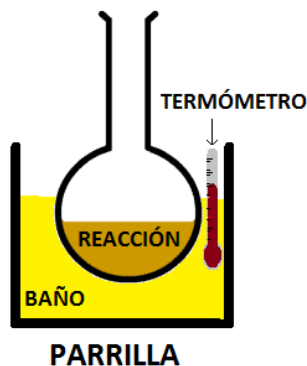


Termodinámica

Dr. Rodrigo Sánchez García

1. La capacidad calorífica (equivalente mecánico del calor) a volumen constante C_V y a presión constante C_P son en general distintas, y usualmente $C_V < C_P$. Explique las razones físicas de que ambas cantidades sean en general distintas, y de que C_P sea usualmente mayor. **(2 puntos)**
2. A partir de la ley de conservación de la energía para un proceso termodinámico cuasiestático, $dU = TdS - PdV$, donde U es la energía interna, T es la temperatura, S es la entropía, P es la presión y V es el volumen, demuestre que un sistema en equilibrio termodinámico, a volumen y temperatura constantes, extremiza la energía libre de Helmholtz, $F = U - TS$. **(1 punto)**
3. Una pequeña muestra de agua es congelada utilizando hielo seco ($T \approx -70^\circ\text{C}$) y colocada dentro de un recipiente parcialmente aislante en un cuarto a temperatura ambiente ($\approx 25^\circ\text{C}$), de modo que el calor de la atmósfera se transmite a la muestra de agua muy lentamente. La temperatura de dicha muestra es monitoreada y registrada en tiempo real mediante un termopar (termómetro electrónico) hasta aproximarse a la temperatura ambiente, de modo que la temperatura pasa por 0°C . La temperatura de la muestra puede suponerse homogénea a lo largo del proceso, es decir, es uniforme en el volumen de la muestra. Todo el proceso es realizado a presión atmosférica a nivel del mar. La temperatura es graficada como función del tiempo. Describa, a grandes rasgos, la forma de dicha gráfica. **(2 puntos)**
4. Un pistón comprime ligeramente un fluido, haciendo el pistón en el proceso un trabajo δW . La presión del fluido P puede aproximarse como constante durante este proceso. Encuentre el cambio en volumen del fluido. No hay intercambio de calor entre el fluido y las superficies que lo contienen, y la cantidad de fluido es constante. Despréciase la fricción. **(1 punto)**
5. Un gas ideal al interior de un tanque rígido sellado aumenta su temperatura por transferencia de calor de modo que su temperatura pasa de 300 K a 400 K. Encuentre P_f/P_i , donde P_f es la presión final del gas y P_i es la presión inicial del gas. **(1 punto)**
6. Si para el gas del problema anterior, la energía total de uno de sus átomos es en promedio $\frac{3}{2}k_B T$, donde k_B es la constante de Boltzmann, encuentre la cantidad de calor transferida al gas si el tanque contiene N átomos de gas. Puede dar su respuesta en términos de N y k_B . **(1 punto)**
7. Un gas ideal con un número de moléculas constante pasa a través de un medio poroso aislante (de modo que la transferencia de calor entre éste y el gas es despreciable), de modo que el trabajo hecho en el gas es igual al cambio en su energía interna, y por lo tanto el proceso es isentálpico; la entalpía $H = U + PV$. Determine cómo varía, si es que lo hace, la temperatura del gas en este proceso. **(1 punto)**



8. Una reacción química ocurre al interior en un matraz abierto a la atmósfera y parcialmente sumergido en un baño de aceite el cual es mantenido mediante un termómetro y una parrilla a una temperatura aproximadamente constante, como se muestra esquemáticamente en la figura. La evaporación y cualquier otro intercambio de materia entre la reacción y el exterior son despreciables. Al alcanzar equilibrio la reacción, ¿qué potencial termodinámico se extremiza? **(1 punto)**

Total de aciertos posibles: 10

Termodinámica - Respuestas

Dr. Rodrigo Sánchez García

1. Son distintas porque C_P incluye el trabajo hecho contra la presión exterior, mientras que para C_V no hay cambio en volumen por lo que no se realiza trabajo (**1 punto**). Medio punto si identifica las diferencias matemáticas (distintas definiciones en términos de derivadas parciales, $(\partial U/\partial T)_V$ y $(\partial H/\partial T)_P$) pero no da argumentos físicos. $C_V < C_P$ usualmente ya que la mayoría de las sustancias se expanden al calentarse (**1 punto**). Medio punto si cita alguna identidad correcta para $C_P - C_V$ pero no da argumentos físicos por los que esta diferencia sea usualmente positiva; punto completo si cita alguna identidad correcta para dicha diferencia y da argumentos físicos razonables por los que sea usualmente positiva sin referirse directamente a C_P y C_V .
2. V y T constantes $\Rightarrow dF = dU - TdS$ y $dU = TdS$, por lo que $dF = 0$. No es indispensable que identifique que se trata de un mínimo. (**1 punto**)
3. La temperatura incrementa de manera continua y gradual salvo en el punto de fusión, donde el aspirante debe afirmar que se presenta un cambio abrupto de pendiente o al menos un comportamiento anómalo. Es aceptable que esboce una gráfica en vez de describir el comportamiento, pero 0°C debe estar claramente indicado (**2 puntos**). No más de medio punto si afirma que la temperatura disminuye en algún momento. Un punto si no reconoce una anomalía en el punto de fusión pero identifica que la temperatura debe aumentar a una tasa que tiende a cero al acercarse la temperatura a la ambiente. Hasta un punto si reconoce que la capacidad calorífica es distinta para el líquido y para el sólido, pero no identifica las consecuencias de ello para la pregunta planteada. Hasta un punto si identifica que el calor latente juega un papel, pero no identifica las consecuencias de ello para la pregunta planteada. No más de un punto y medio si afirma que fuera del punto de fusión la gráfica es una recta, o la dibuja como tal.
4. Cambio en volumen = $-\delta W/P$ (**1 punto**). Medio punto si el aspirante se equivoca de signo, o afirma que el fluido se expande pero la magnitud del cambio es correcta. No más de medio punto si supone que se trata de un gas ideal.
5. $P_f/P_i = 4/3$ (**1 punto**). Medio punto si aplica correctamente la ley de los gases ideales pero comete un error aritmético.
6. $\Delta U = \frac{3}{2}Nk_B\Delta T = 150 Nk_B$ (**1 punto**). Es aceptable si resuelve el problema citando sin demostrar el valor de C_V correspondiente, $\frac{3}{2}Nk_B$. No es indispensable que demuestre que no se realiza trabajo. Medio punto si plantea el problema correctamente pero comete un error aritmético. No es aceptable si utiliza C_P , C_V para un gas distinto al del problema (gas diatómico, por ejemplo), o considera un término de trabajo realizado distinto a cero.
7. $H = U + PV = \text{grados de libertad} \times \frac{1}{2}Nk_B T + Nk_B T \propto T \Rightarrow$ el proceso es isotérmico / T no cambia (**1 punto**). Es aceptable si el aspirante supone un número particular de grados de libertad, o afirma sin demostrar que la entalpía es $\frac{5}{2}Nk_B T$ o que los procesos isentálpicos son isotérmicos para un gas ideal. Es inaceptable si identifica los procesos isentálpicos como universalmente isotérmicos. Medio punto si identifica que isentálpico implica $dH = 0$, pero no responde o responde erróneamente la pregunta.
8. Energía libre de Gibbs o potencial de Gibbs o G o $U - TS + PV$ (**1 punto**). Medio punto si reconoce que es un proceso a temperatura y presión constantes, pero no identifica o identifica erróneamente el potencial termodinámico. Es inaceptable si afirma que se trata de una energía libre sin especificar cuál.

Total de aciertos posibles: 10