

---

Práctica N° 10: Trabajo, Calor, Energía interna, Entalpía

---

1. Definir sistemas termodinámicos, medio ambiente y pared adiabática.
2.
  - a) ¿Cuál será la expresión de  $W$  para el caso de un trabajo de volumen?
  - b) ¿Cuáles de estas variables son intensivas y cuáles extensivas?
  - c) ¿Qué es una variable de estado?
  - d) Dar ejemplos de variables intensivas y extensivas.
3. Expresar kWh en erg. y Joule.
4. Un mol de gas ideal se expande irreversiblemente en contacto con una fuente de calor a  $T = 373^\circ\text{K}$  contra una presión exterior constante de 5 atm, partiendo del estado en que la presión termodinámica es de 10 atm., hasta llegar al volumen de equilibrio.
  - a) Calcule el trabajo realizado por el gas.
  - b) Calcule ahora ese trabajo, en el caso en que el gas se expanda reversiblemente.
  - c) Calcule el calor recibido por el gas, de la fuente, en cada caso.
  - d) Calcule  $\Delta U$  y  $\Delta H$ , y compare  $\Delta H$  con el calor, en cada caso.
5. Se tiene un cilindro con un pistón sin rozamiento que contiene  $1\text{ m}^3$  de un gas monoatómico ( $\gamma = 5/3$ ) a presión atmosférica ( $1,01 \cdot 10^5 \text{ Nt.m}^{-2}$ ). Se comprime el gas hasta que el volumen sea  $0,4 \text{ m}^3$ . ¿Cuánto trabajo se realizó para comprimir este gas?
  - a) Si el proceso es isotérmico reversible.
  - b) Si el proceso es a  $p = \text{cte} = P_{\text{ext}}$
  - c) Si el proceso es adiabático reversible.
6. Diez moles de un gas ideal ( $\gamma = 5/3$ ) que se encuentra inicialmente a  $27^\circ\text{C}$  y 760 mm. de Hg, se comprimen en forma reversible a la mitad del volumen inicial.
  - a) Calcule  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$  y  $\Delta H$  del sistema cuando el proceso se realiza isotérmicamente.
  - b) Calcule  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$  y  $\Delta H$  del sistema cuando el proceso se realiza adiabáticamente.
7. Calcular el trabajo realizado y el calor absorbido (o entregado) por  $1 \text{ m}^3$  de gas ideal a presión atmosférica cuando se lo somete a los siguientes procesos:
  - a) Desde las condiciones iniciales se comprime el gas isotérmica y reversiblemente hasta 20 veces la presión inicial.
  - b) Desde las condiciones iniciales se calienta el gas a volumen constante hasta 20 veces la presión inicial. Luego se lo lleva reversiblemente, a presión constante, hasta el volumen final del caso anterior.

c) dibuje el diagrama P-V.

8. La temperatura de 5kg. de  $N_2$  gaseoso se eleva desde  $10^\circ C$  a  $130^\circ C$ .
- a) Si se realiza el proceso a presión constante, halle la cantidad de calor necesaria para ello, el incremento de energía interna y el trabajo exterior realizado sobre el gas.
- b) Calcule la cantidad de calor necesaria si el proceso se lleva a cabo a volumen constante.

Los calores específicos del gas  $N_2$  son:

$$C_p = 0,248 \text{ kcal/kg}^\circ K$$

$$C_v = 0,177 \text{ kcal/kg}^\circ K$$

9. Un gas tiene una ecuación de estado:

$$P = \frac{RT}{V} \left( 1 - a \frac{T}{V} \right)$$

con  $a = \text{cte.}$ , siendo su energía interna de la forma:

$$U(V, T) = U_o(T) - R \cdot a \cdot \frac{T^2}{V}$$

- a) Halle el trabajo entregado por el gas durante una expansión isotérmica reversible desde  $V_o$  a  $3V_o$ .
- b) Idem, durante una expansión isotérmica contra una presión exterior constante  $P_{\text{ext}}$  menor que  $P(3V_o, T)$ , desde  $V_o$  hasta  $3V_o$ .
- c) Halle la variación de energía interna del gas y los calores absorbidos en los casos a) y b).
10. Un gas experimenta una transformación que lo lleva de un estado inicial caracterizado por  $P_i, V_i$  a un estado final caracterizado por  $P_f, V_f$ . ¿En cuáles de los siguientes casos la variación de entalpía es igual al calor absorbido por el gas durante la transformación? Justifique analizando detalladamente cada caso:
- a)  $P_i \neq P_f$ ; la transformación ocurre en forma reversible.
- b)  $P_i \neq P_f$ ; la transformación ocurre en forma irreversible.
- c)  $P_i \neq P_f$ ; la transformación ocurre en forma reversible y el sistema está sometido a presión externa variable.
- d)  $P_i = P_f$ ; la transformación ocurre en forma reversible y el sistema está sometido a una presión exterior constante.
- e)  $P_i = P_f$ ; la transformación ocurre en forma irreversible y el sistema está sometido a una presión exterior constante.
- f) Verifique sus respuestas anteriores para el caso de un gas ideal, imaginando cada uno de los procesos y realizando el cálculo de Q y H.
11. Un mol de gas se halla encerrado en un cilindro provisto de un pistón. El cilindro y el pistón son adiabáticos. En el estado inicial el pistón se halla trabado, el volumen es  $V_A = 2$  litros, la temperatura  $T_A = 300^\circ K$  y la presión  $P_A = 5,5$  atm. El gas se expande contra una presión nula. Cuando el volumen llega a  $V_B = 2V_A$ , se traba nuevamente el pistón. La ecuación de estado del gas es:

$$P(V, T) = n R T V^{-1} - a V^{-2}$$

La energía interna está dada por:  $U(T, V) = 2,5 n R T - a V^{-1}$

- a) ¿Es reversible el camino entre A y B?. Justifique su respuesta.
- b) ¿Cuánto vale  $\Delta U$ ?. ¿Por qué?
- c) Calcule  $T_B$  y  $P_B$ .
- d) Calcule  $\Delta H_{AB}$ . ¿Coincide este valor con el calor intercambiado?.
- e) Calcule  $C_V$ .

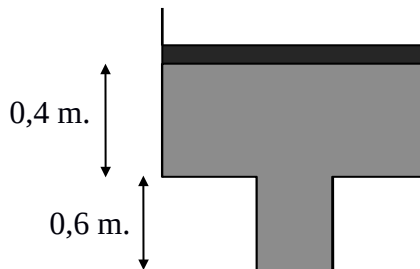
12. Se tiene 3 moles de un gas ideal que se expande reversible e isotérmicamente desde  $P_i = 5\text{atm.}$  hasta  $P_f = 3\text{atm.}$  a  $t=0^\circ\text{C}$

- a) ¿Cuántas calorías absorbe el gas?
- b) ¿Cuánto vale  $^\circ H$ ?

13. Se tienen 200g. de un gas ideal que se encuentran confinados en un cilindro como el de la figura, provisto de un émbolo de peso despreciable que se desplaza sin rozamiento. El área mayor del cilindro es de  $1\text{m}^2$  y el área menor es de  $0,5\text{m}^2$ . La presión externa es constante e igual a  $3 \cdot 10^5 \text{ Nt/m}^2$ . La temperatura inicial de todo el sistema es de  $700^\circ\text{K}$ . El gas se deja enfriar por transmisión de calor al medio.

a) Halle la temperatura del gas cuando el émbolo llega al escalón, suponiendo que en ese punto la presión del gas coincide con la presión exterior. Calcule el trabajo para esta parte del proceso.

b) Luego del proceso descrito en a), se coloca el recipiente en contacto con una fuente de  $223^\circ\text{K}$ , y se deja que alcance el nuevo estado de equilibrio. Calcule ahora  $W$ ,  $\Delta U$  y  $\Delta H$  para este segundo proceso ( $C_V = 0,3 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ).



14. Suponga un mol de gas ideal encerrado en un cilindro provisto de un pistón, inicialmente trabado en un volumen  $V_1 = 2 \text{ lts}$ . El cilindro se halla en contacto térmico con una mezcla de 2kg. de agua y 2kg. de hielo. Se sabe que cada vez que la fuente entrega 80 cal. al gas, congela 1 g. de agua.

a) ¿A qué temperatura se halla inicialmente el gas? ¿Tomará ésta el mismo valor luego de que el gas realice una expansión? ¿Por qué?

b) Halle el estado final de la fuente de calor, (es decir, la masa de hielo presente) luego de que el gas se haya expandido reversiblemente hasta  $V_2 = 10 \text{ lts}$ .

c) Idem, si el gas se expande desde el mismo estado inicial del gas, y la fuente hasta el mismo estado final para el gas, pero esta vez en forma irreversible, contra una presión exterior constante de 1atm.