

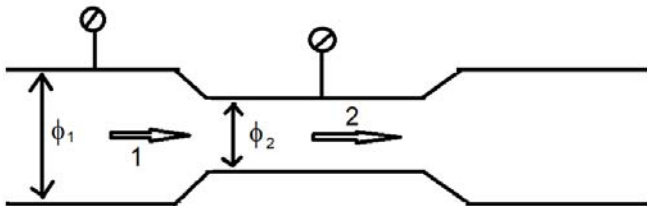
1. En un conjunto vertical cilindro-émbolo se tienen 0.25 [kg] de un fluido compresible. Inicialmente, un resorte ideal ($K = 9\,000 \frac{N}{m}$) no ejerce fuerza alguna sobre el émbolo. Posteriormente, el gas es calentado y el émbolo se desplaza 6 [cm] hasta ser frenado por un conjunto de topes. En ese instante, se detiene la transmisión de calor y el cambio en la energía interna es de 250 $\frac{J}{g}$. Considerando que $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$ y que el émbolo es de 10 [kg] y tiene 10 [cm] de diámetro, calcule la transmisión de calor y su dirección.

$${}_1Q_2 = 77.40 [kJ]$$

2. Se expanden 1.8 [kg] de una sustancia compresible dentro de un aparato cilindro-pistón desde un estado inicial de 40 [bar], $u_1 = 2\,726.2 \frac{kJ}{kg}$ y $v_1 = 0.05887 \frac{m^3}{kg}$; hasta 30 [bar] y $u_2 = 2\,603.2 \frac{kJ}{kg}$. Durante el proceso, el volumen varía con la presión según $V = \frac{c}{p^{1/2}}$, donde c es una constante. Calcule el calor involucrado en el proceso, en [kJ].

$$Q = -164.6 [kJ]$$

3. En un tubo de Venturi como que se muestra en la figura.



Se tiene un flujo de agua cuya densidad es $997 \frac{kg}{m^3}$. En la entrada se conecta un manómetro que registra 1.47 [kPa] y en la garganta se tiene un vacuómetro que registra 0.49 [kPa]. Si el diámetro de entrada es 3 [cm] y el diámetro en la garganta es 1 [cm], obtenga la rapidez en la entrada.

$$\bar{V}_e = 0.219 \frac{m}{s}$$

4. Determine el gasto másico de una turbina adiabática que genera 5 [kW] que opera con agua a la entrada con 200 [kPa], 150 [°C], $0.95986 \frac{m^3}{kg}$, $2577.1 \frac{kJ}{kg}$ de energía interna específica y $40 \frac{m}{s}$; a la salida presenta $25 \frac{m}{s}$ y una entalpía específica de $2\,684.9 \frac{kJ}{kg}$, considere que la entrada y la salida están al mismo nivel.

$$\dot{m} = 0.0591 \frac{kg}{s}$$

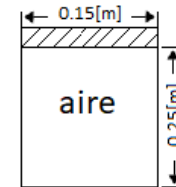
5. Se tiene un recipiente cerrado al nivel del mar (101.325 [kPa]) que contiene una masa de hielo de 50 [g] de agua a 0 [°C] y una masa de vapor de agua de 50 [g] a 100 [°C]. Debido a que se requiere que la mezcla llegue a una temperatura de equilibrio de 55 [°C], se le instala un serpentín que se puede usar para calentar o enfriar la mezcla. Considerando que $c_{agua} = 1 \frac{cal}{g \cdot K}$, $\lambda_{fusión} = 79.7 \frac{cal}{g}$ y $\lambda_{eb} = 531 \frac{cal}{g}$, determine para la mezcla, la cantidad de energía en forma de calor que se le tiene que suministrar o retirar con el serpentín.

$$Q = -22\,065 [cal] \quad \therefore \text{Se requiere enfriar la mezcla}$$

6. 100 [g] de hielo a 0 [°C] se colocan en un calorímetro que contiene 200 [g] de agua a 49 [°C]. Después de un tiempo, el equilibrio se alcanza a 6 [°C]. Calcule, en $\frac{kJ}{kg}$, el valor experimental de la entalpía de fusión del hielo. Desprecie la masa del calorímetro y considere que $c_{líquido} = 4.186 \frac{kJ}{kg \cdot K}$, $c_{hielo} = 2.22 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ y $P_{atm} = 101.325 [kPa]$.

$$h_{fus} = 334.8 \frac{kJ}{kg}$$

7. En un sistema cilindro-émbolo se tiene aire a 101 [kPa]. Inicialmente, el émbolo, de diámetro 0.15 [m] se encuentra a 0.25 [m] como se muestra en la figura.



Si el émbolo desciende según $PV^{1.2} = cte$ hasta que el volumen final es $\frac{1}{5}$ del volumen inicial, calcule el trabajo realizado en el proceso.

$$W = 0.8468 [kJ]$$

8. Haciendo uso de una bomba, se extrae petróleo ($\delta = 0.85$) de un pozo a 600 [m] de profundidad. A la entrada de la bomba se tiene un tubo de 5 [cm] de diámetro, con una presión de 4 [bar]. La descarga es a través de un tubo de 15 [cm] de diámetro, a 1 [atm]. El gasto volumétrico es de 20 $\left[\frac{m^3}{h}\right]$. Considerando que $g = 9.8 \left[\frac{m}{s^2}\right]$, determine la potencia de la bomba y las rapidezces a la entrada y a la salida.

$$\dot{W} = 26\,107 \text{ [W]}$$

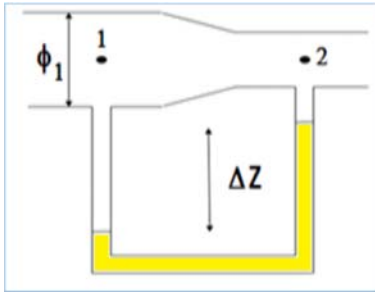
$$\bar{v}_e = 2.829 \left[\frac{m}{s}\right]$$

$$\bar{v}_s = 0.314 \left[\frac{m}{s}\right]$$

9. En un calorímetro de cobre de 200 [g], se tienen 300 [g] de agua a 30 [°C]. Posteriormente, se agregan 100 [g] de hielo a 0 [°C] y un pedazo de aluminio de 30 [g] a 120 [°C]. Después de un largo rato, la temperatura de equilibrio es de 278.2 [K]. Determine la capacidad térmica específica del aluminio. Considere que para el agua: $h_{fus} = 333.7 \text{ [kJ/kg]}$, $c_{agua} = 4.186 \left[\frac{J}{g \cdot ^\circ C}\right]$ y para el cobre $c_{Cu} = 0.393 \left[\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}\right]$.

$$c_{Al} = 0.635 \left[\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}\right]$$

10. En el laboratorio de termodinámica de CU, se tiene una tubería con una reducción, como se muestra en la figura.



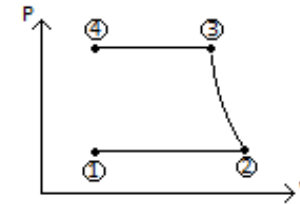
Dicha tubería tiene instalado un manómetro diferencial de mercurio ($\rho_{Hg} = 13\,600 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$) con una diferencia de altura (Δz) de 1.6 [cm]. Se sabe que el diámetro en la sección 1 (entrada) de la tubería es de 2.5 [cm] y el gasto másico del agua es de 0.108 $\left[\frac{kg}{s}\right]$. Determine la rapidez del fluido en la sección 2 (salida) de la tubería. Considere para el fluido $v = 0.001 \left[\frac{m^3}{kg}\right]$.

$$\bar{v}_2 = 1.997 \left[\frac{m}{s}\right]$$

11. Un calorímetro de cobre ($c = 0.093 \left[\frac{cal}{g \cdot ^\circ C}\right]$) de 120 [g] contiene 800 [g] de un aceite lubricante de capacidad térmica específica 0.60 $\left[\frac{cal}{g \cdot ^\circ C}\right]$. Al fluido se le agita con un mecanismo de paletas rotativas a las que se aplica un torque de 15 [N · m]. La temperatura del sistema se eleva en 7 [°C] al cabo de 200 vueltas. Determine el valor del equivalente mecánico del calor.

$$j = 5.4826 \left[\frac{J}{cal}\right]$$

12. En un proceso isobárico a la presión atmosférica de la CDMX, un compresor de oxígeno utilizado para llenar un tanque recibe 100 $\left[\frac{g}{s}\right]$ de oxígeno desde un volumen $V_1 = 78 \text{ [cm}^3\text{]}$ hasta $V_2 = 1\,480 \text{ [cm}^3\text{]}$; después se comprime el aire con un proceso $PV^{1.25} = cte.$ hasta una presión $P_3 = 4 \text{ [bar]}$, descargando el oxígeno a presión constante hasta el volumen inicial como se muestra en la figura.



Determine el trabajo total desarrollado por el compresor. Considere que la presión en la Ciudad de México es 78 [kPa].

$${}_1W_4 = 197.684 \text{ [J]}$$

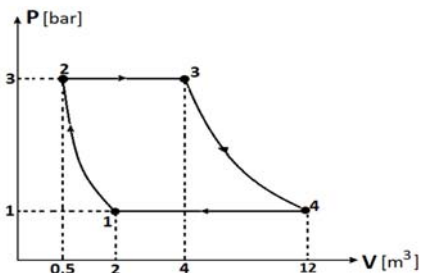
13. En un recipiente aislado, donde hay una resistencia de inmersión de 1 500 [W] se introducen 5 [kg] de agua, con una temperatura inicial de 20 [°C]. Determine el tiempo de operación de la resistencia para que se evapore el 80 [%] de la masa de agua. Considere $P_{amb} = 101.325 \text{ [kPa]}$ y $h_{vap} = 2\,256 \left[\frac{kJ}{kg}\right]$

$$t = 1.98 \text{ [h]}$$

14. Una muestra de gas se expande al doble de su volumen inicial de 1 [m³] en un proceso donde la presión varía según $P = \frac{1}{2} \alpha V^2$, con $\alpha = 6 \left[\frac{atm}{m^6}\right]$. Calcule en [kJ] el trabajo realizado.

$${}_1W_2 = -709.275 \text{ [kJ]}$$

15. Un gas realiza un proceso cíclico, como se ilustra en el diagrama P - V .



Durante el proceso de 2 a 3, el gas recibe 250 [kJ] en forma de calor. El proceso de 3 a 4 ocurre según $PV = constante$. Durante el proceso de 4 a 1, el gas rechaza 100 [kJ] de calor. Determine el cambio en la energía interna del gas, en [kJ], para el proceso de 1 a 2.

$${}_1\Delta U_2 = -100 \text{ [kJ]}$$

16. En un equipo industrial de mezclado entra una corriente de agua a 100 [°C], $h = 420.205 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$ y $0.5 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$, donde se mezcla con una corriente de un fluido a 20 [°C], $h = 84.196 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$. Si se desea que la mezcla salga de la cámara a 50 [°C], $u = 210 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$ y $998 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$, determine el flujo másico de la corriente de agua que entra a 20 [°C]. El proceso se realiza isobáricamente a 123 [kPa] manométricos.

$$\dot{m}_2 = 0.8333 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

17. En un recipiente adiabático se mezclan 10 [kg] de agua a 60 [°C] con 2 [kg] de hielo a -20 [°C]. Sabiendo que $c_{\text{hielo}} = 0.55 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}\cdot\text{°C}} \right]$, $c_{\text{agua}} = 1 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}\cdot\text{°C}} \right]$, $\lambda_{\text{fus}} = 79.7 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$ y que $T_{\text{fus}} = 0 \text{ [°C]}$, determine la temperatura de equilibrio del sistema.

$$T_{\text{hielo}} = 34.88 \text{ [°C]}$$

18. A un intercambiador de calor ingresan $1.2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$ de agua a 80 [°C]. Si el agua pierde calor a razón de $200 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{s}} \right]$, determine la temperatura de salida del agua. Considere $c = 4.186 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{°C}} \right]$.

$$T_s = 40.18 \text{ [°C]}$$

19. En un equipo adiabático e isobárico que funciona en condiciones de flujo permanente y de estado estacionario, ingresan dos fluidos cuyos flujos másicos son \dot{m}_A y \dot{m}_B . A la salida, los flujos másicos de los fluidos son \dot{m}_C y \dot{m}_D . Si $\dot{m}_B = \dot{m}_C$, $\dot{m}_A = \dot{m}_D$ y $\dot{m}_A = 320 \left[\frac{\text{g}}{\text{s}} \right]$, calcule el flujo \dot{m}_C en $\left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$. Considere los datos de la tabla mostrada.

Flujos	Entalpía específica (h) $\left[\frac{\text{J}}{\text{g}} \right]$
A	1 608
B	373
C	1 463
D	220

$$\dot{m}_C = 0.41 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

20. Una motobomba maneja $0.2 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$ de un aceite con densidad de $860 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$. Los diámetros de los tubos de succión y descarga son 10 [cm] y 14 [cm], respectivamente. Si se registra que la presión del aceite presenta un incremento de 600 [kPa] provocada por el impulsor de la bomba, calcule la potencia de la bomba.

$$\dot{W} = 78.76 \text{ [kW]}$$

21. Una bomba se utiliza para bombear aceite cuya densidad es $790 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ y éste fluye con un gasto volumétrico de $0.28 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$. Los diámetros de entrada y salida de la tubería son de 15 y 9 [cm], respectivamente. Si el aumento de presión ($P_{\text{salida}} - P_{\text{entrada}}$) en la bomba es de 400 [kPa], determine la potencia hidráulica de la bomba. Considere que la diferencia de alturas entre la entrada y la salida de la bomba es despreciable y que el proceso es isotérmico ($\text{temperatura a la entrada} = \text{temperatura a la salida}$).

$$\dot{W}_{\text{hidráulica}} = 322\,895.29 \left[\frac{\text{J}}{\text{s}} \right]$$

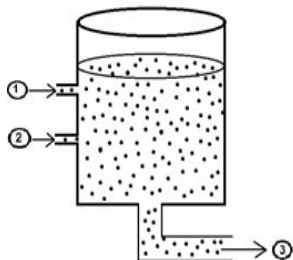
22. En un cilindro con émbolo sin fricción hay 1.3 [kg] de una sustancia simple compresible (un gas) que pasa desde 85 [dm³] y 345 [kPa] hasta 1380 [kPa], según un proceso que se modela de acuerdo con la ecuación $PV = cte$. Sabiendo que la energía interna del fluido aumenta durante el proceso en 23 [kJ], calcule el calor y su dirección.

$$Q = -17.653 \text{ [kJ]}$$

23. En un calorímetro de paredes adiabáticas se mezclan 45 [g] de vapor de agua en su punto de ebullición con 550 [g] de hielo en su punto de fusión, el experimento se realiza al nivel del mar. Si la entalpía de fusión del agua es $79.7 \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}} \right]$ y la entalpía de evaporación es $531 \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}} \right]$, determine la cantidad de agua que permanece en fase líquida en el equilibrio térmico.

$$m_{H_2O} = 401.27 \text{ [g]}$$

24. Entra agua en un tanque cilíndrico a través de dos entradas y sale a través de una sola salida, como se ilustra en la figura.



Las condiciones de las dos entradas y de la salida son:

$$\text{Estado 1 : } \bar{v}_1 = 5 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], A_1 = 50 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\text{Estado 2 : } \bar{v}_2 = 310 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right], A_2 = 0.011 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Estado 3 : } \bar{v}_3 = 7 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], D_3 = 20 \text{ [cm]}$$

Determine el flujo másico en las dos entradas y en la salida del sistema. Considere que: $\gamma_{\text{agua}} = 9780 \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right]$ y $g = 9.78 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$.

$$\dot{m}_1 = 25 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$\dot{m}_2 = 56.8333 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$\dot{m}_3 = 219.9114 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

25. En un sistema cerrado se expande sin fricción cierta cantidad de metano (CH_4). El proceso anterior cumple con la relación $PV^{1.281} = c$, donde c es una constante. Si las condiciones iniciales son: 275 [kPa], 100 [°C] y 0.06 [m³], calcule el trabajo realizado en [kJ] si el volumen final es 0.12 [m³].

$$W = -10.392 \text{ [kJ]}$$

26. Un dispositivo cilindro-émbolo, vertical y sin fricción contiene nitrógeno, la masa del émbolo es 150 [kg]. Una resistencia eléctrica colocada en el interior del cilindro recibe una corriente de 2 [A] de una batería de 6 [V] durante un intervalo de 2 [min], en este intervalo de tiempo una rueda de paletas realiza un trabajo sobre el gas de 3560 [N · m]. El calor cedido por el gas al medio ambiente es 2.8 [kJ] y la variación de energía interna del gas es 3.2 [kJ]. Considerando que el radio del émbolo es de 3 [cm], $P_{\text{atm}} = 960 \text{ [mbar]}$ y $g = 9.8 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$, indique si el émbolo sube o baja y calcule la distancia recorrida por éste (el émbolo) en [cm].

$$d_r = 57.43 \text{ [cm]}$$

El émbolo baja

27. En un calorímetro de paredes adiabáticas se mezclan 45 [g] de vapor de agua en su punto de ebullición, 100 [g] de agua a 20 [°C] y 550 [g] de hielo en su punto de fusión. El experimento se realiza al nivel del mar (101.325 [kPa]). Si la capacidad térmica específica del agua es $C_{H_2O} = 1.0 \left[\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$; la entalpía de fusión del agua es $79.7 \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}} \right]$, y la entalpía de evaporación es $h_{fg} = 531 \left[\frac{\text{cal}}{\text{g}} \right]$, calcule la cantidad de agua en [g] en fase líquida, así como su temperatura en la situación de equilibrio térmico.

$$m_{H_2O} = 526.367 \text{ [g]}$$

$$T_{eq} = 0 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

28. En un tanque cilíndrico rígido se tiene 1 [kg] de refrigerante R-134a. Dentro del tanque se encuentra una rueda de paletas que suministra 0.12 [kW]. Después de 22 minutos de estar girando dicha rueda, se presenta una disipación de calor. Si la energía interna presenta una variación de 84 $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$. Calcule la cantidad de calor disipado.

$$Q = -74.4 \text{ [kJ]}$$

29. Un globo desinflado que está en un lugar cuya altura barométrica es 585 [mmHg] se infla con helio hasta que alcanza 10 [m] de diámetro. Si la presión del gas en el globo varía con el radio "r" según $P = 0.3 \left[\frac{\text{kPa}}{\text{m}^2} \right] r^2 \text{ [m}^2\text{]} + P_{\text{atm}} \text{ [kPa]}$, en donde r está en [m], y P en [kPa], calcule en [kJ], el trabajo del proceso de inflado. Considere $g = 9.78 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$ y $\rho_{Hg} = 13600 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$.

$$W = -43\,097.247 \text{ [kJ]}$$

30. Se lleva a cabo un proceso cuasiestático con una sustancia simple compresible, obteniéndose los datos que se presentan a continuación:

$v \left[\frac{m^3}{kg} \right]$	$P \text{ [kPa]}$
0.80	150
0.64	250

Si la relación entre la presión y el volumen es del tipo: $Pv^n = \text{constante}$, determine el trabajo involucrado en el proceso.

$$w = 31.027 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

31. Una bomba cuyo fluido de trabajo es aceite ($\rho = 860 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$) recibe, de un motor, 35 [kW] de potencia eléctrica para bombear $0.1 \left[\frac{m^3}{s} \right]$ de aceite. Los diámetros de succión y descarga son 8 [cm] y 12 [cm], respectivamente. Si se sabe que el aumento de presión del aceite por la bomba es $\Delta P = 400 \text{ [kPa]}$ y que es despreciable la variación de energía potencial gravitatoria debida a la diferencia de alturas entre el punto de succión y el de descarga, determine:

- La rapidez en el punto de succión y en el de descarga de la bomba.
- La eficiencia de la bomba.

$$\begin{aligned} \text{a) } \bar{v}_s &= 19.894 \left[\frac{m}{s} \right] ; \quad \bar{v}_d = 8.842 \left[\frac{m}{s} \right] \\ \text{b) } \eta &= 0.7527 \end{aligned}$$

32. Una esfera elástica de 70.3 [cm] de diámetro contiene un gas a 200 [kPa]. Cuando se le suministra energía en forma de calor la esfera se dilata hasta un diámetro de 87 [cm], durante este proceso la presión es directamente proporcional al diámetro de la esfera. Calcular el trabajo realizado por el gas.

$$W = -36.7176 \times 10^3 \text{ [J]}$$

33. Se comprimen casiestáticamente 70 [g] de nitrógeno gaseoso, desde 110 [kPa] y $1.4 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ de acuerdo con la ecuación $PV = c$. Durante el proceso, se disipan 4.8 [kJ] en forma de calor. Calcule, en $[m^3]$, el volumen final del nitrógeno si no debe presentarse cambio en su energía interna.

$$V_2 = 0.02089 \text{ [m}^3\text{]}$$

34. A un difusor entran $1.4 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$ de aire a 15 [°C] con una velocidad de $220 \left[\frac{m}{s} \right]$, entalpía de 286 $\left[\frac{kJ}{kg} \right]$, el área de entrada es de 0.42 [m²]. El aire sale con una velocidad que es muy pequeña respecto a la de entrada ($V \approx 0$). Calcule el flujo másico y la entalpía de salida en $\left[\frac{kJ}{kg} \right]$.

$$\begin{aligned} \dot{m} &= 66 \left[\frac{kg}{s} \right] \\ h_2 &= 310.2 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \end{aligned}$$

35. Al inicio de la carrera de compresión de uno de los dos cilindros de una máquina de combustión, el aire se encuentra a 100 [kPa]. La compresión reduce el volumen en 1/5 del volumen original según $PV^{1.2} = \text{constante}$. Si el diámetro y carrera de cada cilindro es 0.15 [m] y 0.25 [m] respectivamente, calcule la potencia absorbida en [kW] por las carreras de compresión cuando la máquina trabaja a 500 $\left[\frac{rev}{min} \right]$.

$$\dot{W}_T = 14.11 \text{ [kW]}$$