

GUIA DE EJERCICIOS I.
Gases – Primera Ley de la Termodinámica
Equilibrio Térmico (Ley Cero).

• **Gases - Primera ley de la Termodinámica – Ley Cero.**

1. Se mantiene un gas ideal en un recipiente a volumen constante. Inicialmente, su temperatura es 10°C y su presión es 2,5 atmósferas. Cuál será la presión cuando la temperatura sea de 80°C ?
Sol: $P_2 = 3,12 \text{ atm}$.
2. Un cilindro con un émbolo móvil contiene un gas a una temperatura de 127°C , a una presión de 30KPa y un volumen de 4 m^3 . Cuál será la temperatura final si el gas se comprime a $2,5 \text{ m}^3$ y su presión aumenta a 90KPa?.
Sol: $T_2 = 477,13^{\circ}\text{C}$
3. Se encuentra contenido un gas en una vasija de 8 L, a una temperatura de 20°C y a una presión de 9 atmósferas:
 - a) Determine el número de moles en la vasija.
 - b) ¿Cuántas moléculas hay en la vasija?Dato: $1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$
Sol: a) $n = 3 \text{ mol}$; b) $n^{\circ} \text{ de moléculas} = 1,81 \cdot 10^{24} \text{ moléculas}$
4. Se encuentra confinado un gas en un tanque a una presión de 10 atmósferas y a una temperatura de 15°C . Si se saca la mitad del gas y se aumenta la temperatura a 65°C , cuál es la nueva presión en el tanque?.
Sol: $p_2 = 5,87 \text{ atm}$
5. Un cilindro con un volumen de 12L contiene gas de helio a una presión de 136 atm. Cuántos globos se pueden llenar con el cilindro a 1 atmósfera si el volumen de cada globo es de 1L?
Sol: 1632 globos
6. Un globo poroso tiene un volumen de 2 m^3 a una temperatura de 10°C y a una presión de 1.1 atm. Cuando se calienta a 150°C el volumen se expande a 2.3 m^3 y se observa que se escapa el 5% del gas.
 - a) Cuánto gas había en el globo a 10°C ?
 - b) Cual es la presión en el globo a 150°C ?
7. Un mol de gas oxígeno está a una presión de 6 atm y a una temperatura de 27°C .
 - a) Si el gas se calienta a volumen constante hasta que la presión se triplica, cuál es la temperatura final?.
 - b) Si el gas se calienta de tal manera que tanto la presión como el volumen se duplican, cuál es la temperatura final?.

8. Describir el modelo de Van der Waals para gases, y su relación con la Ley de gases ideales (Sugerencia: analizar las constantes del modelo).
9. A partir de la ecuación de Van der Waals, deducir las relaciones que existen entre los parámetros “a” y “b” de la ecuación y las propiedades críticas P_c , T_c y V_c de un gas.
10. Calcular el volumen específico, expresado en (m^3/Kg) , del agua a 1500 psia y 700 °F, utilizando las siguientes ecuaciones de estado:
- Gases ideales
 - Van der Waals ($a = 5,453 \text{ atm L}^2 / \text{mol}^2$, $b = 0,0304 \text{ L/mol}$)
Compare y discuta los resultados
11. Calcular el volumen específico, expresado en m^3 / Kg , del CO_2 (peso molecular = 44 g/mol) a una presión de 100 Kg/cm^2 y 118°F, utilizando las siguientes ecuaciones de estado:
- Gases ideales
 - Van der Waals ($a = 3,59 \text{ atm L}^2/\text{mol}^2$, $b = 0,0427 \text{ L/mol}$)
Compare y discuta los resultados
12. Calcular el volumen que ocupan 1,5 moles de $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$ a 105°C y 0,75 atm., mediante:
- Gases ideales
 - Van der Waals ($a = 18,75$, $b = 1,214 \cdot 10^{-3}$)
13. Calcular el volumen molar del CO_2 a 47°C mediante:
- Modelo de gases ideales
 - Modelo de van der Waals, con $a = 3,61 \text{ (atm L}^2 / \text{mol}^2)$ y $b = 0,0429 \text{ (L/mol)}$
Realizar los cálculos a presiones de 1, 10, 50 y 100 atm
14. Calcular el volumen que ocupan 90 g de gas etano (C_2H_6) a una temperatura de 17°C y que se encuentra a una presión de 16925 mm Hg, mediante la ecuación de Van der Waals.
Datos etano: Peso molecular: 30 g/gmol.
Constantes de Van der Waals: $a = 5,46 \text{ atm L}^2/\text{mol}^2$, $b = 0,0647 \text{ L/mol}$
15. Demostrar que para un cambio diferencial en el estado de 1 mol de un gas ideal, cuya energía interna depende sólo de la temperatura, se cumple que:
- $$dQ = c_V dT + RTd(\ln V)$$
16. Demostrar que para un proceso adiabático reversible, en un gas ideal, se cumple que:
- $$T \cdot V^{\gamma - 1} = \text{constante}$$
17. Demostrar, a partir de la definición de trabajo de expansión: $W = \int p dV$, que para un proceso de expansión adiabático reversible, desde T_1 a T_2 , $W = C_V (T_1 - T_2)$, con $T_1 > T_2$.

18. Se desarrolla una prueba de calibración de un termómetro de resistencia de platino. Se postula que la ecuación que relaciona la resistencia R (ohms) y la temperatura t ($^{\circ}\text{C}$) es igual a:

$$R = R_0 (1 + A * t)$$

Para la calibración del termómetro se realizaron mediciones del punto triple del agua (0°C) y del punto de ebullición normal del agua (100°C). Los resultados obtenidos fueron:

t ($^{\circ}\text{C}$)	R (ohms)
0,0	10,00
100	13,95

Posteriormente, se estudió un proceso de expansión isotérmica de un mol de gas (considerar comportamiento ideal) empleando tal termómetro de resistencia. El proceso se realizó entre 200 atm y 20 atm. El termómetro empleado durante la prueba marcaba 16,99 ohms. Calcular:

- a) La ecuación de $R(t)$
 - b) Los volúmenes inicial y final del proceso de expansión isotérmica
 - c) El trabajo, calor y energía interna desarrollados durante el proceso.
19. Deducir que forma adopta la primera Ley de la termodinámica aplicada a un gas ideal para los siguientes procesos irreversibles:
- a) Expansión isotérmica
 - b) Proceso isocórico
 - c) Expansión adiabática reversible
 - d) Proceso isobárico
20. Dibujar en diagramas P-V , P-T y V-T las curvas de los siguientes procesos aplicados a un gas ideal:
- a) Expansión isotérmica
 - b) Proceso isocórico
 - c) Expansión adiabática reversible
 - d) Proceso isobárico
21. Calcular el trabajo desarrollado sobre un gas que se encuentra a inicialmente a 25°C , 5 atm y que se comprime adiabática y reversiblemente hasta 50 atmósferas.
Que temperatura debería tener el mismo gas para que se utilizara la misma cantidad de trabajo, en una compresión isotérmica desde 5 hasta 50 atmósferas? DATO: C_V gas = 5,2 cal/(mol K).
22. a) Calcular el trabajo desarrollado sobre un mol de nitrógeno que se encuentra a 45°C y que se comprime isotérmicamente desde 5,22 L hasta 0,522 L. Considerar comportamiento ideal.
b) Realizar el mismo cálculo de (a) pero considerando que el nitrógeno se comporta como un gas de Van der Waals. Constantes de van der Waals: $a = 1.39 \text{ atm L}^2/\text{mol}^2$, $b = 0.0392 \text{ L/mol}$
Que volumen final se lograría para el gas si se emplea la misma cantidad de trabajo calculada en para una compresión isobárica a 50 atmósferas, partiendo desde un volumen de 5,22 L?

23. Considere 180 gramos de dióxido de carbono (CO_2) a 7,5 atm, el cual se comporta como un gas de Van der Waals ($a = 3,59 \text{ L}^2 \text{ atm/mol}^2$, $b = 1,5079 * 10^{-3} \text{ ft}^3/\text{mol}$). El gas se comprime isotérmicamente desde 60 hasta 8 L. La temperatura de este proceso es de 370 K. Calcular el trabajo de compresión isotérmica (calorías).

DATO: Peso Molecular del (CO_2) : 44,01 (g/mol).

24. Calcular el trabajo de expansión cuando 1 mol de gas ideal a 25°C , varía su presión de 5 a 10 atmósferas. Considere $C_v = 5,0 \text{ cal / mol K}$.

25. Se tienen 100 gramos de nitrógeno a 0°C y 1 atm. Calcular el calor transferido, la energía interna y el trabajo realizado para:

- a) Una expansión isotérmica hasta un volumen de 200 L
- b) Un incremento isocórico de la presión hasta 1.5 atmósferas
- c) Una expansión isobárica hasta duplicar en volumen.

R : a) $Q = 1775 \text{ cal}$ $W = 1775 \text{ cal}$ $\Delta U = 0$
 b) $Q = 2424 \text{ cal}$ $W = 0$ $\Delta U = 2424 \text{ cal}$
 c) $Q = 6786 \text{ cal}$ $W = 1937 \text{ cal}$ $\Delta U = 4849 \text{ cal}$

26. Calcular el trabajo realizado en la expansión isotérmica de CO_2 gaseoso a 150°C , desde un volumen de 0,5 hasta 50 litros, para:

- a) Gases ideales
- b) Van der Waals

Datos para CO_2 : $a = 3,59 \text{ atm L}^2 / \text{mol}^2$ $b = 0,0427 \text{ L/mol}$

27. Calcular Q , W , ΔU para la expansión reversible de 10 moles de un gas ideal desde 1 atm. hasta 0,1 atm, a temperatura constante de 0°C .

28. Se comprime adiabática y reversiblemente aire a 25°C desde $V_1 = 10 \text{ L}$ a $V_2 = 1 \text{ L}$. Suponiendo comportamiento ideal y $C_v = 5,0 \text{ cal / mol K}$. Calcular la temperatura final del aire.

29. Aire ($0,4 \text{ m}^3$, 10 bar y 127°C) se calienta a volumen constante hasta 327°C . Determinar la masa de aire, la presión final y la cantidad de calor absorbido. Dato : $C_{\text{aire}} = 0,73 \text{ (KJ /kg K)}$.

30. Calcular Q , W , ΔH y ΔE para la compresión adiabática y reversible a 25°C de 1 mol de gas ideal desde $0,1 \text{ m}^3$ hasta $0,01 \text{ m}^3$. Dato: $C_v = 3,0 \text{ (cal/mol K)}$.

31. Considerar la expansión de un mol de gas ideal en la cual se tiene:

Presión inicial: 10 atm. Volumen inicial: 1 L
Presión final: 32,8 atm Temperatura final: 2000 K

Calcular el trabajo realizado (cal/mol) cuando el proceso se describe por:

- a) Una recta en un gráfico P-V, entre condiciones inicial y final
- b) Una parábola en un gráfico P-V entre condiciones inicial y final

32. Un cilindro contiene 1 mol de agua líquida a 100 °C y se calienta hasta que el líquido se convierte en vapor. El cilindro está cerrado con un pistón que soporta la presión de 1 atmósfera. Si el calor de vaporización del agua es 9700 cal / mol, calcular:
- Trabajo en calorías producido por la expansión del vapor
 - Variación de entalpía (cal) del sistema
 - Variación de energía interna (cal) del sistema
 - Variación de entropía (cal/K) del sistema.

Nota: Considerar que el vapor de agua se comporta como gas ideal. La densidad del agua líquida es igual a 1 g /mL.

33. Demostrar la siguiente relación, válida para un gas real:

$$C_P - C_V = \left[P + \left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

34. A partir de la relación anterior, demostrar que para un gas ideal se cumple que:

$$C_P - C_V = R$$

35. Para elevar la temperatura de 27,1 mL de alcohol etílico desde 25° a 45°C, se necesitan 1,034 KJ. Cuál es el calor específico del alcohol etílico?. Dato: densidad del alcohol=0,785g/mL.
36. Un pisapapeles que pesa 129 g se calienta y se introduce en un calorímetro adiabático que tiene 44,6 g de agua. Las temperaturas iniciales del pisapapeles y del agua son 95° y 25°C, respectivamente. La temperatura final fue de 40°C. Cuál es el calor específico del pisapapeles? Es de latón el pisapapeles? (C_P latón = 0,393 J/g°C).
37. La temperatura de 10 mL de mercurio se eleva 15°C al absorber 0,2836 KJ de calor. Calcular el calor específico del mercurio. Dato: densidad del mercurio = 13,6 g/mL.
38. Para identificar un metal determinado se mide su calor específico. Si se introducen 75 g del metal a 25°C en un calorímetro adiabático con 50 g de agua a 80°C, siendo la temperatura final 75°C, cuál es su calor específico? Es plomo? (C_P = 0,128 J/g°C).
39. En los Estados Unidos hay unos 120 millones de automóviles, cada uno de los cuales circula, en promedio, unos 20000 Km/año. El rendimiento en combustible es en promedio de unos 5,5 km/L. El calor de combustión de la gasolina es de unos 48 KJ/g, y su densidad 0,68 g/cm³.
- Cuánta energía gastan los automóviles por año?
 - Se desea reducir la energía gastada los automóviles a 0,50 x 10¹⁶ kJ/año. Cuál debe ser el ahorro medio de combustible, supuestos constantes los otros factores?.
40. Una persona gasta unos 100 kJ de energía por cada Km que camina. Esta energía procede de la oxidación de alimentos, que tienen una eficiencia aproximada del 30 por ciento. Cuánta energía se ahorra andando un kilómetro en vez de conducir un coche que gasta 6,0 km/L?.
Nota: densidad de la gasolina = 0,68 g/cm³, calor de combustión de la gasolina= 48 KJ/g.

41. Durante un día caluroso una persona bebe seis latas de cerveza enfriadas con hielo. Cada lata (de aluminio) pesa 38,5 g (peso vacío) y contiene 0,350 L de cerveza. El calor específico del aluminio es $0,902 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, y para la cerveza es $4,10 \text{ J/g}^\circ\text{C}$.
- Cuánto calor debe absorberse para enfriar las seis latas desde $25,0$ a $5,0^\circ\text{C}$?
 - Cuánto hielo debe fundirse para absorber esta cantidad de calor?
42. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene $0,1 \text{ m}^3$ de agua líquida y $0,9 \text{ m}^3$ de vapor de agua en equilibrio a 800 KPa . Se transfiere calor a presión constante hasta que la temperatura alcanza 350°C .
- Cuál es la temperatura inicial del agua?
 - Determine la masa total de agua.
 - Calcule el volumen final.
 - Muestre el proceso en un diagrama P-V, respecto de las líneas de saturación.
43. Cuanto calor, en calorías, se debe suministrar a 100 g de CO_2 con el objeto de elevar la temperatura desde 27°C hasta 727°C a 1 atm de presión?