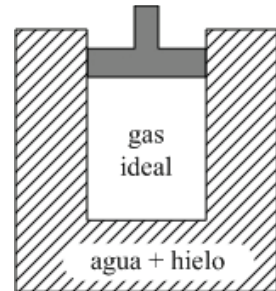


Física General II

Trabajo Práctico 7: Termodinámica (II)

- Las dimensiones del auditorio de un colegio son $20\text{ m} \times 30\text{ m} \times 8\text{ m}$.
 - ¿Cuántas moléculas de aire habrá aproximadamente en el auditorio si la temperatura es de 20°C y la presión es de 101 kPa ?
 - Si la temperatura se incrementa en 5°C , permaneciendo constante la presión, ¿cuántos moles de aire salen de la habitación? ¿Cuántos litros ocupa el aire saliente, a esa temperatura?
- Una botella de un litro de capacidad está abierta en equilibrio con la atmósfera, siendo la presión de 1 atm . Se succiona entonces un tercio del aire del interior, y luego se tapa. ¿Cuál es la fuerza neta que ejerce el aire sobre el tapón una vez alcanzado el equilibrio térmico, si la sección del pico es de 2 cm^2 ?
- Teniendo en cuenta que la composición aproximada del aire es de un 74% de N_2 y un 26% de O_2 , calcular la densidad del aire cuando la presión atmosférica es de 1 atm y la temperatura es de 10°C .
 - La masa total de un globo aerostático más su carga (sin incluir el aire del interior) es de 200 kg . El aire exterior está a 10°C y 101 kPa y el volumen del globo es de 400 m^3 . ¿A qué temperatura deberá calentarse el aire del interior del globo para que éste comience a elevarse?
- En un recipiente cerrado de paredes rígidas, de tres litros de capacidad, hay nitrógeno a 27°C y 3 atm . El recipiente se pone en contacto diatérmico con un foco de temperatura. Una vez alcanzado el equilibrio, se constata que la presión del gas dentro del recipiente es de 25 atm . Determinar la temperatura del foco y la energía transferida al nitrógeno en forma de calor.
- Un mol de un gas ideal monoatómico que ocupa un volumen V_i se expande a presión constante P_i hasta duplicar su volumen inicial.
 - Partiendo del mismo estado inicial, ¿hasta qué volumen debería expandirse isotérmicamente para que el trabajo realizado sobre el gas sea el mismo que en el proceso isobárico?
 - Ídem anterior, pero si lo que se desea es que el gas absorba la misma cantidad de energía en forma de calor que en la transformación isobárica.
- Un cilindro de 4 litros de capacidad total contiene 0.2 moles de un gas diatómico ideal a una temperatura de 300 K . El cilindro se halla aislado térmicamente del exterior y está provisto de un émbolo, también aislante, perfectamente ajustado a su pared lateral. La posición inicial del émbolo es tal que el gas ocupa inicialmente un volumen de un litro.
 - Se permite que el émbolo se desplace lentamente hasta que el gas ocupa todo el volumen del cilindro. Calcular la temperatura y presión finales del gas, el trabajo realizado sobre el gas en el proceso, la energía transferida al gas en forma de calor y el cambio en su energía interna.
 - Repetir los cálculos del ítem (a) para el caso en que la expansión se lleva a cabo abriendo una válvula en el émbolo (que en este caso se deja fijo), suponiendo que el resto del cilindro está inicialmente vacío. Discutir, para ambos casos, la conservación de la energía del sistema “gas + medio exterior”.
- 10 gramos de argón se hallan inicialmente a 3 atm de presión y 300 K de temperatura. El gas sufre una transformación hasta alcanzar un estado final de 1 atm y 600 K . Hallar el trabajo realizado sobre el gas y la energía transferida al gas en forma de calor para (a) un proceso isobárico seguido por otro a volumen constante y (b) un proceso isotérmico seguido por otro isobárico. Representar las curvas respectivas en un diagrama P - V .
- Se conduce una muestra de 4 litros de un gas diatómico ideal confinada en un cilindro a través de un ciclo. En primer lugar, a volumen constante se triplica la presión del gas, que inicialmente es de 1 atm . Luego se expande adiabáticamente el gas hasta alcanzar la presión inicial, y finalmente se lo comprime isobáricamente hasta su volumen original. Todos los procesos son cuasiestáticos.
 - Representar la curva correspondiente a este ciclo en un diagrama P - V .
 - Determinar el volumen del gas al concluir la expansión adiabática.
 - Calcular el trabajo neto realizado sobre el gas en el ciclo.

9. Un gramo de agua (1 cm^3) se transforma en 1671 cm^3 de vapor cuando hierve a una presión de 1 atm. ¿Cuál es el trabajo realizado sobre este sistema, y cuál la variación de su energía interna en este proceso?
Nota: calor latente de vaporización del agua: $L_v = 539 \text{ cal/g}$.
10. (a) Calcular la cantidad de energía necesaria para convertir 1 g de hielo a -10°C en vapor de agua a 100°C . ¿Con qué velocidad debería moverse un cuerpo de 1 g de masa para que esa sea su energía cinética?
 (b) Un cubito de hielo de 50 g se saca de un congelador a -10°C y se deja caer dentro de un vaso de agua a 0°C . Si las paredes del vaso son adiabáticas, ¿cuánta agua se solidificará sobre el cubito?
Nota: calor latente de fusión del hielo $L_f = 80 \text{ cal/g}$, calor específico del hielo $c = 0.55 \text{ cal/(g }^\circ\text{C)}$.
11. Un mol de cierto gas ideal ocupa un volumen de 24 l en el interior de un cilindro, en contacto diatérmico con una mezcla en equilibrio de agua y hielo. A partir de un dado instante comienza a bajarse lentamente un pistón (sin roce apreciable con las paredes) de modo que el gas se comprime hasta alcanzar un estado B en que el volumen es $V_B = V_A/4$, siendo V_A el volumen inicial.
- (a) Calcular la masa de hielo que se funde a lo largo del proceso y el cambio en la energía interna del gas ideal.
- (b) Si el pistón se comprime en forma brusca hasta que el volumen es V_B , y luego se deja fijo un tiempo suficiente, ¿alcanza el gas el mismo estado final B? ¿Cuál habrá sido en este caso el cambio en su energía interna? ¿En qué difiere este proceso del considerado en (a)?
12. Dentro de un recipiente de paredes adiabáticas (calorímetro) que contiene 10 g de agua y 10 g de hielo en equilibrio térmico se introduce un trozo de cobre que se encuentra a 200°C .
- (a) Para una masa de cobre de 30 g, calcular la temperatura y la composición del sistema una vez alcanzado nuevamente el equilibrio.
- (b) Ídem anterior, pero considerando una masa de cobre de 100 g.
- (c) ¿Qué masa mínima de cobre (siempre a 200°C) debería introducirse para transformar en vapor al menos la mitad de la masa de agua/hielo que está dentro del calorímetro?



Problemas adicionales:

13. En un laboratorio se ha alcanzado un “vacío” tal que la presión es de aproximadamente 10^{-18} atm . ¿Cuántas moléculas de aire hay aún por centímetro cúbico, si la temperatura es de 22°C ?
14. (Optativo) De acuerdo con la descripción standard de la atmósfera, la temperatura varía con la altura según $T = T_0 - \beta z$, donde T_0 es la temperatura absoluta a nivel del mar.
- (a) Probar que entonces la presión varía con la altura según $P = P_0(1 - \beta z/T_0)^{gM/(\beta R)}$, donde P_0 es la presión a nivel del mar, M es la masa de un mol de aire y g es la aceleración de la gravedad (despreciar la dependencia de g con la altura).
- (b) Para $\beta = 6.51^\circ\text{C/km}$, calcular la temperatura y la presión atmosférica a 4000 m de altura si éstas son a nivel del mar 15°C y 1 atm, respectivamente.
15. Una pompa de jabón que contiene 0.5 g de aire se encuentra en equilibrio térmico con el ambiente, donde la presión es de 1 atm y la temperatura es de 20°C . Calcular el radio aproximado de la pompa de jabón y la sobrepresión en su interior.
Nota: el coeficiente de tensión superficial del agua jabonosa 20°C es $\gamma = 0.025 \text{ N/m}$.
16. Una bala de plomo de 10 g que está a una temperatura de 30°C y viaja a una velocidad de 250 m/s se incrusta en un gran bloque de hielo que flota sobre un lago en equilibrio térmico con el agua y con la atmósfera. Calcular la masa de hielo que se habrá fundido una vez alcanzado el equilibrio.
Nota: calor específico del plomo $128 \text{ J/(kg }^\circ\text{C)}$.

Algunos resultados: 1a) $N \simeq 1.2 \times 10^{29}$; 1b) $\Delta n \simeq 3300$, $V \simeq 82000 \text{ l}$; 2) $F = 6.75 \text{ N}$; 3a) $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$; 3b) $T = 200^\circ\text{C}$; 4a) $T = 2230^\circ\text{C}$, $Q = 16700 \text{ J}$; 5a) $V_f = 2.72 V_i$; 5b) $V_f = 12.2 V_i$; 6a) $T_f = 172 \text{ K}$, $P_f = 0.706 \text{ atm}$, $W = -532 \text{ J}$, $Q = 0$, $\Delta E_{\text{int}} = -532 \text{ J}$; 6b) $T_f = T_i$, $P_f = 1.23 \text{ atm}$, $Q = W = \Delta E_{\text{int}} = 0$; 7a) $W = -3120 \text{ J}$, $Q = 4050 \text{ J}$; 7b) $W = -1310 \text{ J}$, $Q = 2240 \text{ J}$; 8b) $V = 8.77 \text{ l}$; 8c) $W = -336 \text{ J}$; 9) $\Delta E_{\text{int}} = 2090 \text{ J}$; 10a) $E = 725 \text{ cal}$, $v = 8870 \text{ km/h}$; 10b) $m = 3.44 \text{ g}$; 11a) $m = 9.4 \text{ g}$, $\Delta E_{\text{int}} = 0$; 12a) 15.5 % hielo, 84.5 % agua; 12b) $T_f = 35.9^\circ\text{C}$; 12c) $m = 886 \text{ g}$; 13) $N = 25$; 14b) $P = 0.6 \text{ atm}$; 15) $r = 4.6 \text{ cm}$, $\Delta P = 2.2 \text{ Pa}$; 16) $m = 0.97 \text{ g}$.