
Problemas de **Fundamentos de Química**

1^{er} Curso, Grado de Física,

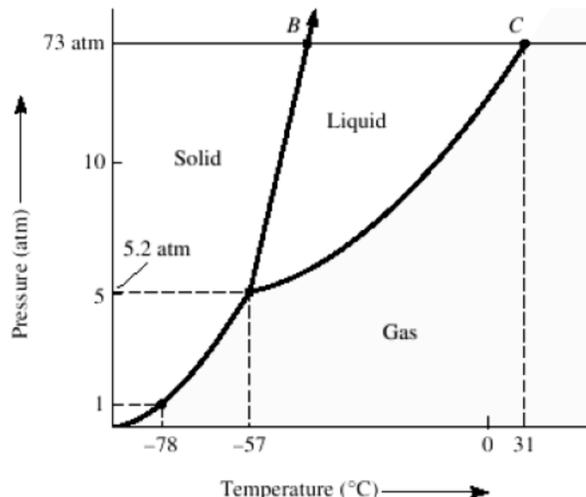
Tema 2. Fuerzas Intermoleculares

- 2.1. Calcula la presión que ejerce 1 mol de $\text{Cl}_2(\text{g})$, de $\text{CO}_2(\text{g})$ y de $\text{CO}(\text{g})$ cuando se encuentra ocupando un volumen de 2 L a 273 K, considerando comportamiento de: (i) gas ideal y (ii) gas de Van der Waals. ¿Cuál de los tres gases presenta una desviación mayor del comportamiento del gas ideal?
Datos: Los valores de a y b son: Cl_2 ($a = 6.49 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 0.0562 \text{ L mol}^{-1}$), CO_2 ($a = 3.59 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 0.0427 \text{ L mol}^{-1}$) y CO ($a = 1.49 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$, $b = 0.0399 \text{ L mol}^{-1}$).
- 2.2. Una forma de eliminar el NO de las emisiones de humos es hacerle reaccionar con amoniaco:
$$4 \text{NH}_3(\text{g}) + 6 \text{NO}(\text{g}) \rightarrow 5 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\ell)$$

Si se han formado 10 L de N_2 medidos a 298 K y 1.2 bar, ¿qué volumen de NO ha reaccionado? ¿Y de NH_3 ?
- 2.3. Suponiendo que la gasolina es C_8H_{18} , ¿qué volumen de dióxido de carbono y qué masa de agua se obtendrán en la combustión de 100 g de gasolina con 500 g de oxígeno, medidos a 25°C y 740 mmHg?
- 2.4. La tiza está compuesta por carbonato de calcio y sulfato de calcio, con algunas impurezas de dióxido de silicio. Solamente el carbonato de calcio reacciona con el ácido clorhídrico, produciendo cloruro de calcio, agua y dióxido de carbono. Calcula el porcentaje de carbonato de calcio en un trozo de tiza de 3.28 g si al reaccionar con ácido clorhídrico en exceso se produce medio litro de dióxido de carbono medido a 1 atm de presión y 273 K.
- 2.5. Un taxi adaptado con butano consume 12 kg de carburante cada 100 km. Calcula:
a) El volumen de aire admitido por el motor en ese recorrido suponiendo que el aire contiene 80% de nitrógeno y 20% de oxígeno en volumen, y que se requiere un 30% de aire en exceso sobre el teórico para la combustión total del butano. Considera que la reacción de combustión se produce a 120°C y 1 atm.
b) La composición volumétrica de los gases de escape considerando que la combustión es total.
- 2.6. El LiH y el CaH_2 sólidos reaccionan con el agua dando gas hidrógeno y el hidróxido correspondiente, LiOH o $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Si 0.850 g de una mezcla de LiH y CaH_2 producen 1.200 L de H_2 a 298 K y 1 atm, ¿cuál es el porcentaje en masa de LiH en la mezcla inicial?
- 2.7. Cierta cantidad de gas está sometida a una presión de 0.855 atm en un volumen de 500 mL a 0°C. ¿Qué presión ejercerá la misma cantidad de gas en un volumen de 700 mL a 100°C?
- 2.8. ¿Cuántas moléculas de un gas ideal hay en 1 mL si la temperatura es -80°C y la presión 1 Pa?
- 2.9. Una mezcla de 5.00 g de O_2 , 15.00 g de N_2 y 12.00 g de CO_2 está contenida en un volumen de 1.00 L a 27°C. Determina la presión total y la presión parcial de cada componente.
- 2.10. Un recipiente de 2.48 L de volumen contiene un gas a 0.263 atm y 200 K. Si se adicionan 0.048 moles de otro gas, ¿cuál será la presión alcanzada?
- 2.11. Se han mezclado 1.00 g de O_2 , 0.50 g de N_2 y 0.80 g de CO_2 en un recipiente a 25°C, siendo la presión total de 1.000 atm. Calcula: a) la presión parcial de cada gas; b) la fracción molar de cada gas; c) el volumen de la mezcla.
- 2.12. Calcula la densidad del SO_2 (g) a 47°C y 0.821 atm.

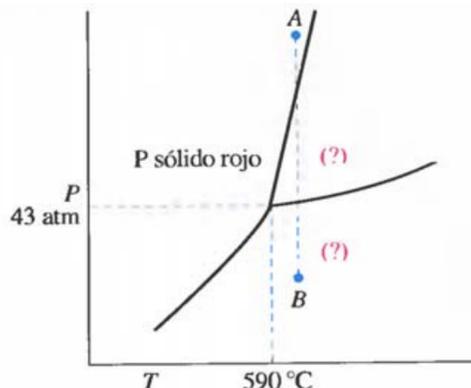
- 2.13. Calcula la densidad de una mezcla de O_2 , CO y CO_2 a $20^\circ C$, sabiendo que las presiones parciales de los gases son 81, 104 y 250 mmHg, respectivamente.
- 2.14. La entalpía de vaporización del benceno es 33.9 kJ/mol a 298 K . ¿Cuántos litros de $C_6H_6(g)$ medidos a 298 K y 12650 Pa se forman cuando el C_6H_6 absorbe 1.54 kJ a la temperatura constante de 298 K ?
- 2.15. Contesta a las siguientes preguntas sobre el diagrama de fases del CO_2 :

- ¿Qué fase existe a 2 atm de presión y a las temperaturas de $-90^\circ C$, $-60^\circ C$ y $0^\circ C$?
- Indica qué fases de CO_2 están presentes a: (i) $T = -78^\circ C$ y $P = 1 \text{ atm}$; (ii) $T = -57^\circ C$ y $P = 5.2 \text{ atm}$.
- Enumera las fases que se observarían si una muestra de CO_2 a 8 atm de presión fuera calentada desde $-80^\circ C$ a $40^\circ C$.
- ¿Cómo cambia el punto de fusión del CO_2 con la presión? ¿Qué indica esto acerca de las densidades relativas del sólido y del líquido?



- 2.16. A continuación se muestra una parte del diagrama de fases del fósforo.

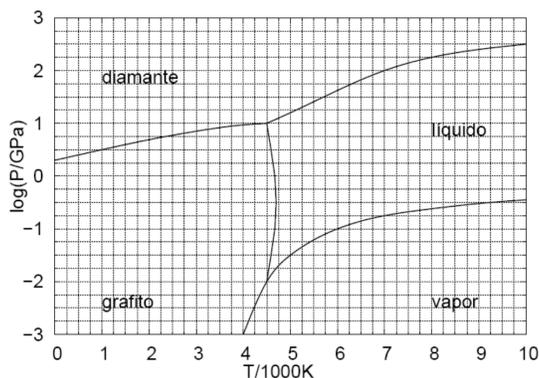
- Indica las fases presentes en las regiones señaladas con (?)
- ¿Es posible fundir fósforo rojo por calentamiento en un recipiente abierto a la atmósfera?
- Explica los cambios de fase que tienen lugar cuando se reduce la presión sobre una muestra de fósforo desde el punto A al B, a temperatura constante.



- 2.17. Los puntos de fusión normal y de ebullición normal del Ar son 83.8 K y 87.3 K , respectivamente; su punto triple se encuentra a 83.8 K y 0.7 atm , y los valores de su temperatura y presión crítica son 151 K y 48 atm .
- Dibuja el diagrama de fases P-T del Ar de forma cualitativamente correcta.
 - Indica el estado físico del Ar en cada una de las condiciones siguientes: (i) 0.9 atm y 90 K ; (ii) 0.7 atm y 80 K ; (iii) 0.8 atm y 83.8 K ; (iv) 50 atm y 273 K ; (v) 1 atm y 87.3 K .
 - Indica qué cambios de fase se observan si partiendo del punto triple: (i) se aumenta la temperatura a presión constante; (ii) se disminuye la temperatura a presión constante; (iii) se disminuye la presión a temperatura constante.

2.18. Considera el diagrama de fases del carbono y contesta a las siguientes preguntas:

- Si se calienta grafito a la presión constante de 10 bar ¿se fundirá o sublimará? ¿A qué temperatura lo hará?
- Halla las temperaturas de fusión y ebullición del carbono a la presión de 0.1 GPa.
- Escribe los valores de P y T de todos los puntos triples y señala qué fases se encuentran en equilibrio en cada uno de ellos.
- Se parte de vapor de carbono a 5500 K y 0.01 GPa y, manteniendo T constante, se aumenta la presión de forma reversible hasta los 100 GPa. Indica la presión a la que se produce cada uno de los cambios de fase durante este proceso.
- ¿Pueden coexistir en equilibrio el grafito y el carbono líquido a una presión de 50 GPa?



- De las dos sustancias BrI y BrCl una es un sólido a temperatura ambiente y la otra es un gas. ¿Cómo podría explicarse este hecho?
- Indica si existe interacción por puentes de hidrógeno en cada una de las siguientes sustancias: NH_3 , CH_4 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, O_3 , CH_3COOH , H_2S .
- Clasifica las siguientes sustancias en orden creciente de punto de fusión, y justifica el orden establecido: KI, Ne, C_3H_8 , $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$, MgO, $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$.
- Clasifica las siguientes sustancias como sólido molecular, covalente, iónico o metálico basándote en los datos experimentales recogidos en la siguiente tabla para cada compuesto:

Sustancia	CeCl ₃	Ti	TiCl ₄	NO ₂ F	B	MoF ₆	Se ₈
T _f (°C)	848	1675	-25	-175	2300	18	217
T _e (°C)	1727	3260	136	-46	2550	35	684
Conductor (sólido)	no	sí	no	no	no	no	malo
Conductor (líquido)	sí	sí	no	no	no	no	malo

- El punto de ebullición normal del éter dietílico es 34.5°C, y su entalpía de vaporización en el punto de ebullición normal es de 6.38 kcal mol⁻¹. Calcula la presión de vapor del éter a 25.0°C.
- Usa la ecuación de Clausius-Clapeyron para calcular la temperatura a la que el agua pura herviría a una presión de 400.0 torr. Dato: $\Delta H_{vap}(\text{H}_2\text{O}) = 44 \text{ kJ mol}^{-1}$.
- El alcohol isopropílico (2-propanol) tiene una presión de vapor de 100 torr a 39.5°C y de 400 torr a 67.8°C. Estima su calor molar de vaporización.
- En una olla a presión se alcanza una presión de 2 atm. ¿A qué temperatura hierve el agua en estas condiciones? Dato: $\Delta H_{vap}(\text{H}_2\text{O}) = 44 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Soluciones:

- (i) 11.19 atm; (ii) $P(\text{Cl}_2) = 9.90 \text{ atm}$ (mayor desviación), $P(\text{CO}_2) = 10.55 \text{ atm}$, $P(\text{CO}) = 11.06 \text{ atm}$.
- 12 L de NO y 8 L de NH₃.
- 176 L de CO₂ y 142 g de H₂O.

2.4. 68%

2.5. a) 281700 L; b) 75.5% de N₂, 8.9% de CO₂, 4.4% de O₂ y 11.2% H₂O.

2.6. 13%.

2.7. 0.834 atm.

2.8. 3.76·10¹⁴ moléculas.

2.9. P_T = 23.7 atm, P(O₂) = 3.8 atm, P(N₂) = 13.2 atm, P(CO₂) = 6.7 atm.

2.10. 0.58 atm.

2.11. a) P(O₂) = 0.465 atm, P(N₂) = 0.265 atm, P(CO₂) = 0.270 atm; b) x(O₂) = 0.465, x(N₂) = 0.265, x(CO₂) = 0.270; c) 1.65 L.

2.12. 2.00 g/L.

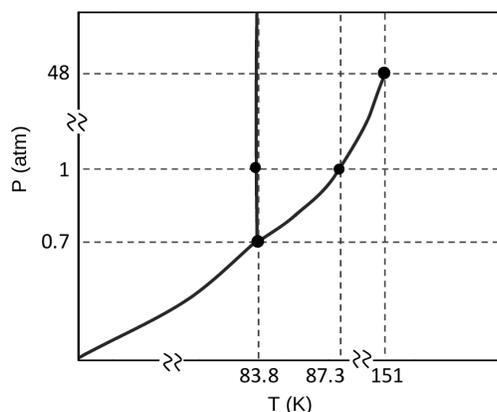
2.13. 0.904 g/L.

2.14. 8.89 L.

2.15. a) sólido, vapor, vapor, respectivamente; b) (i) s ⇌ v; (ii) s ⇌ ℓ ⇌ v; c) s ⇌ ℓ ⇌ v ⇌ fluido supercrítico; d) el punto de fusión aumenta con la presión, el líquido es menos denso que el sólido.

2.16. a) líquido (superior), vapor (inferior); b) no, ya que sublima; c) s ⇌ ℓ ⇌ v.

2.17. a)



b)

(i) vapor,

(ii) sólido,

(iii) s ⇌ ℓ,

(iv) fluido supercrítico,

(v) ℓ ⇌ v;

c)

(i) vaporización / sublimación,

(ii) solidificación / sublimación inversa,

(iii) vaporización / sublimación.

2.18. a) Sublimará a 4000 K; b) T_f ≈ 4700 K; T_e ≈ 6000 K; c) ① grafito ⇌ ℓ ⇌ v: P = 0.01 GPa y T = 4500 K, ② diamante ⇌ grafito ⇌ ℓ: P = 10 GPa y T = 4500 K; d) v ⇌ ℓ: P ≈ 0.056 GPa, ℓ ⇌ diamante: P ≈ 25 GPa; e) no.

2.19. En ambos el tipo de fuerzas de interacción entre las moléculas es de dispersión, que aumenta con la polarizabilidad. La polarizabilidad es mayor en BrI porque el radio de I es mayor que el de Cl. Por tanto, BrI es sólido y BrCl gas a temperatura ambiente.

2.20. Puentes de hidrógeno en NH₃, C₆H₅OH y CH₃COOH.

2.21. Ne < C₃H₈ < CH₃ - CH₂OH < CH₂OH - CHOH - CH₂OH < KI < MgO

2.22. Iónico, metálico, molecular, molecular, covalente, molecular, y molecular, respectivamente.

2.23. 0.717 atm.

2.24. 84°C.

2.25. 43 kJ mol⁻¹.

2.26. 119°C.