

12. Termodinámica

12.1. Un estudiante camina dentro de la enfermería de la Universidad, un médico le toma de inmediato la temperatura a la pobre alma y ve que es de $103,5^{\circ}\text{F}$. ¿De qué temperatura se trata en la escala Celsius?

Rta:

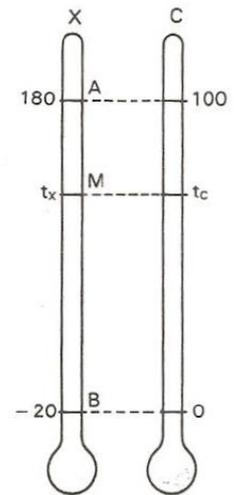
$39,7^{\circ}\text{C}$

12.2. Los valores atribuidos a las temperaturas de referencia de las escalas termométricas son totalmente arbitrarios. Suponga entonces que una persona haya construido una escala X en la cual la temperatura del hielo fundente correspondía al valor -20 [$^{\circ}\text{X}$] y la temperatura del agua en ebullición al valor 180 [$^{\circ}\text{X}$].

a) ¿Cuántos grados X hay en el intervalo AB, mostrado en la figura?

b) Considerando una temperatura t_x cualquiera, ¿Cuántos grados X hay en el intervalo MB?

c) ¿Qué temperatura t_x corresponde a 60°C ?



12.3. ¿Qué temperatura tiene el mismo valor numérico en la escala Celsius y Fahrenheit?

Rta:

-40 [$^{\circ}\text{C}$].

12.4. En una escala de temperatura desconocida [S], el punto de fusión del agua a presión atmosférica normal es -15 [$^{\circ}\text{S}$], y el punto de ebullición de la misma es 60 [$^{\circ}\text{S}$].

a) Obtener la ecuación lineal entre la escala S y la escala Celsius.

b) Obtener la ecuación lineal entre la escala S y la escala Fahrenheit.

Rta:

a) $^{\circ}\text{S} = 0,75^{\circ}\text{C} - 15$.

b) $^{\circ}\text{S} = 0,4167^{\circ}\text{F} - 28,3$.

12.5. Usando un termómetro de gas a volumen constante se encontró que la presión absoluta de dicho gas en el punto triple del agua era de 48 [kPa], y en el punto de ebullición normal del agua, 65 [kPa].

a) Suponiendo que la presión varía linealmente con la temperatura; encuentre la temperatura en [$^{\circ}\text{C}$] en la que la presión del gas sería cero.

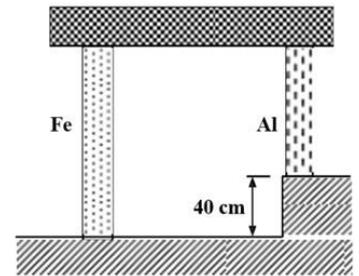
b) ¿El gas de este termómetro obedece la relación $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}$ (ecuación del termómetro a volumen constante)? Si así fuera y la presión a 100 [$^{\circ}\text{C}$] fuera de 65 [kPa] ¿Qué presión se hubiera medido a $0,01$ [$^{\circ}\text{C}$]?

Rta:

a) $T = -282$ [$^{\circ}\text{C}$]

b) No, $P_{T=0,01^{\circ}\text{C}} = 4,76 \times 10^4$ [Pa]

12.6. La plataforma de la figura es horizontal y está apoyada en 2 columnas; una de Aluminio y otra de Hierro. Determine las longitudes de las barras para que la plataforma permanezca horizontal a cualquier temperatura, sabiendo que $\alpha_{Fe} = 12 \times 10^{-6} [^{\circ}C]^{-1}$ y el $\alpha_{Al} = 24 \times 10^{-6} [^{\circ}C]^{-1}$.



Rta:

$$L_{Al} = 0,4 [m]; L_{Fe} = 0,8 [m].$$

12.7. Una barra de acero y una polea de aluminio están a $20 [^{\circ}C]$. La barra tiene un diámetro de $3,000 [cm]$ y el diámetro interno de la polea es de $2,994 [cm]$. Ambos se calientan, ¿a qué temperatura mínima la barra podrá ser introducida en la polea?

12.8. A una temperatura de $20 [^{\circ}C]$, el volumen de un determinado frasco de vidrio, hasta una marca de referencia hecha en su cuello, es exactamente de $100 [cm^3]$. Se llena el frasco hasta ese punto con un líquido cuyo coeficiente de dilatación volumétrica es $120 \times 10^{-5} [^{\circ}C]^{-1}$, el frasco y el líquido están a $20 [^{\circ}C]$. El coeficiente de dilatación lineal del vidrio es $8 \times 10^{-6} [^{\circ}C]^{-1}$. La sección transversal del cuello es de $1 [mm^2]$ y puede considerarse constante ¿Cuánto ascenderá o descenderá el líquido en el cuello cuando la temperatura llegue a $40 [^{\circ}C]$?

Rta:

$$\Delta h = 2,352 [m].$$

12.9. Se sumerge una resistencia eléctrica en un líquido y se disipa energía eléctrica durante $100 [s]$ a un ritmo constante de $50 [W]$. La masa del líquido es de $530 [g]$ y su temperatura aumenta desde $17,64 [^{\circ}C]$ hasta $20,77 [^{\circ}C]$.

a) Determinar la capacidad calorífica específica media del líquido suponiendo que no hay intercambio de calor con el entorno y que la masa de la resistencia es despreciable.

b) Ahora, con el líquido anterior se coloca un cuerpo de masa $10 [g]$ y se vuelve a disipar $50 [W]$ en la resistencia, determinar la capacidad calorífica específica media del cuerpo, sabiendo que las temperaturas iniciales y finales son las que figuran a continuación:

Elemento	Temperatura inicial [$^{\circ}C$]	Temperatura final [$^{\circ}C$]
Líquido	17,64	19,87
Cuerpo	16,84	19,87

Rta:

$$a) C_m = 3014 \left[\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \right]$$

$$b) C_m = 47450 \left[\frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C} \right]$$

12.10. Un recipiente de aluminio de $500 [g]$ de masa contiene $117,5 [g]$ de agua a $20 [^{\circ}C]$. Se deja caer dentro del recipiente un bloque de hierro de $200 [g]$ de masa a $75 [^{\circ}C]$. Calcular la temperatura final del conjunto, suponiendo que no hay intercambio de calor con el entorno. Considerar $C_{Al} = 0,217 \left[\frac{kcal}{kg} \cdot ^{\circ}C \right]$ $C_{Fe} = 0,113 \left[\frac{kcal}{kg} \cdot ^{\circ}C \right]$.

Rta:

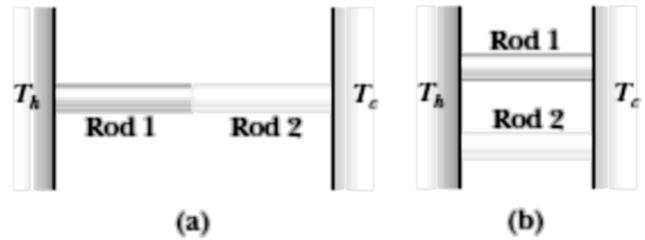
$$T_f = 25 [^{\circ}C]$$

12.11. Dadas dos varillas de la misma longitud y diámetro, pero de materiales diferentes. Las varillas se utilizan para conectar dos regiones de diferente temperatura de manera que la energía

se transfiere a través de las varillas por conducción. Las varillas se pueden conectar en serie o en paralelo como se observa en la figura.

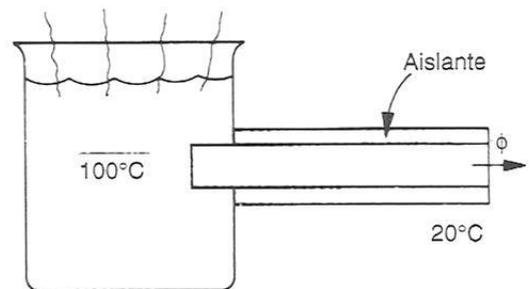
En cuál instalación es mayor la potencia calórica conducida

- ¿cuándo las varillas están en serie?
- ¿cuándo las varillas están en paralelo?, o
- ¿la tasa es la misma en ambos casos?



12.12. Una barra de aluminio de longitud $L = 80$ [cm] y de sección recta $A = 200$ [cm²], tiene uno de los extremos introducido en un recipiente con agua hirviendo. El otro extremo de la barra está en el aire a 20 [°C] de temperatura.

- Determine el flujo de calor que transfiere la barra al ambiente.
- ¿Cuál es en watts la potencia térmica entregada por la barra al aire?
- Suponiendo que la situación descrita en a) se sostenga invariable durante 10 minutos, calcule en calorías, la cantidad total de calor transferido al aire durante este tiempo



12.13. El casco de acero de un barco mide $6,0$ [mm] de espesor y su área que está sumergida mide 120 [m²]. La temperatura del agua es de 26 [°C] y la del interior del barco es de 20 [°C]. Determine, en calorías, la cantidad de calor que se transfiere del agua al interior del barco, durante 1 [h].

12.14. Una pequeña esfera maciza y ennegrecida de cobre, de radio 2 [cm], se coloca en el interior de una cavidad en la que se ha hecho el vacío, y cuyas paredes se mantienen a 100 [°C]. ¿A qué ritmo ha de suministrarse energía a la esfera para mantener su temperatura constante e igual a 127 [°C]?

Rta:

$$dU/dt = 1,78 \text{ [W]}.$$

12.15. Se realiza una investigación con el fin de disminuir la pérdida de calor de un tanque de agua caliente recubriéndolo con pintura de aluminio. El tanque tiene un diámetro de $0,5$ m y una altura de 1 m, y está ubicado en un espacio grande que forma efectivamente inmediateces negras. Se supondrá una temperatura superficial del tanque de 80 °C y una temperatura ambiente de 25 °C.

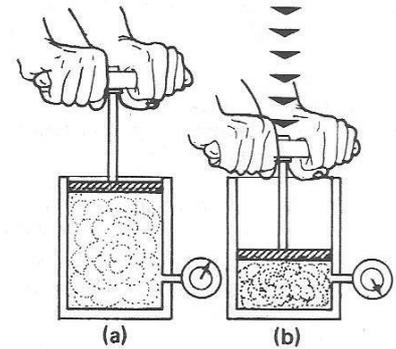
- Si la superficie del tanque es de cobre oxidado con una emisividad de $0,8$ determine el flujo de calor por radiación a través de esta superficie.
- Si efectivamente se lo recubre con pintura de aluminio, $e = 0,3$; determine la disminución de la pérdida de calor.

Rta:

- $\frac{dQ}{dt} = 0,68 \text{ kW}$
- $\frac{dQ}{dt} = 0,43 \text{ kW}$

12.16. Un recipiente que contiene O_2 está provisto de un pistón que permite variar la presión y el volumen del gas. Observamos que cuando el gas está sometido a una presión $p_1 = 2$ [atm], ocupa un volumen de 20 [l]. El gas se comprime lentamente, de modo que su temperatura no cambia (transformación isotérmica), hasta que la presión alcance el valor de $p_2 = 10$ [atm].

- ¿Cuál es el volumen del oxígeno en este nuevo estado?
- Suponiendo que la densidad del O_2 en el estado inicial sea de $1,2 \left[\frac{g}{l} \right]$, ¿cuál será su densidad en el estado final?



12.17. N moles de un gas ideal monoatómico se encuentran contenidos en un recipiente de volumen v_0 , a la presión p_0 y temperatura T_0 (estado A del gas). Luego, el gas es sometido a las siguientes transformaciones sucesivas:

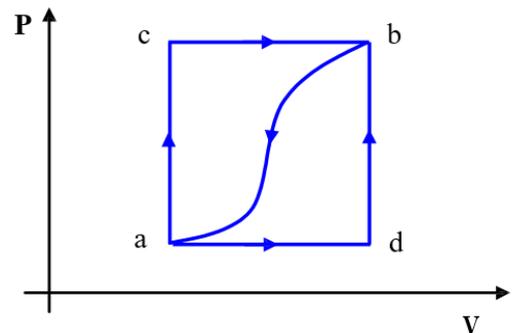
- El gas es enfriado hasta una temperatura $\frac{2}{3}T_0$, manteniendo el volumen constante, alcanzando el estado B.
- Posteriormente, a partir del estado B, se triplica el volumen del gas manteniendo la presión constante, llevando al gas al estado C.
- Luego, se incrementa la presión del gas, manteniendo el volumen constante, hasta obtener la presión inicial p_0 , situación correspondiente al estado D.
- Finalmente, se reduce el volumen que ocupa el gas, manteniendo la presión constante, hasta reproducir el volumen inicial, dejando al gas en el estado E.

- Graficar en un diagrama $P \times V$ los procesos a los cuales ha sido sometido el gas.
- Determinar los valores de Presión, Volumen y Temperatura para cada uno de los estados descriptos como A, B, C, D y E.

12.18. a) Cuando un sistema se lleva del estado “a” al “b” por la trayectoria **acb**, 90J de calor entran en el sistema y éste efectúa 60 [J] de trabajo. ¿Cuánto calor entra en el sistema por la trayectoria **adb** si el trabajo efectuado por el sistema es de 15 [J]?

b) Cuando el sistema regresa de “b” a “a” siguiendo la trayectoria curva, el valor absoluto del trabajo efectuado por el sistema es de 35 [J]. ¿El sistema desprende o absorbe calor? ¿Cuánto?

c) Si $U_a = 0$ [J] y $U_d = 8$ [J], ¿Cuánto calor se absorbe en los procesos “ad” y “db”?

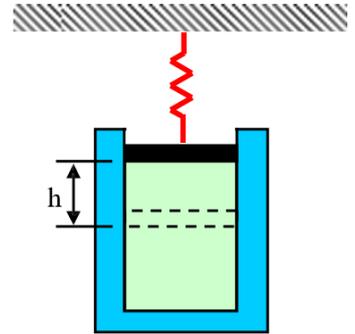


Rta:

- $Q_{adb} = 45$ [J].
- $Q_{ba} = 65$ [J].
- $Q_{ad} = 23$ [J], $Q_{db} = 22$ [J].

12.19. Un cilindro está cerrado por un émbolo conectado a un resorte cuya constante elástica es $k = 2 \times 10^3$ [N/m]. Con el resorte relajado, el cilindro se llena con 5 [l] de gas a una presión de 1 [atm] y a una temperatura de 20 [°C]. Si el émbolo tiene un área de 0,01 [m²] y masa despreciable:

- ¿Cuánto subirá cuando la temperatura se eleva a 250 [°C]?
- ¿Cuál es la presión del gas a esa temperatura?
- ¿Cuánto vale el trabajo realizado por el gas?
- ¿Cuánto calor absorbió el gas si su $\gamma = 1,4$?



Rta:

- H = 16,8 [cm]
- p = 1,334 [atm]
- W = 28,49 [J]
- Q = 1022,72 [J]

12.20. Una bomba de aire tiene un cilindro de 0,25 [m] de longitud, provisto de un pistón móvil. La bomba se utiliza para comprimir aire de la atmósfera ($P_{\text{abs}} = 1$ [atm]) e introducirlo en un tanque muy grande cuya presión manométrica es de $4,2 \times 10^5$ [Pa]. (C_v aire = 20,8 [J/molK])

a) El pistón inicia la carrera de compresión en el extremo abierto del cilindro. ¿Qué distancia se ha movido el pistón en el cilindro cuando comienza a fluir aire del cilindro al tanque? Suponga que la compresión es adiabática.

b) Si el aire se introduce en la bomba a 27 [°C] ¿Qué temperatura tendrá una vez comprimido?

c) ¿Cuánto trabajo efectúa la bomba al introducir 20 moles de aire en el tanque?

Rta:

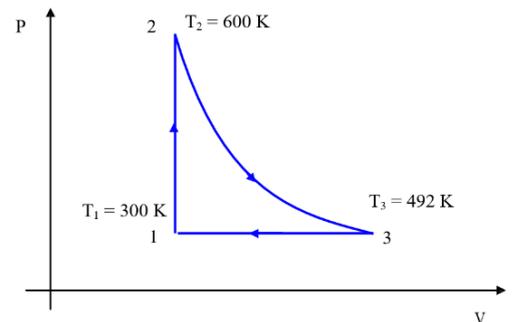
- h = 0,173 [m].
- T = 206 [°C].
- W = $7,46 \times 10^4$ [J].

12.21. Una máquina de calor somete 0,35 [mol] de un gas diatómico con comportamiento ideal al ciclo que se muestra en el diagrama pV. El proceso 1→2 es a $V = \text{constante}$, 2→3 es adiabático, 3→1 es a $p = \text{constante}$ e igual a 1 [atm]. Para este gas $\gamma = 1,4$

a) Calcule la presión y el volumen en los puntos 1, 2 y 3.

b) Calcule Q, W y ΔU para cada proceso.

c) Calcule el W_{neto} efectuado por el gas en el ciclo.



Rta:

- $p_1 = 1$ [atm], $p_2 = 2$ [atm], $V_1 = 8,62 \times 10^{-3}$ [m³], $V_3 = 1,41 \times 10^{-2}$ [m³],
- 1→2: Q = 2183 [J], W = 0 [J], $\Delta U = 2183$ [J],
 2→3: Q = 0 [J], W = 786 [J], $\Delta U = -786$ [J],
 3→1: Q = -1960 [J], W = -559 [J], $\Delta U = -1400$ [J]
- $W_{\text{neto}} = 227$ [J].