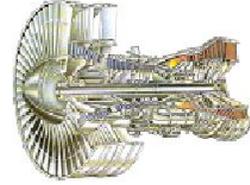




Profesor: Nelson Zamorano

Profesores Auxiliares:
Alejandro Jara
Priscilla Nowajewski



TERMODINÁMICA FI-2004-02

Guía # 9

Problema 1

Calcule el trabajo realizado, la cantidad de calor absorbido y el cambio en la energía interna:

- Cuando 1 [gr] de hielo se derrite obteniendo agua a $0^{\circ}C$ y bajo una presión constante de 1 [atm]
- Cuando 1 [gr] de de agua se evapora obteniendo vapor de agua a $100^{\circ}C$ y bajo una presión constante de 1 [atm]

Problema 2

Considere una muestra de 2 moles de agua super-fria (es decir, agua líquida existiendo a temperaturas ambientales menores a $0^{\circ}C$). Asuma que la temperatura de los alrededores es de $-10^{\circ}C$ y que el agua super-fria se congela. En este proceso el calor latente de fusión (congelamiento) se pierde en el ambiente y finalmente el hielo y lo que lo rodea vuelven a la temperatura original. Calcule $\Delta U, \Delta H$ y ΔS tanto para el agua superfria y lo que lo rodea.

Problema 3

Una barra metálica liviana rígida de sección transversal rectangular yace sobre un bloque de hielo extendiéndose de punta a punta. El ancho de la barra es de 2 [mm] y el largo en contacto con el hielo es de 25 [cm]. 2 masas iguales, cada una de masa M , están colgadas en cada extremo de la barra. Todo el sistema está a presión atmosférica y se mantiene a una temperatura de $T = 2^{\circ}C$. ¿Cuál es el valor mínimo de M para el cual la barra pasa a través del bloque por recongelación (ie, que se derrite por efecto de la presión y se congela inmediatamente al disminuir la presión)? Los datos conocidos son que el calor latente de fusión del agua es 80 [cal/gr], que la densidad del agua líquida es 1 [gr/cm³] y que el cubo de hielo flota con $\approx 4/5$ de su volumen sumergido

Problema 4

La presión de vapor en unidades de mm de Hg (milímetros de mercurio) de amoníaco sólido está dado por la relación:

$$\ln p = 23,03 - \frac{3754}{T}$$

Donde $T =$ temperatura absoluta. La presión de vapor en mm de Hg de amoníaco líquido está dado por la relación:

$$\ln p = 19,49 - \frac{3063}{T}$$

- (a) ¿Cuál es la temperatura en el punto triple?
- (b) Calcule el calor latente de vaporización (cuando hierve) en el punto triple, exprese el resultado en cal/mol (puede aproximar el comportamiento del vapor tratandolo como un gas ideal y puede usar el hecho que la densidad del vapor es despreciable en comparación a a la densidad del liquido)
- (c) El calor latente de sublimación en el punto triple es 7508 [cal/mol] . ¿Cuál es el calor latente de derretimiento en el punto triple?

Problema 5

En este problema podrás encontrar formulas aproximadas para obtener los siguientes gráficos de cambios de fase:

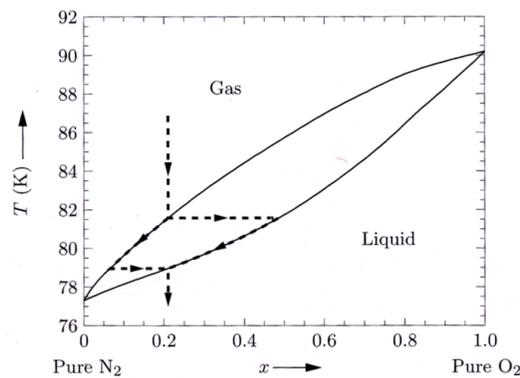


Figure 5.31. Experimental phase diagram for nitrogen and oxygen at atmospheric pressure. Data from *International Critical Tables* (volume 3), with endpoints adjusted to values in Lide (1994).

(a) Fig. 1

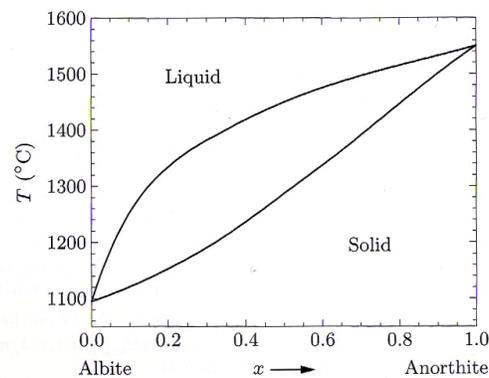


Figure 5.32. The phase diagram of plagioclase feldspar (at atmospheric pressure). From N. L. Bowen, "The Melting Phenomena of the Plagioclase Feldspars," *American Journal of Science* **35**, 577-599 (1913).

(b) Fig. 2

Esto es asumiendo que ambas fases se comportan como mezclas ideales. Por definición supongamos que las fases son líquido y gas.

- (a) Muestre que en una mezcla ideal de A y B, el potencial químico de la especie A puede ser escrito como:

$$\mu_A = \mu_A^0 + kT \ln(1 - x)$$

Donde μ_A^0 es el potencial químico puro de A (a la misma temperatura y presión) y $x = N_B/(N_A + N_B)$. Encuentre una fórmula similar para el potencial químico para B. Note que ambas fórmulas pueden ser escritas tanto para la fase líquida como la fase gaseosa.

- (b) Para cualquier temperatura dada T sea x_l y x_g las composiciones de las fases gaseosa y líquida que están en equilibrio la una con la otra. Colocando potenciales químicos apropiados iguales entre sí, muestre que:

$$\frac{1 - x_l}{1 - x_g} = e^{\frac{\Delta G_A^0}{RT}}$$

$$\frac{x_l}{x_g} = e^{\frac{\Delta G_B^0}{RT}}$$

Donde ΔG^0 representa el cambio en G para la sustancia pura bajo un cambio de fase a temperatura T.

- (c) Bajo un rango limitado de temperaturas uno, a menudo, puede asumir que la dependencia principal de la temperatura de $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ viene explícitamente de T, ambos ΔH^0 y ΔS^0 son aproximadamente constantes. Con esta simplificación reescriba los resultados de (b) en términos de $\Delta H_A^0, \Delta H_B^0, T_A, T_B$ (eliminando ΔG y ΔS). Resuelva x_l y x_g como funciones de T.
- (d) Gráfica los resultados para el sistema nitrógeno-oxígeno. Los calores latentes de las sustancias puras son $\Delta H_{N_2}^0 = 5570 [J/mol]$ y $\Delta H_{O_2}^0 = 6820 [J/mol]$. Compare con el diagrama experimental de la figura 1.
- (e) Muestre que puede obtener la forma del gráfico de la figura 2 con valores de ΔH^0 elegidos adecuadamente. Indique cuáles son estos valores.