 1
- ¿Puede calcular el valor del trabajo realizado ( $W$ ) en cada etapa?, justifique su respuesta indicando el o los valores que es posible calcular ( $J/mol$ ).

*Dato:* El valor de la capacidad calorífica molar a volumen constante es  $22 J/mol K$

3) Se tiene helio contenido en un recipiente dotado de un émbolo móvil y una resistencia eléctrica. El gas contenido en el interior se encuentra inicialmente a 25°C, 1 atm de presión, ocupando un volumen de  $0.5 dm^3$ . El helio se expande hasta  $1.0 dm^3$  y simultáneamente se calienta hasta 100°C. El proceso es descrito en la siguiente figura:



Se solicita calcular:

- El cambio de energía interna del sistema;
- El cambio de entropía del sistema;
- El cambio de entalpía del sistema;
- El trabajo efectuado por el sistema ( $W$ , en Joules) y el valor del flujo de calor ( $q$ , en Joules) si la presión externa es constante e igual a  $P_{ext} = 0.2 atm$ .

**Datos:** El valor de  $C_{p,m}$  para el helio es de  $20.79 J mol^{-1} K^{-1}$ . Realice todos los supuestos que considere necesarios.

4) Un mol de un gas ideal se expande reversible y adiabáticamente al doble de su volumen inicial. En la expansión, la temperatura disminuyó desde 305 K hasta 245 K. Calcule el valor de  $C_{p,m}$ ,  $C_{v,m}$  y  $\gamma$  para el gas.

Si el mismo gas realiza una expansión isotérmica reversible a 305 K, aumentando su volumen al doble del volumen inicial ¿Cuál es el valor del trabajo realizado sobre los alrededores ( $W'$ ), el calor transferido ( $q$ ), el cambio de entropía del sistema ( $\Delta S^{sis}$ ) y los alrededores ( $\Delta S^{alr}$ )?

**Datos:** Suponga que el experimento se desarrolla en un laboratorio de gran tamaño donde la temperatura ambiente permanece constante y su valor es de 20°C.

5) 10 moles de Nitrógeno fluyen a través de una válvula. La válvula consta de una resistencia eléctrica con el fin de mantener la temperatura constante entre el flujo de entrada y de salida.

Calcule el flujo de calor que debe suministrar la resistencia eléctrica si la caída de presión observada en la válvula es de 68 atm.

**Datos:** El coeficiente de Joule-Thomson para el  $N_2$  es de  $0.25 \text{ K atm}^{-1}$  y  $\gamma = 1.404$ .

6) Se realiza el calentamiento de 280 gramos de agua líquida desde 25°C y 1 atm hasta convertirla en vapor a 250°C. Todo el proceso ocurre a presión constante. El valor de la capacidad calorífica del líquido se considera constante y con un valor de  $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . A esta presión la entalpía de vaporización es igual a  $\Delta H_{vap} = 2257 \text{ kJ kg}^{-1}$  y la entropía de vaporización es igual a  $\Delta S_{vap} = 6.048 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

El valor de  $C_{p,m}$  del vapor de agua es una función de la temperatura y está dada por la siguiente expresión

$$C_{p,m}(\text{cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) = 7.026 + 3.35 \cdot 10^{-3} \cdot T \quad ; \quad T \text{ (K)}$$

Calcular:

- La variación de entropía total del proceso
- La variación de entalpía total del proceso

**Dato:** El agua líquida a 1 atm ebulle a 100°C

7) Un gas se emplea en un equipo de refrigeración. Los siguientes datos del coeficiente de Joule-Thomson ( $\mu_{JT}$ ) en función de la temperatura se presentan en la tabla adjunta:

Temperatura (°C)	Coficiente de Joule-Thomson (K atm <sup>-1</sup> )
-5	0.265
10	0.252
20	0.244

Un mol de este gas se somete a una expansión en un dispositivo similar al utilizado por Joule y Thomson, desde 100 atm y 25°C hasta la presión atmosférica. Determine:

- La ecuación del coeficiente de Joule-Thomson ( $\mu_{JT}$ ) en función de la temperatura (K), suponiendo una funcionalidad de tipo lineal
- La temperatura final del gas
- El volumen final del gas, si se considera un gas ideal
- La variación de entalpía

8) Se realiza el calentamiento de un gas a presión constante entre 50 °C y 500 °C. En el intervalo de temperaturas analizado se ha encontrado que la relación entre la capacidad calorífica a presión constante y la temperatura está dada por la siguiente expresión:

$$C_{p,m} \left( \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) = 17.58 + 0.014T + 2 \cdot 10^{-6} T^2 \quad ; \quad T \text{ (K)}$$

Realizando todos los supuestos que considere necesarios, se solicita calcular el cambio de entalpía y entropía del sistema por cada mol de gas.

**9)** El calor latente de vaporización del agua a 1 atm de presión es de 2257 KJ/Kg. Sabiendo que su punto de ebullición a esta presión es de 100°C, calcule el cambio de entropía de vaporización para 50 moles de agua. Para ello no utilice las tablas de vapor y justifique todas las suposiciones que realice