

Física General II

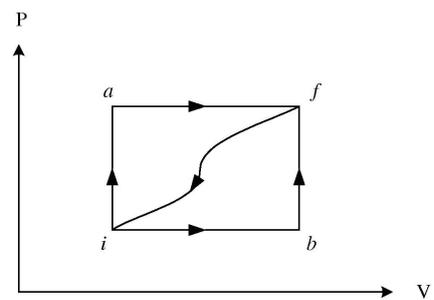
Trabajo Práctico 6: Termodinámica (I)

- Se tienen dos botellas de 1 litro, destapadas, llenas hasta la mitad con jugo de naranja.
 - Indicar qué variables macroscópicas podrían caracterizar a cada uno de estos sistemas.
 - Se juntan ahora los contenidos de ambas botellas en una sola. Determinar, si es posible, relaciones entre las variables macroscópicas del nuevo sistema y de los sistemas originales.
 - Ídem (a) y (b), pero si una de las botellas contiene jugo de naranja y la otra jugo de limón.
 - Indicar cuáles de las variables consideradas son intensivas y cuáles son extensivas.
- Considerar nuevamente las botellas con jugo de naranja del problema anterior, suponiendo que antes de comenzar el estudio una de ellas ha reposado sobre la mesa un par de horas, siendo la temperatura ambiente de 20 grados centígrados, mientras que la otra ha permanecido durante ese período dentro de una heladera a 4 °C.
 - Comparar las temperaturas de los sistemas antes y después de juntar los contenidos de las botellas. ¿Puede decirse que los sistemas están aproximadamente en equilibrio inmediatamente antes e inmediatamente después de llevar a cabo la mezcla? ¿Y luego de que han transcurrido otras dos horas después de llevar a cabo la mezcla?
 - Comparar las energías internas de los sistemas antes y después de juntar los contenidos de las botellas.
 - Ídem (a) y (b) para el caso en que ambas botellas han reposado sobre la mesa un par de horas antes de comenzar el estudio.
- Se desea determinar la temperatura absoluta de un sistema utilizando un termómetro de gas a volumen constante, que contiene gas a alta presión en un bulbo conectado a un tubo en U con mercurio. Se pone al bulbo en contacto con una mezcla en equilibrio de agua y hielo, y luego con el sistema en cuestión, observando que la diferencia de alturas entre las ramas del tubo en U son respectivamente 700 mm y 920 mm. Si la presión atmosférica es de 0.994 atm, ¿cuál es la temperatura del sistema?
- En un termómetro de gas a volumen constante se observa que la presión del gas a 20 °C es de 0.98 atm. ¿Cuál será entonces la presión del gas a 45 °C? ¿Cuál será la temperatura medida si la presión del gas es de 0.5 atm?
- Una barra cilíndrica de cobre de 1.000 m de longitud y 5 kg de masa, a una presión de 1 atm y una temperatura inicial de 20 °C, se pone en contacto con una fuente térmica incrementando su temperatura hasta 80 °C.
 - ¿Qué modificaciones macroscópicas se observarán en la barra? Calcular la longitud y la sección de la barra una vez alcanzada la temperatura final.
Nota: Coeficiente de dilatación lineal del cobre $1.7 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, densidad del cobre 8960 kg/m^3 .
 - Describir cualitativamente qué ocurriría si los extremos de la barra estuvieran empotrados en una estructura de hormigón.
- Mostrar que la densidad de un material homogéneo cambia con la temperatura según $\Delta\rho = -\beta\rho\Delta T$, donde β es el coeficiente de expansión volumétrica del material.
 - Una barra de longitud L está compuesta por dos barras de longitudes L_1 y L_2 , de materiales diferentes, conectadas por uno de sus extremos. Mostrar que el coeficiente de expansión lineal efectivo de la barra viene dado por $\alpha = (\alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2)/L$, donde α_1 y α_2 son los coeficientes de expansión lineal de los materiales que la componen.
- Se lija vigorosamente con una lijadora eléctrica la superficie externa de un recipiente metálico, que contiene un fluido en su interior. Por medio de un termómetro, que está en contacto con el fluido a través de un pequeño orificio del recipiente, se observa que la temperatura del fluido va aumentando con el tiempo de lijado. Indicar los procesos de intercambio de energía que tienen lugar, tomando como sistema de estudio:
 - sólo el fluido;
 - sólo el recipiente;
 - el recipiente y el fluido;
 - el recipiente, el fluido y la lijadora;
 - el recipiente, el fluido, la lijadora y el medio ambiente.

8. Un termo contiene 1 litro de agua a 20°C . Para tomar unos mates, se desea aumentar la temperatura del agua hasta 80°C .
- ¿Cuánta energía debe entregarse? Expresar el resultado en joules y calorías.
 - Si se utiliza un calentador eléctrico de inmersión calibrado a 200 W , ¿cuánto tiempo será necesario sumergirlo en el agua? (despreciar el intercambio de energía con el medio ambiente).
 - La energía es “generada” en una central hidroeléctrica, transferida a la red eléctrica y luego al calentador y al agua. ¿En cuál(es) de estos procesos la transferencia se realiza en forma de calor?
 - ¿Se podría en principio calentar el agua hasta la temperatura deseada agitando el termo? ¿Tiene sentido plantear este método alternativo en la práctica? Justificar las respuestas.
9. Un vehículo de 700 kg que viaja a 80 km/h se detiene aplicando los frenos, *sin derrapar*. ¿Cuál debería ser la mínima masa total de acero de los discos de freno, tal que pueda asegurarse que su temperatura no se elevará más de 100°C por sobre la temperatura ambiente? ¿Es realista este cálculo? ¿Qué efectos podrían modificar el resultado obtenido?
 Nota: calor específico del acero $0.11\text{ cal}/(\text{g }^\circ\text{C})$.

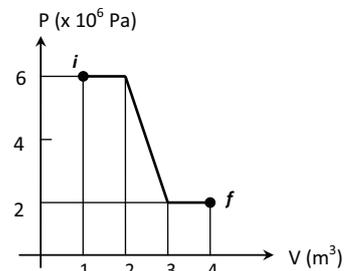
10. Un calorímetro de aluminio cuya masa es de 100 g contiene 250 g de agua. Estando el calorímetro y el agua en equilibrio térmico a 10°C se colocan dos bloques metálicos dentro del agua. Uno de ellos es una pieza de cobre de 50 g que está a una temperatura de 80°C , mientras que el otro bloque, de material desconocido, tiene una masa de 70 g y se encuentra inicialmente a una temperatura de 100°C . El sistema completo alcanza el equilibrio, luego de un tiempo, a una temperatura final de 20°C . Determinar el calor específico de la muestra desconocida.
 Nota: calor específico del cobre $387\text{ J}/(\text{kg K})$, calor específico del aluminio $900\text{ J}/(\text{kg K})$.

11. Un gas pasa del estado i al estado f siguiendo la trayectoria $i-a-f$ en el plano PV representada en la figura. Se encuentra que las energías transferidas con el entorno en forma de calor y trabajo mecánico son $Q_{iaf} = 50\text{ cal}$ y $W_{iaf} = -20\text{ cal}$, respectivamente.



- Indicar si la energía interna del sistema en el estado f es mayor o menor que en el estado i .
- ¿Cuál sería la energía transferida por trabajo si se pasa del estado i al f siguiendo la trayectoria $i-b-f$, y se determina que la energía transferida en forma de calor es en este caso $Q_{ibf} = 38\text{ cal}$? Determinar el cociente de presiones P_f/P_i .
- Se observa que para el proceso representado por la curva que se dirige del estado f al estado i el trabajo realizado sobre el sistema es $W_{fi} = 13\text{ cal}$. Determinar las energías transferidas entre el sistema y su entorno en forma de calor y en forma de trabajo mecánico para el proceso cíclico $i-b-f-i$ representado en la figura.
- Si la diferencia de energía interna entre el estado b y el estado i es de 12 cal , calcular la energía que se transfiere al sistema en forma de calor en los procesos $i-b$ y $b-f$ representados en la figura.

12. Un gas se expande desde i hasta f siguiendo la curva representada en el diagrama PV de la figura.



- Determinar el trabajo realizado sobre el gas en este proceso.
- ¿Cuánto trabajo se realiza sobre el gas si se lo comprime desde f hasta i a lo largo de la misma curva?

13. Considerar nuevamente la barra de cobre del problema 5.

- ¿Qué trabajo realiza el cobre sobre la atmósfera durante el proceso de calentamiento?
- ¿Qué cantidad de energía se transfiere en forma de calor de la fuente térmica al cobre?
- ¿Cuál es el incremento de la energía interna del cobre?

Problemas adicionales:

14. (a) Un ventilador eléctrico en un cuarto aislado se conecta a un banco de baterías de alta energía y larga duración que descansa en el piso del cuarto. El ventilador se enciende y funciona hasta que las baterías se agotan, y luego de cierto tiempo el sistema “cuarto” (que incluye aire, ventilador, paredes y baterías) alcanza el equilibrio térmico. ¿La energía final del sistema será mayor, menor o igual que la inicial? ¿Y la temperatura del aire? ¿Y su presión?
- (b) Ídem anterior, pero en el caso en que el ventilador se conecta a la red eléctrica domiciliaria.
15. Un frasco de vidrio que está a una temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y cuyo volumen es de 1200 cm^3 se llena completamente de mercurio, en equilibrio térmico con el frasco. El sistema es calentado hasta alcanzar una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, observando que en el proceso se derraman 15 cm^3 de líquido. Si el coeficiente de dilatación volumétrica del mercurio es 0.000182 K^{-1} , calcular el coeficiente de dilatación lineal del vidrio del frasco.
16. Un anillo de cobre de 21.6 g a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura tiene un diámetro interno de 2.54000 cm . Sobre él se coloca una esfera hueca de aluminio de 2.54533 cm de diámetro, estando ésta a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinar la masa de la esfera, si se observa que ésta puede atravesar el anillo justamente cuando el sistema alcanza el equilibrio térmico (despreciar el intercambio energético con el medio, y con el gas que pueda encontrarse en el interior de la esfera).
- Nota: Coeficiente de dilatación lineal del aluminio $2.4 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.

Algunos resultados: 3) $T = 41.3\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4) $P = 1.06\text{ atm}$, $T = -123.6\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5a) $\ell = 1.001\text{ m}$, $A = 5.592\text{ cm}^2$; 8b) $t = 21\text{ min}$; 9) $m = 3.75\text{ kg}$; 10) $c = 1820\text{ J}/(\text{kg K})$; 11b) $W_{ibf} = -8\text{ cal}$, $P_f/P_i = 2.5$; 11c) $Q_{ibfi} = -5\text{ cal}$, $W_{ibfi} = 5\text{ cal}$; 11d) $Q_{ib} = 20\text{ cal}$, $Q_{bf} = 18\text{ cal}$; 12a) $W = -12 \times 10^6\text{ J}$; 13a) $W = 0.173\text{ J}$; 13b) $Q = 1.16 \times 10^5\text{ J}$; 15) $\alpha = 1.9 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$; 16) $m = 7.15\text{ g}$.