Tarea # 1

Termodinámica

Profesores. Héctor, Adriana, Aurora, Alejandro.

1. ¿Las isotermas de un sistema pueden cortarse? Explique detalladamente.

2. Sean A, B, C tres gases con variables $(p,V),(p',V'),(p'',V'')$, respectivamente. Cuando A está en equilibrio térmico con C se satisface la ecuación:
$$pV - nbp - p''V'' = 0$$
Cuando B está en equilibrio térmico con C se cumple
$$p'V' - p''V'' + \frac{nB'p''V''}{V'} = 0$$
   a) Encuentre las funciones $q(p,V), r(p',V') y\ s(p'',V'')$ que son iguales entre sí en el equilibrio térmico e iguales a la temperatura común T.
   b) Encuentre la ecuación que corresponde a A en equilibrio térmico con B.

3. Un gas ideal se caracteriza mediante dos suposiciones: los átomos o moléculas de un gas ideal no interactúan entre sí, y los átomos o moléculas se pueden tratar como masas puntuales. Esto tiene un rango de validez limitada.

Veamos la siguiente figura.

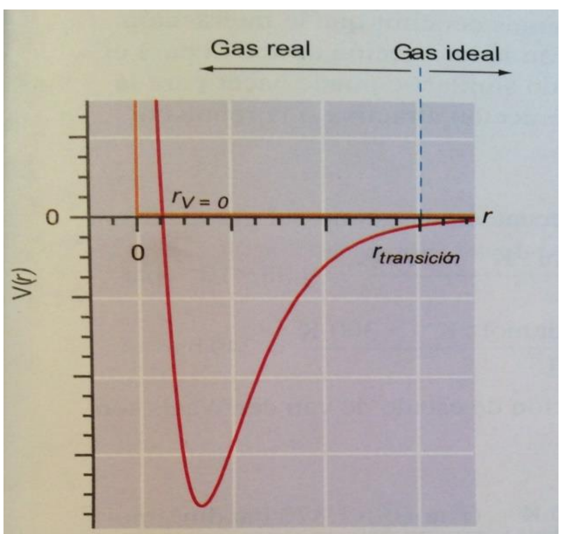

FIGURA 1.6
Se muestra la energía potencial para la interacción de dos moléculas o átomos en función de su separación, r. La curva naranja muestra la función de energía potencial para un gas ideal. La línea azul punteada indica un valor aproximado, r, por debajo del cual se debe usar una ecuación de estado más exacta que la del gas ideal. $V(r) = 0$ a $r = r_{V=0}$ y conforme $r \to \infty$.

Se muestra la energía potencial de interacción de dos moléculas de gas en función de la distancia entre ellas. El potencial intermolecular se puede dividir en regiones en las que la energía potencial es esencialmente nula $(r > r_{trans})$, negativa (interacción atractiva) $(r_{trans} > r > r_{V=0})$, y positiva (interacción repulsiva) $(r < r_{V=0})$. La distancia r_{trans} no está definida unívocamente y depende de la energía de la molécula.

a) Calcule la presión ejercida por N_2 a $300K$ para volúmenes molares de 250 y $0.100L$ usando las ecuaciones de estado del gas ideal y de van der Waals. Los valores de los parámetros a y b para N_2 son $1.360\, bar\, dm^3 mol^{-2}$ y $0.0387 dm^3 mol^{-1}$, respectivamente.
b) Compare y explique los resultados de los cálculos a las dos presiones y explique qué predomina, las interacciones atractivas o las repulsivas.
c) A temperatura suficientemente elevada, la ecuación de van der Waals tiene la forma $p = \frac{RT}{V-b}$. Nótese que la parte atractiva del potencial no tiene influencia en esta expresión. Justifique este comportamiento usando el diagrama anterior.

4. Sabemos que la ecuación de van der Waals permite hacer una descripción cualitativa de la transición líquido–vapor, de lo cual, como se mencionó en clase, el valor del parámetro "a" tiene una relación con el calor de vaporización del líquido y el parámetro "b" con el tamaño de las moléculas. Del artículo de van der Waals haga una descripción, en no menos de una cuartilla, de lo que son las fuerzas de van der Waals, como se analiza el punto crítico, el factor de compresibilidad y la tensión superficial.

5. Sea un gas en un recipiente cilíndrico de un metro de altura, cuya tapa superior es un pistón inicialmente fijo. El gas está en equilibrio a temperatura y presión ambiente y bajo estas condiciones sabemos que la velocidad de propagación del sonido es $c = 340\frac{m}{seg}$. Supongamos que liberamos al pistón para que pueda moverse libremente. Ahora le damos un martillazo al pistón, generando así una situación de desequilibrio en el gas. También inmediatamente aislamos térmicamente al sistema.
   a) Calcule el tiempo que tarda en saber la parte inferior del gas que ha sido golpeado.
   b) Discuta cualitativamente qué ocurrió con la energía proporcionada por el martillazo.
   c) ¿Se restaura el equilibrio o quedad oscilando?

6. Demuestre que para un gas ideal $pv = RT$, $\beta = \frac{1}{T}, \kappa = \frac{1}{p}$.
   b) Para un gas real a presiones moderadas, $P(v-b) = RT$, donde R y b son constantes, es una ecuación de estado aproximada que tiene en cuenta el tamaño finito de las moléculas. Demostrar que:

a) $\beta = \frac{\frac{1}{T}}{1+\frac{bP}{RQ}}$

b) $\kappa = \frac{\frac{1}{p}}{1+\frac{bP}{RT}}$

7. Un hilo metálico de $0.0085cm^3$de sección transversal está sometido a una tensión de $20N$, a la temperatura de $10°C$, entre dos soprtes rígidos separados $1.2m$. ¿Cuál es la tensión final, si la temperatura se reduce $8°C$? ($\alpha = 1.5x10^{-5}K^{-1}, Y = 2.0x10^9\frac{N}{m^2}$)

   b) La frecuencia fundamental de vibración de un alambre de longitud L, masa m y tensión ζ es

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{\zeta L}{m}}$$

   ¿Con qué frecuencia vibra el hilo a 20°C? ¿Y a 8°C?

8. Muestre que si las diferenciales $dV, dp,$ dadas por

$$dV = v\beta dT - V\kappa_T dp$$

$$dp = \frac{\beta}{\kappa_T}dT - \frac{1}{V\kappa_T}dV$$

   Son exactas, entonces los coeficientes satisfacen las siguientes relaciones:

$$\left(\frac{\partial V\beta}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial V\kappa_T}{\partial T}\right)_P$$

$$\left(\frac{\partial \beta}{\partial V}\right)_T = \beta\left(\frac{\partial ln\kappa_T}{\partial V}\right)_T + \frac{1}{V}\left(\frac{\partial ln\kappa_T}{\partial T}\right)_V$$

9. La resistencia eléctrica en el hilo de un termómetro de platino varía linealmente con la temperatura. Determinar:
   a) La expresión de la temperatura centígrada en el punto de fusión del hielo R_0 y en el punto de ebullición del agua R_{100}.
   b) Si los valores de resistencia para un termómetro de hilo de platino son de $R_0 = 10000\Omega$ y $R_{100} = 13861\Omega$, calcular la temperatura correspondiente a una resistencia de 26270Ω.

Fecha de entrega: Día del examen.