

Física 2 - Práctico 7

Calor y Primera Ley

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

7.1. Calorimetría

Busque en tablas la capacidad calorífica, los calores de evaporación y fusión del agua a presión atmosférica.

7.1.1. Vapor de agua y hielo

Qué masa de vapor a 100°C debe mezclarse con 150 g de hielo a 0°C , en un recipiente térmicamente aislado para producir agua líquida a 50°C ?

7.1.2. Agua y hielo

Se prepara una cantidad de té helado mezclando 520 g de té caliente con la misma masa de hielo a 0°C en un recipiente aislante. El té tiene esencialmente las mismas propiedades que el agua. Halle la temperatura final y la masa de hielo restante si el té caliente está inicialmente a: (a) 90°C (b) 70°C .

7.2. Calor específico (gas)

Una muestra de $4,34\text{ mol}$ de un gas diatómico, considerado como ideal, experimenta un aumento de temperatura de $62,4\text{ K}$ bajo condiciones de presión atmosférica.

- ¿En cuánto aumentó la energía interna del gas?
- ¿En cuánto aumentó la energía cinética de traslación promedio y la energía cinética de rotación promedio de las moléculas del gas?
- ¿Cuánto calor fue transferido a la sustancia desde el ambiente?

7.3. Globo meteorológico

Un globo meteorológico lleno de 5 moles de gas Helio (gas ideal monoatómico; $\gamma = \frac{5}{3}$) se suelta desde la superficie de la tierra. Inicialmente el gas tiene una presión de $1,1\text{ atm}$ y una temperatura de 20°C . A medida que el globo va subiendo la presión y la temperatura cambian, de modo que se puede aproximar por un proceso que cumple $PV^{1,2} = \text{cte}$. Si a una altura de 1000 m la temperatura es de 13°C calcule,

- El trabajo realizado por el gas Helio.
- El calor intercambiado con la atmósfera.
- El globo explota cuando se triplica su volumen. Si la temperatura varía linealmente con la altura, ¿cuál es la altura máxima que puede alcanzar el globo?

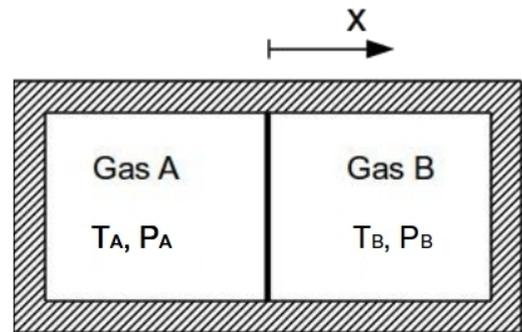
7.4. Gas dentro de un cilindro con pistón

Un pistón circular de 20 cm radio y 60 kg de masa cierra por arriba un recinto que contiene N_2 gaseoso el cual ocupa inicialmente un volumen $V_0 = 0,02 \text{ m}^3$ y está a temperatura ambiente $T_0 = 15^\circ\text{C}$. La presión atmosférica es de 100 kPa. A dicho sistema, se le entregan 2 kJ en forma de calor.

- Bosqueje el proceso en un diagrama P-V.
- Calcule el volumen y la temperatura del gas al final de este proceso.
Luego, se fija la tapa en esta posición y se deja enfriar el gas hasta la temperatura inicial.
- ¿Cuál es la presión final dentro del cilindro?
- ¿Cuál es el calor total intercambiado con el entorno?
- Compare (analítica y gráficamente) el trabajo total realizado en el proceso con el proceso que resulta de llegar al mismo estado final, manteniendo siempre la misma temperatura.

7.5. Tabique móvil

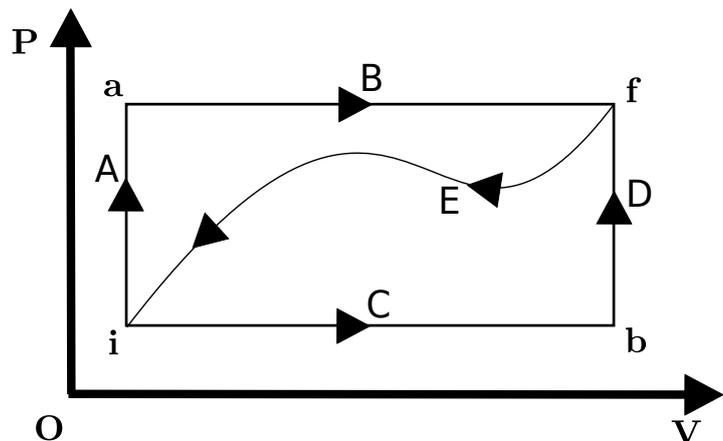
La figura muestra un recinto adiabático de dimensiones $0,2 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$ dividido en dos cámaras iguales mediante un tabique móvil diatermo, que inicialmente se mantiene fijo. El gas que se encuentra a la izquierda es diatómico y está inicialmente a 120 kPa y 300°C . El de la derecha es un gas poliatómico que inicialmente se encuentra a 100 kPa y 315°C . A las temperaturas involucradas en el proceso, se pueden asumir que no se excitan los grados de libertad de vibración de ninguno de los gases. Se suelta el tabique y se espera a que se alcance el equilibrio.



- ¿Qué distancia recorre el tabique?
- ¿Cuál es la temperatura y la presión final en las cámaras?
- ¿Hubo intercambio de trabajo entre A y B? ¿Puede estimar cuánto?

7.6. Ciclos

Cuando un sistema se lleva del estado inicial **i** al estado final **f** a lo largo de la trayectoria **AB** en la figura, se encuentra que el calor que recibe el sistema es $Q = 50 \text{ J}$, siendo $W = 20 \text{ J}$ el módulo del trabajo que el sistema **entrega** a los alrededores. Se sabe que a lo largo de la trayectoria **CD** el calor recibido es $Q = 36 \text{ J}$.

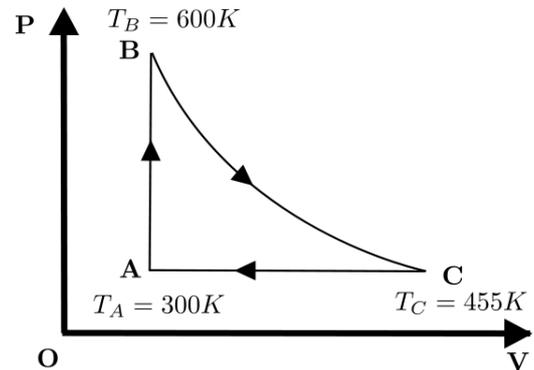


- ¿Qué valor tiene el trabajo a lo largo de la trayectoria **CD**?
- Si en el proceso **E** el sistema recibió 13 J de trabajo, ¿cuánto calor intercambió el sistema con el ambiente?
- Considere que la energía interna del sistema en el estado inicial es $U_i = 10 \text{ J}$, ¿cuánto vale la energía interna en el estado final?
- Si la energía interna en el estado **b** es $U_b = 22 \text{ J}$, halle el calor intercambiado por la sustancia con el entorno en el proceso **C** y en el proceso **D**.

7.7. Máquina de tres estados

Una máquina lleva 1,00 mol de un gas monoatómico ideal alrededor del ciclo mostrado en la figura. El proceso **AB** tiene lugar a volumen constante mientras que el proceso **CA** tiene lugar a presión constante.

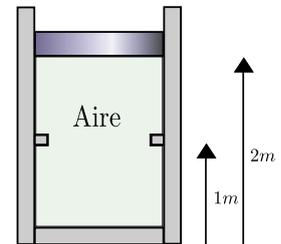
- Si la presión inicial en el punto A es de 1,00 atm, halle la presión y el volumen en los puntos **B** y **C**. Demuestre que el proceso **BC** puede ser adiabático.
- En esas condiciones, calcule el calor Q , el cambio en la energía interna ΔE_{int} y el trabajo W para cada uno de los tres procesos y para el ciclo total.



7.8. Pistón con topes

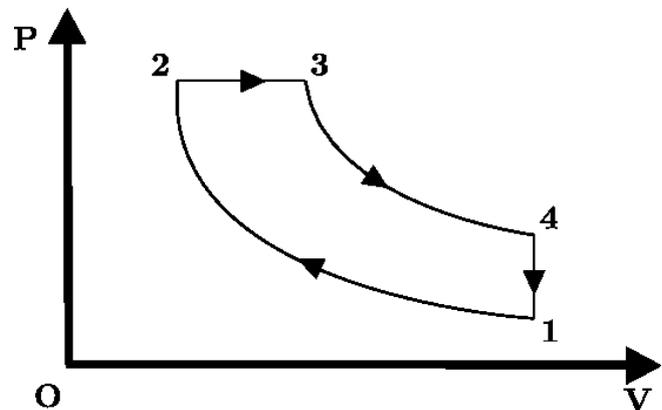
En la figura se muestra un dispositivo que consta de un pistón de sección $A = 1,0 \text{ m}^2$ y un cilindro inicialmente conteniendo aire a 150 kPa y 400°C . Se permite que el dispositivo libere calor al ambiente hasta que su temperatura es la misma que la temperatura ambiente (20°C).

- Al llegar al estado final, ¿descansa el pistón sobre los soportes? Halle la presión final en el cilindro.
- Calcule el calor liberado por el aire del cilindro.



7.9. Ciclo Diesel

Una máquina Diesel ideal se puede modelar por el ciclo cerrado mostrado en la figura, donde los procesos de **1** a **2** y de **3** a **4** se suponen adiabáticos. Aunque parte del ciclo emplea una mezcla de aire y aceite (diesel) emulsionado en pequeñas gotas, se puede considerar que el fluido de trabajo es básicamente aire. Se tiene una relación de compresión $V_1/V_2 = 20$ y el estado del aire al principio del proceso de compresión (estado **1**) está dado por una presión de 95 kPa y una temperatura de 20°C .



- Si la temperatura máxima del ciclo es de 2200 K , determine el trabajo entregado en un ciclo y el calor que el sistema recibe en el proceso de **2** a **3**, llamado proceso de ignición.
- Calcule el calor que el sistema entrega en el proceso de **4** a **1**, correspondiente a la expulsión de gases y admisión de una nueva cantidad de aire.

Nota: Expresar las ecuaciones en función de los parámetros: nR y V_1 . Las presiones y temperaturas principales, ¿dependen de estos parámetros?. El trabajo y los calores se deberán calcular para 1 kmol de fluido.

Preguntas

- P1: ¿Por qué siempre c_p tiene un valor más grande que c_v ?
- P2: ¿Por qué se desprecia a menudo la diferencia entre c_p y c_v para un sólido?
- P3: Explique el proceso de congelación del agua desde el punto de vista de la Primera Ley de la Termodinámica. Recuerde que el hielo ocupa un volumen más grande que una masa igual de agua líquida a la misma temperatura y presión.
- P4: Un termo contiene café. El termo es sacudido vigorosamente durante cierto tiempo. Considere al café como el sistema.
- ¿Se eleva su temperatura?
 - ¿Se ha añadido calor?
 - ¿Se ha efectuado un trabajo?
 - ¿Ha cambiado su energía interna?
- P5: En el pasado se han propuesto muchos dispositivos supuestamente capaces de movimiento perpetuo, de primera y de segunda especie. Las figuras muestran dos ejemplos históricos de dispositivos mecánicos de primera especie. ¿Puede aportar un argumento en base a la Primera Ley de la Termodinámica que permita descartarlos como *Perpetuum Mobile*? ¿Es válido su argumento aún si los dispositivos son ideales y no tienen rozamiento alguno? Consulte por ejemplo <http://www.librosmaravillosos.com/perpetuum/index.html>.

