

_____ Guía de Trabajo

Termodinámica

Guía de Trabajo

Termodinámica

Código: ASUC00887

Primera edición digital

Huancayo, 2022

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe
<http://www.continental.edu.pe/>

Cuidado de edición

Fondo Editorial

Diseño y diagramación

Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

Índice

Práctica 1: Introducción y definiciones básicas	5
Práctica 2: Propiedades importantes PVT	10
Práctica 3: Sustancia pura (agua y refrigerantes)	16
Práctica 4: Aire y gases ideales	22
Práctica 5: Primera ley de la termodinámica (sistemas cerrados)	26
Práctica 6: Primera ley de la termodinámica (sistemas abiertos)	33
Práctica 7: Segunda ley de la termodinámica	38
Práctica 8: Entropía y cambios de entropía en sólidos, líquidos y gases	42
Práctica 9: Ciclo Carnot	48
Práctica 10: Ciclo Otto	52
Práctica 11: Ciclo Diesel	54
Práctica 12: Ciclo Joule Brayton	56
Práctica 13: Ciclo Rankine	59
Práctica 14: Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	62
Práctica 15: Mezcla de gases ideales y reales	64
Modelo de evaluación final asignatura	66

Práctica 1

Introducción y definiciones básicas

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Se le solicita a usted hacer el análisis metabólico (de energía) de una persona. ¿Cómo definiría usted el sistema para estos fines? ¿Qué tipo de sistema es?
2. Está usted tratando de comprender cómo funciona un compresor alternativo (de cilindro-émbolo) de aire. ¿Qué sistema usaría usted? ¿Qué tipo de sistema es?
3. ¿Cómo podría usted definir un sistema para estudiar el agotamiento de ozono en las capas superiores de la atmósfera terrestre?
4. ¿Cuál es la diferencia entre propiedades intensivas y extensivas?
5. ¿El peso de un sistema es una propiedad extensiva o intensiva?
6. El volumen específico molar de un sistema V_m se define como la relación del volumen del sistema con respecto al número de moles de una sustancia contenidos en el sistema. ¿Esta es una propiedad extensiva o intensiva?
7. ¿Para que un sistema esté en equilibrio termodinámico deben ser iguales la presión y la temperatura en todos sus puntos?
8. ¿Qué es un proceso de cuasi equilibrio? ¿Cuál es su importancia en ingeniería?

9. Defina los procesos isotérmico, isobárico e isocórico.
10. ¿Cuál es el postulado de estado?
11. ¿Cómo describiría usted el estado del agua en una bañera? ¿Cómo describiría usted el proceso que sufre esta agua al enfriarse?
12. Al analizar la aceleración de gases al fluir por una boquilla, qué elegiría como sistema. ¿Qué tipo de sistema es este?
13. ¿Qué es un proceso de flujo estacionario?
14. Clasifique cada propiedad como extensiva (E) o intensiva (e): a) temperatura, b) masa, c) densidad, d) presión e) coeficiente de dilatación térmica, f) volumen
 - a) EEEEEEE
 - b) eeeeeee
 - c) EeEeEe
 - d) eEeEeE
 - e) eEeeeE
15. ¿Cuántos son sistemas termodinámicos abiertos?
 - I. Café en un termo de alta calidad.
 - II. Gasolina en el depósito de un coche en marcha.
 - III. Mercurio en un termómetro.
 - IV. Una planta en un invernadero.
 - V. El cuerpo humano.
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5

16. Un recipiente de 398 N de peso y 3 metros cúbicos de capacidad, contiene 3.51 kg de aire a 25 °C y a 1 bar, cuántas de las propiedades mencionadas son intensivas.
- a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5
17. Indique cuáles de las afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas.
- Un sistema abierto puede ser aislado
 - Estrictamente hablando solo el universo puede ser un sistema aislado.
 - Un sistema adiabático es necesariamente aislado
- a) VV
 - b) FFF
 - c) VFV
 - d) FVF
 - e) FFV
18. Con respecto a estados termodinámicos, se puede decir que:
- Solo están determinados en sistemas en equilibrio
 - Se pueden representar gráficamente solo en sistemas en equilibrio termodinámico.
 - Se requiere de tres propiedades para determinarlos (presión, volumen y temperatura).
- a) VV
 - b) VFV
 - c) VVF
 - d) FVF
 - e) FFF

19. Con respecto al equilibrio de un sistema se puede decir:

- Equilibrio termodinámico es equivalente a equilibrio térmico.
 - Equilibrio termodinámico es equivalente a equilibrio mecánico.
 - Un sistema en equilibrio termodinámico no puede cambiar de estado.
- a) VVV
 - b) VVV
 - c) VVF
 - d) FVF
 - e) FFF

20. Las funciones de estado que no depende de la trayectoria son: Y la función de estado que si depende de la trayectoria es:

- a) Presión-temperatura
- b) Volumen-masa
- c) Temperatura-calor
- d) Volumen-trabajo
- e) c y d

21. Aquella propiedad extensiva que al ser dividido entre la masa son conocidos como:

- a) Función de estado
- b) Propiedades intensivas
- c) Propiedades específicas
- d) Propiedades relativas
- e) Ninguna es correcta

22. Complete el sentido correcto de la afirmación.

Capacidad de realizar cambios o de realizar trabajo es:
.....Y es conocido como la porción del universo
que se realiza para realizar un estudio

- a) potencia – proceso termodinámico
- b) calor – estado termodinámico
- c) energía – sistema termodinámico
- d) temperatura – sistema termodinámico
- e) energía – equilibrio termodinámico

23. De acuerdo con las leyes de la termodinámica son ciertos:

- La ley cero nos indica del equilibrio mecánico
 - La segunda ley afirma de la unidireccionalidad del flujo de calor
 - La primera ley afirma de la conservación de la energía
- a) VVV
 - b) VFV
 - c) VVF
 - d) FVF
 - e) FFF

Práctica 2

Propiedades importantes PVT

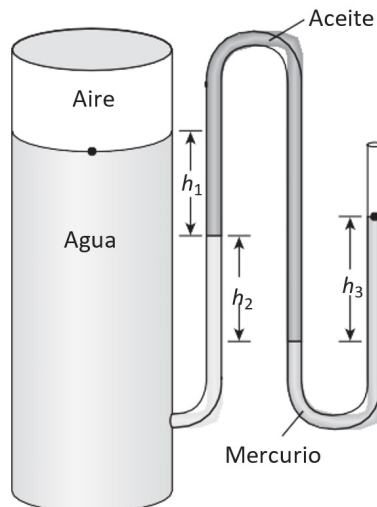
Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

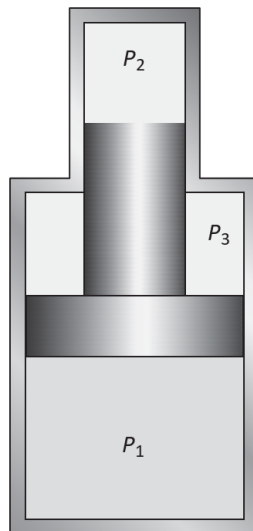
1. ¿Cuál es la ley cero de la termodinámica?
2. ¿Cuáles son las escalas ordinaria y absoluta de temperatura en el SI y en el sistema inglés?
3. Un termómetro de alcohol y uno de mercurio indican exactamente $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el punto de congelación y $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el punto de evaporación. La distancia entre los dos puntos se divide en 100 partes iguales, en ambos termómetros. ¿Cree usted que esos termómetros indicarán exactamente lo mismo a una temperatura de, por ejemplo, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$? Explique por qué.
4. La temperatura en el interior del organismo de una persona saludable es $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuánto es en kelvin?
5. ¿Cuál es la temperatura del aire calentado a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $^{\circ}\text{F}$ y en R ?
6. La temperatura de un sistema aumenta en $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un proceso de calentamiento. Expresar en kelvin ese aumento de temperatura.
7. El punto de ignición de un aceite de motor es $363\text{ }^{\circ}\text{F}$. ¿Cuál es la temperatura absoluta de punto de ignición en K y R ?
8. La temperatura del aire ambiente en cierta ubicación se mide como $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Expresar esta temperatura en unidades Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin (K) y Rankine (R).

9. La temperatura del agua cambia en $10\text{ }^{\circ}\text{F}$ durante un proceso. Exprese este cambio de temperatura en unidades Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Kelvin (K) y Rankine (R).
10. Los humanos se sienten más cómodos cuando la temperatura está entre $65\text{ }^{\circ}\text{F}$ y $75\text{ }^{\circ}\text{F}$. Exprese esos límites de temperatura en $^{\circ}\text{C}$. Convierta el tamaño del intervalo entre esas temperaturas ($10\text{ }^{\circ}\text{F}$) a K, $^{\circ}\text{C}$ y R. ¿Hay alguna diferencia si lo mide en unidades relativas o absolutas?
11. El agua en un recipiente está a presión, mediante aire comprimido, cuya presión se mide con un manómetro de varios líquidos, como se ve en la figura. Calcule la presión manométrica del aire en el recipiente si $h_1 = 0.2\text{ m}$, $h_2 = 0.3\text{ m}$ y $h_3 = 0.46\text{ m}$. Suponga que las densidades de agua, aceite y mercurio son $1\ 000\text{ kg/m}^3$, 850 kg/m^3 y $13\ 600\text{ kg/m}^3$, respectivamente.



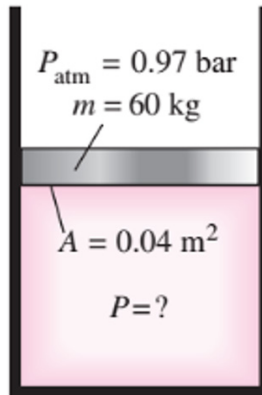
12. Calcule la presión atmosférica en un lugar donde la indicación del barómetro es 750 mm Hg . Suponga que la densidad del mercurio es $13\ 600\text{ kg/m}^3$.

13. La presión manométrica en un líquido, a 3 m de profundidad, es 42 kPa. Determine la presión manométrica en el mismo líquido a la profundidad de 9 m.
14. La presión absoluta en agua a 5 m de profundidad resulta ser 145 kPa. Determine a) la presión atmosférica local y b) la presión absoluta a 5 m de profundidad, en un líquido cuya gravedad específica sea 0.85, en el mismo lugar geográfico.
15. Demuestre que $1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.223 \text{ psi}$.
16. Los diámetros del émbolo que muestra la figura son $D_1 = 3$ pulgadas y $D_2 = 1.5$ pulgadas. Determine la presión, en psi, en la cámara, cuando las demás presiones son $P_1 = 150 \text{ psi}$ y $P_2 = 250 \text{ psi}$.

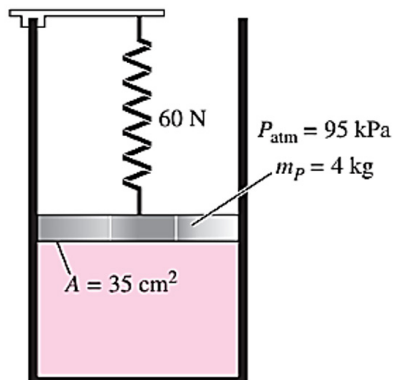


17. Los diámetros del émbolo en la figura anterior son $D_1 = 10 \text{ cm}$ y $D_2 = 4 \text{ cm}$. Cuando la presión en la cámara 2 es 2000 kPa y la presión en la cámara 3 es 700 kPa, ¿cuál es la presión en la cámara 1, en kPa? Respuesta: 908 kPa.

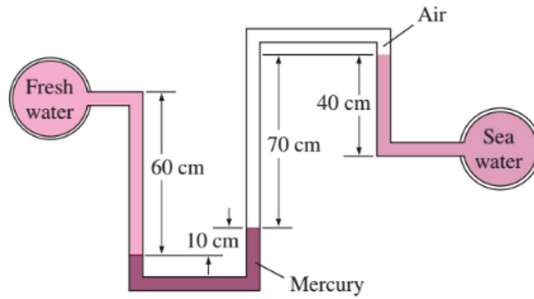
18. Determine la presión del gas en b.



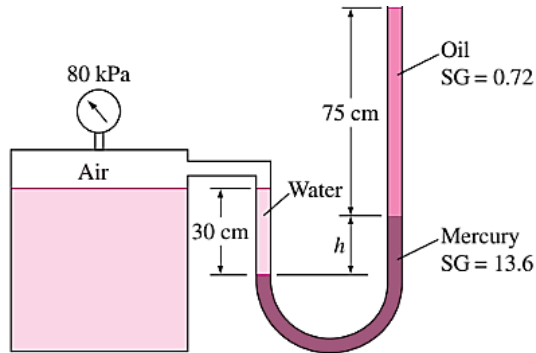
19. Un gas está contenido en un dispositivo de cilindro-pistón vertical, sin fricción. El pistón tiene una masa de 4 kg y un área de sección transversal de 35 cm². Un muelle comprimido por encima el pistón ejerce una fuerza de 60 N sobre el pistón. Si la presión atmosférica es de 95 kPa, determine la presión dentro del cilindro en kPa.



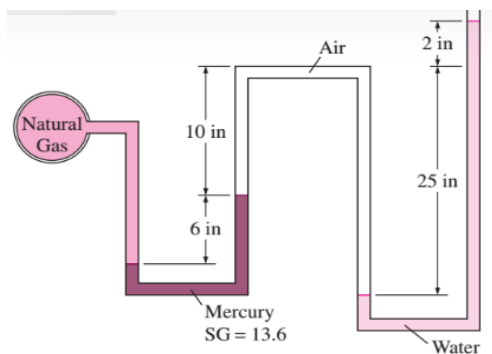
20. Agua dulce y salada fluyen en tuberías horizontales paralelas que están conectadas entre sí por un doble tubo en U, tal como se muestra en la figura. Determinar la diferencia de presión entre las dos tuberías. Tome la densidad del agua de mar 1035 kg / m³.



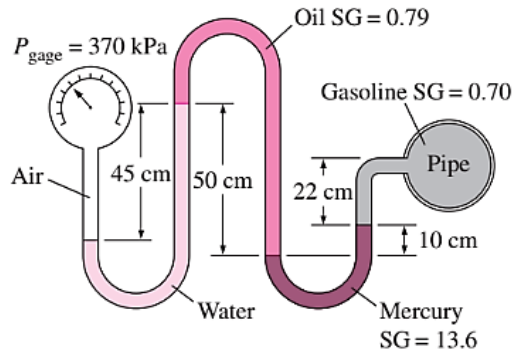
21. La presión relativa del aire en el depósito se muestra en la Figura se midió y resulta 80 kPa. Determinar el desnivel de altura h de la columna de mercurio.



22. La presión de una tubería de gas natural se mide por el manómetro que se muestra en la Fig. con uno de los brazos abierto a la atmósfera, donde la presión atmosférica local es 14,2 psi. Determinar la presión absoluta en la tubería.



23. Una línea de gasolina está conectado a un manómetro de presión a través de una doble U-manómetro, como se muestra en la Fig. si la lectura de la galga de presión es 370 kPa, determinar la presión manométrica de la línea de la gasolina.



24. Un líquido tiene una densidad de 0.7 kg/dm^3 determine su volumen específico.
- $1.428 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$
 - $1.800 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$
 - $2.428 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$
 - $2.800 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$
 - $1.428 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$
25. Un gas de 0.88 lb de masa se encuentra encerrado en un cilindro de radio de la base de 2 cm y de una altura de 10 cm. Determine su volumen específico.
26. Vapor de agua fluye en una tubería de 4 cm de diámetro a 6 kg/s con una velocidad de 2 m/s . Determine la densidad del vapor de agua.
27. Vapor de agua con una densidad de 0.0334 kg/m^3 fluye por una tubería a 0.5 m/s a razón de 2 kg/s . Determine el diámetro de la tubería.

Práctica 3

Sustancia pura (agua y refrigerantes)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.1. Completa la tabla para el H₂O

$T, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Descripción de fase
50		7.72	
	400		Vapor saturado
250	500		
110	350		

$T, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$h, \text{kJ/kg}$	x	Descripción de fase
	200		0.7	
140		1 800		
	950		0.0	
80	500			
	800	3 162.2		

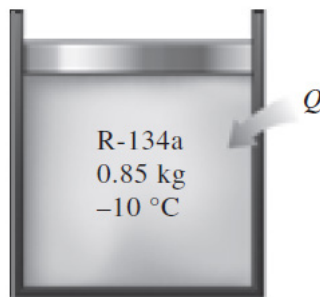
2. Completa la tabla para el refrigerante 134^a:

$T, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Descripción de fase
-12	320		
30		0.0065	
	550		Vapor saturado
60	600		

3. Completa la tabla para el H₂O

P , kPa	T , °C	v , m ³ /kg	h , kJ/kg	Descripción de la condición y calidad (si es aplicable)
200			2 706.3	
	130			0.650
	400		3 277.0	
800	30			
450	147.90			

4. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 0.85 kg de refrigerante 134^a, a -10 °C. El émbolo tiene movimiento libre y su masa es 12 kg, con diámetro de 25 cm. La presión atmosférica local es 88 kPa. Se transfiere calor al refrigerante 134^a hasta que su temperatura es 15 °C. Determine a) la presión final, b) el cambio de volumen del cilindro y c) el cambio de entalpía en el refrigerante 134^a.

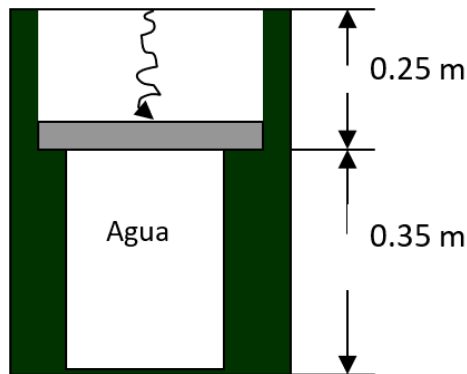


5. Un contenedor de 9 m³ se llena con 300 kg de refrigerante 134^a a 10 °C. ¿Cuál es la entalpía específica del refrigerante 134^a en el contenedor?
6. Fluye refrigerante 134^a a 200 kPa y 25 °C por una línea de refrigeración. Determine su volumen específico.
7. Diez kilogramos de refrigerante 134^a llenan un dispositivo cilindro-émbolo de peso conocido de 1.595 m³ a una temperatura de -26.4

- °C. El contenedor se calienta ahora hasta que la temperatura llega a 100 °C. Determine el volumen final del refrigerante 134^a.
8. Tres kilogramos de agua en un recipiente ejercen una presión de 100 kPa, y tienen 250 °C de temperatura. ¿Cuál es el volumen de este recipiente?
 9. Diez kilogramos de refrigerante 134^a, a 300 kPa, llenan un recipiente rígido cuyo volumen es de 14 L. Determine la temperatura y la entalpía total en el recipiente. Ahora se calienta el recipiente hasta que la presión es de 600 kPa. Determine la temperatura y la entalpía total del refrigerante cuando el calentamiento se termina.
 10. Cien (100) kilogramos de refrigerante 134^a a 200 kPa están en un dispositivo de cilindro-émbolo, cuyo volumen es 12.322 m³. A continuación se mueve el émbolo hasta que el volumen del recipiente es la mitad de su valor original. Esa compresión se hace de tal modo que la presión del refrigerante no cambia. Determine la temperatura final, y el cambio de energía interna total del refrigerante 134^a.
 11. Se calienta agua en un dispositivo de cilindro-émbolo vertical. La masa del émbolo es 20 kg, y su área transversal es 100 cm². La presión atmosférica local es 100 kPa. Determine la temperatura a la que comienza a hervir el agua.
 12. Un recipiente rígido de 1.8 m³ de volumen contiene 15 kg de un vapor húmedo de agua a 90 °C. Entonces, se calienta lentamente el agua. Determine la temperatura a la cual el líquido, que forma parte del vapor húmedo, en el recipiente se evapora por completo. También describa el proceso en un diagrama de T-v con respecto a las líneas de saturación.

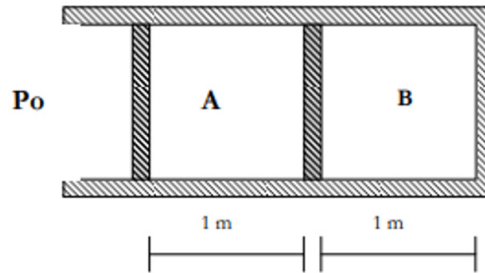
13. Un recipiente de 0.5 m^3 contiene 10 kg de refrigerante 134^{a} a $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine a) la presión, b) la energía interna total y c) el volumen ocupado por la fase líquida.
14. Agua, inicialmente a 300 kPa y $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$, está contenida en un dispositivo cilindro-émbolo provisto de topes. Se deja enfriar el agua a presión constante hasta que adquiere la calidad de vapor saturado, y el cilindro está en reposo en los topes. Luego, el agua sigue enfriándose hasta que la presión es de 100 kPa . En el diagrama T-v, con respecto a las líneas de saturación, las curvas de proceso pasan tanto por los estados inicial e intermedio como por el estado final del agua. Etiquete los valores de T, P y v para los estados finales en las curvas del proceso. Encuentre el cambio total en energía interna entre los estados inicial y final por unidad de masa de agua.
15. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 0.8 kg de vapor de agua a $300 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1 MPa . El vapor se enfría a presión constante hasta que se condensa la mitad de su masa.
- Muestre el proceso en un diagrama T-v.
 - Calcule la temperatura final.
 - Determine el cambio de volumen.
16. Se tiene un sistema cilindro pistón conectado a un resorte como el de la figura. Inicialmente el resorte no ejerce fuerza sobre el embolo y este se encuentra en equilibrio con el sistema. La masa del embolo es de 20 kg y en la parte externa del embolo hay vacío perfecto. Dentro del cilindro hay agua a 85% de calidad, el área menor del cilindro es de 0.00098 m^2 y el área mayor es de 0.0015 m^2 , las alturas son las que se señalan en la figura. El sistema se calienta hasta que la longitud del resorte se reduce a la mitad, momento en el cual ejerce una fuerza proporcional al desplazamiento igual a 15 N/cm . Estime:

- La temperatura y presión tanto al inicio como al final del proceso.
- En qué estado se encuentra el sistema al final del proceso, estime la calidad.
- ¿Cuánta masa de agua hay en el cilindro?



17. El sistema cilindro-pistón mostrado en la figura está separado en dos compartimientos por un pistón aislante, sin fricción y de espesor despreciable cuya área transversal es de 1 m^2 . El lado izquierdo contiene, inicialmente, agua con una calidad del 80 % y el lado derecho contiene amoníaco a 800 kPa y $100 \text{ }^\circ\text{C}$ (estado 1). Se retira calor del compartimiento derecho hasta que comienza a condensar el amoníaco (estado 2), y luego se retira la clavija que mantiene sujeto el pistón central, y el sistema alcanza el equilibrio desplazándose el pistón izquierdo 50 cm a la izquierda (estado 3). En este momento la calidad de agua es 40 %. Suponiendo que la presión atmosférica vale 100 kPa, calcule:

- La masa de agua y amoníaco
- La presión de amoníaco en el estado 2
- El estado 3 del amoníaco
- Represente el proceso seguido por el agua en un diagrama T-v
- Represente el proceso seguido por el amoníaco en un diagrama P-v



18. Un sistema contiene 10 kg de agua, inicialmente a las condiciones de 1 bar y 10 % de calidad. El H_2O realiza un ciclo conformado por los siguientes procesos:

1-2 isocórico

2-3 proceso $Pv^{-1} = \text{cte.}$; ($v_3 = 0.5243 \text{ m}^3/\text{kg}$); $X_3 = 1$

3-1 proceso $Pv^n = \text{cte.}$

Determine P_2 , V_2 y n

19. Cinco kilogramos de agua en fase de mezcla líquido vapor inicialmente a $T = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ son sometidos a los siguientes procesos:

a) 1-2 politrópica $PV^{-3} = \text{cte.}$ ($P_2 = 20 \text{ bar}$ y $T_2 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$)

b) 2-3 proceso $P = \text{cte.}$ Y

c) 3-1 proceso $V = \text{cte.}$

Determine la calidad final.

Práctica 4

Aire y gases ideales

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

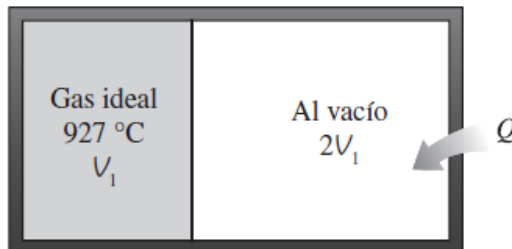
Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. ¿Cuál es la diferencia entre masa y masa molar? ¿Cómo se relacionan?
2. ¿En qué condiciones es adecuada la suposición del gas ideal para los gases reales?
3. ¿Cuál es la diferencia entre R y R_u ? ¿Cómo se relacionan las dos?
4. El propano y el metano se usan con frecuencia para calefacción en invierno. Las fugas de esos combustibles, aun durante periodos cortos, son un peligro de incendio para los hogares. ¿Qué fuga de gas cree usted que produce mayores riesgos de incendio? Explique por qué.
5. ¿Cuál es el volumen específico del nitrógeno a 300 kPa y 227 °C?
6. Una masa de 2 kg de helio se mantiene a 300 kPa y 27 °C en un contenedor rígido. ¿Qué capacidad tiene el contenedor en m^3 ?
7. Un globo esférico de 9 m de diámetro se llena con helio a 27 °C y 200 kPa. Determine la cantidad de moles y la masa del helio en el globo.
8. Un recipiente de 1 m^3 con aire a 25 °C y 500 kPa, se conecta con otro recipiente que contiene 5 kg de aire a 35 °C y 200 kPa, a través de una válvula. La válvula se abre y se deja que todo el sistema llegue al equilibrio térmico con los alrededores, que están

a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine el volumen del segundo recipiente y la presión final de equilibrio del aire.

9. Un recipiente rígido cuyo volumen se desconoce está dividido en dos partes mediante una división. Un lado del recipiente contiene un gas ideal a $927\text{ }^{\circ}\text{C}$. El otro lado está al vacío y tiene un volumen del doble de la parte que contiene el gas. Posteriormente se quita la separación, y el gas se expande para llenar todo el recipiente. Por último, se aplica calor al gas hasta que la presión es igual a la presión inicial. Determine la temperatura final del gas. Respuesta: $3\ 327\text{ }^{\circ}\text{C}$.



10. 0.6 kg de argón llenan un dispositivo de cilindro-émbolo, a 550 kPa . Se mueven el émbolo cambiando sus cargas, hasta que el volumen es el doble de su magnitud inicial. Durante este proceso, la temperatura del argón se mantiene constante. Calcule la presión final en el dispositivo.
11. Un recipiente rígido contiene 2 kg de un gas ideal a 3 atm y $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Entonces se abre una válvula y se deja escapar la mitad de la masa del gas. Si la presión final en el recipiente es 2.2 atm , la temperatura final en el recipiente es
- $71\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $44\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $172\text{ }^{\circ}\text{C}$

12. Un gas ideal es sometido a los siguientes procesos:

- a) 1-2 expansión exotérmica
 - b) 2-3 proceso politrópico $pV^2 = \text{cte.}$, hasta retornar al volumen inicial.
- Si se sabe que $P_i = 1 \text{ BAR}$ y $P_f = 4 \text{ BAR}$, la temperatura intermedia es de 300K determine:
- a) la presión intermedia y
 - b) la temperatura final.

13. Para tres o más procesos un sistema que contiene un gas ideal ($C_p = 0,9 \text{ KJ/KgK}$; $C_v = 0,5 \text{ kJ/ kgK}$) realiza el ciclo reversible conformado por los siguientes procesos:

- 1– 2: $pV^{1,5} = \text{cte.}$ $p_1 = 10 \text{ bar}$; $T_1 = 17 \text{ °C}$
- 2– 3: $V = \text{cte.}$ $V_2 = 2V_1$
- 3– 1: $T = \text{cte.}$

14. Determinar:

- Diagramas pV , TV
- La presión (kPa) y temperatura (K) al final del proceso politrópico
- La presión (kPa) al inicio del proceso isotérmico.
- El constante particular del gas

15. Una masa de 2 kg de helio experimenta un ciclo de tres procesos, que son: (1-2), volumen constante; (2-3), presión constante; y (3-1), temperatura constante. Dado que $P_1 = 100\text{kPa}$, $T_1 = 300\text{K}$, y $v_1/v_3 = 5$, determine a) la presión, el volumen y la temperatura en los puntos extremos del ciclo.

16. Un sistema que contiene 4kg de monóxido de carbono (CO) inicialmente a 1bar y 27 °C , realiza un ciclo compuesto por los siguientes procesos:

1-2: adiabático reversible

2-3: isotérmico

3-4: isobárico

4-1: politrópico con $n = 1$.

Si se sabe que: $v_1 = v_3 = 4v_2$. Se pide:

a) Determinar: T ($^{\circ}\text{C}$), P (kPa) y v (m^3) en cada estado indicado.

b) Graficar el ciclo en el diagrama P-v

17. Se tienen 3 kg de aire, el cual realiza los siguientes procesos cuasi estático: 1-2 isobárico; 2-3 isocórico; 3-4 politrópico con $n = -1$; 4-5 isotérmico y de 5-1 politrópico con $n = 1.5$ si se sabe que $V_2 = 2V_1$, $V_1 = 2V_5$

a) Complete el cuadro

	P(kPa)	T(K)	V(m^3)
1	100	300	
2			
3			
4	150		
5			

b) Realice el diagrama p-v

Práctica 5

Primera ley de la termodinámica (sistemas cerrados)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

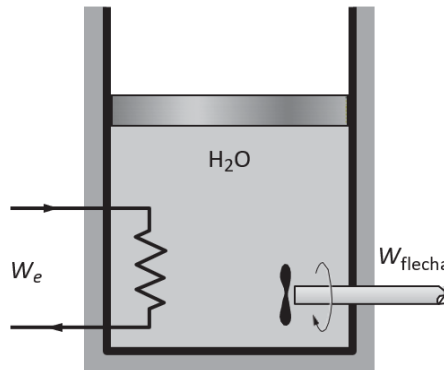
Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene, al principio, 0.07 m^3 de gas de nitrógeno a 130 kPa y $120 \text{ }^\circ\text{C}$. Entonces, el nitrógeno se expande en un proceso politrópico hasta un estado de 100 kPa y $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Determine el trabajo de la frontera efectuado durante este proceso.
2. Un dispositivo de cilindro-émbolo, con un grupo de topes, contiene inicialmente 0.3 kg de vapor de agua a 1.0 MPa y $400 \text{ }^\circ\text{C}$. El lugar de los topes corresponde al 60 por ciento del volumen inicial. Entonces, se enfría el vapor de agua. Determine el trabajo de compresión, si el estado final es 1.0 MPa y $250 \text{ }^\circ\text{C}$, y b) 500 kPa . c) También determine la temperatura del estado final en el inciso b).
3. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene en un principio 0.07 m^3 de gas de nitrógeno a 130 kPa y $180 \text{ }^\circ\text{C}$. A continuación, el nitrógeno se expande hasta alcanzar una presión de 80 kPa , en un proceso politrópico, con un exponente politrópico cuyo valor es igual a la relación de calores específicos. Esta es la llamada expansión isentrópica. Determine la temperatura final y el trabajo de la frontera durante este proceso.

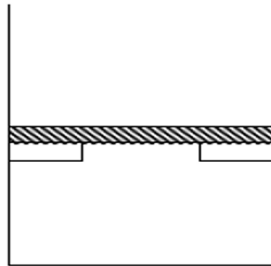
4. Se calienta una masa de 5 kg de vapor de agua saturado a 300 kPa, a presión constante, hasta que la temperatura llega a 200 °C. Calcule el trabajo efectuado por el vapor de agua durante este proceso.
5. Una masa de 2.4 kg de aire a 150 kPa y 12 °C está dentro de un dispositivo de cilindro-émbolo hermético y sin fricción. A continuación, se comprime el aire hasta una presión final de 600 kPa. Durante el proceso, se retira calor del aire de tal modo que permanece constante la temperatura en el interior del cilindro. Calcule el trabajo consumido durante este proceso.
6. Un dispositivo de cilindro-émbolo sin fricción contiene 2 kg de nitrógeno a 100 kPa y 300 K. El nitrógeno se comprime entonces lentamente, siguiendo la relación $PV^{1.4} = \text{constante}$, hasta que llega a una temperatura final de 360 K. Calcule el trabajo consumido durante este proceso.
7. Una masa fija de vapor saturado de agua a 300 kPa se enfría isotérmicamente hasta que se convierte en un líquido saturado. Calcule la cantidad de calor rechazado durante este proceso, en kJ/kg.
8. Se condensa vapor saturado de agua en un sistema cerrado, enfriándolo a presión constante hasta un líquido saturado a 40 kPa. Determine la transferencia de calor y el trabajo realizado durante este proceso, en kJ/kg.
9. Un dispositivo aislado de cilindro-émbolo contiene 5 L de agua líquida saturada a una presión constante de 175 kPa. Una rueda de paletas agita el agua, mientras que pasa una corriente de 8 A durante 45 minutos, por una resistencia colocada en el agua. Si se evapora la mitad del líquido durante este proceso a presión

constante, y el trabajo de la rueda de paletas es 400 kJ, determine el voltaje de suministro. También, muestre el proceso en un diagrama P-V con respecto a líneas de saturación.

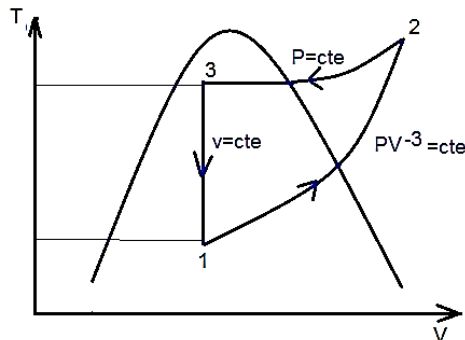


10. Cuatro kilogramos de agua se encuentran inicialmente a 10 bar, con un volumen inicial de $V = 0.194349 \text{ m}^3$. Experimenta una expansión isobárica hasta que su volumen específico sea $0.2060 \text{ m}^3/\text{kg}$ determine:
- El cambio de energía interna en kJ
 - El calor suministrado en kJ
11. Se tienen 3 kg de H₂O a 5MPa y se somete a un ciclo termodinámico compuesto por los siguientes procesos sin fricción:
- 1-2 isobárico hasta $300 \text{ }^\circ\text{C}$
 - 2-3 politrópico con $n = 4$ hasta 1554.67 KPa
 - 3-4 isotérmico, hasta 0.26543 m^3
 - 4-1 isocórico
- Determine:
- los calores cedidos y absorbidos por el ciclo
 - el trabajo neto

12. El dispositivo mostrado contiene 300 g de vapor de agua a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ocupando un volumen de 60 dm^3 . Se realiza un calentamiento y cuando la presión es $2b$, el pistón se separa de los topes. El calentamiento continúa hasta que la temperatura sea $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (cuando el pistón sube libre y lentamente la presión se mantiene constante). Determinar el calor transferido, en kJ.



13. Cinco kilogramos de agua son sometidos al ciclo mostrado en el diagrama T-v, y se tiene $T_1 = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_2 = P_3 = 20\text{ bar}$. Determine el calor total transferido.



14. Un ciclo de tres procesos, que funciona con nitrógeno como sustancia operante, es como sigue:
- 1-2 compresión a temperatura constante ($T_1 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P_1 = 110\text{ KPa}$)
 - 2-3 calentamiento a volumen constante

- c) 3-1 expansión politrópica ($n = 1.35$).
- d) la compresión isotérmica requiere -67 kJ/kg de trabajo

Determine:

- a) Calores de entrada y salida
- b) El trabajo neto

15. Una masa de 2 kg de helio experimenta un ciclo de tres procesos, que son:

- a) 1-2 volumen constante
- b) 2-3 presión constante
- c) 3-1 temperatura constante
- d) dado que $P_1 = 100$ KPa, $T_1 = 300$ K, y

$$v_1/v_3 = 5.$$

Determine a) Los calores cedidos y absorbidos y b) Los trabajos en cada proceso.

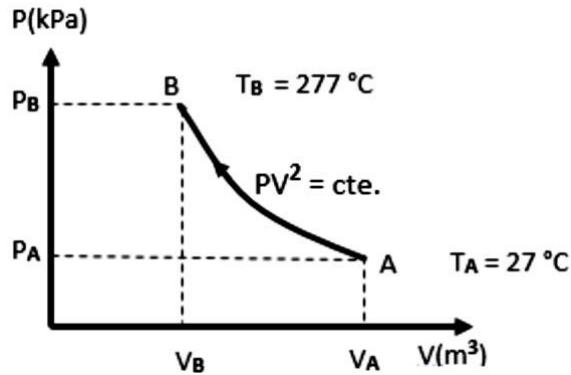
16. Un mol de un gas tiene $C_v = 6$ cal/mol.K ($2 = C_p - C_v$), $R = 0.082$ (atm-Lit)/(mol-K) y $R = 1.987$ cal/(mol-k), si realiza un ciclo de cuatro procesos como:

- a) 1-2 expansión isotérmica
- b) 2-3 expansión adiabática
- c) 3-4 compresión isotérmica
- d) 4-1 compresión adiabática.

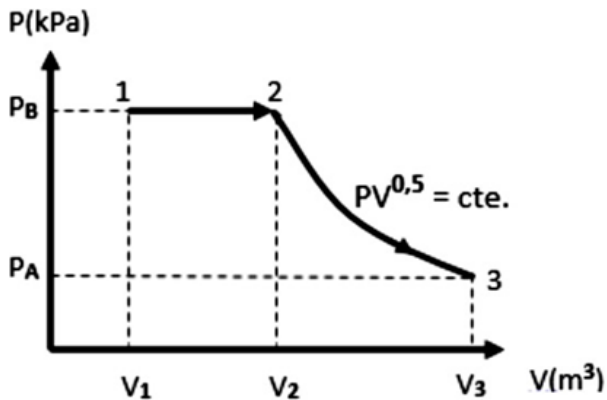
determine Q , ΔU y W en cada proceso si $P_1 = 10$ atm, $P_2 = 1$ atm, $T_2 = 600$ K y $T_3 = 300$ K

17. Conociendo que el proceso termodinámico siguiente es de un gas ideal, donde se comprime politrópicamente de acuerdo con $PV^2 = \text{cte}$. Si $T_A = 27$ °C , $T_B = 277$ °C , $R = 0,287$ kJ / kg.K y $C_v = 0,721$ kJ / kg.K; determine la masa de trabajo, el incremento de energía

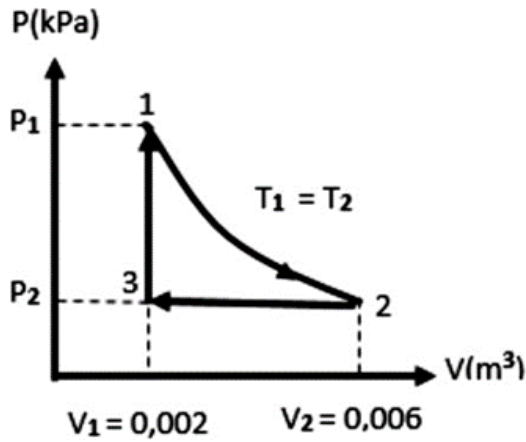
interna y el calor neto del proceso sabiendo que dicho proceso ha recibido trabajo igual a 180 kJ.



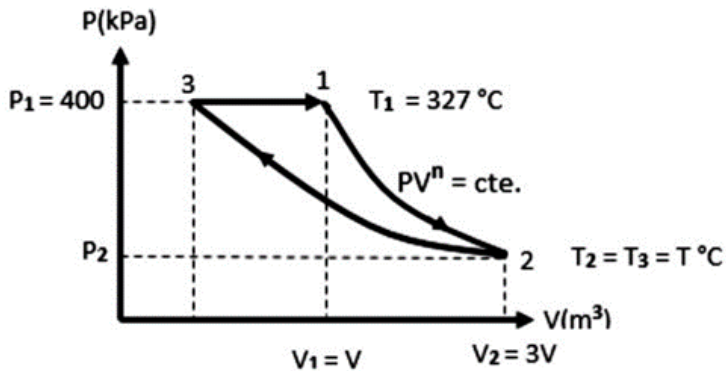
18. Teniendo como gas de trabajo al aire, el cual tiene una masa de 2 kg. Determine el trabajo del proceso 1-2, conociendo que el calor de 1-2 es igual a 300 kJ; así mismo, determine la cantidad de calor de 2-3 sabiendo que es igual a la energía interna de 1-2; y, el calor neto de los procesos. $R = 0,287 \text{ kJ / kg.K}$; $C_p = 1,0035 \text{ kJ/ kg.K}$ y $C_v = 0,7165 \text{ kJ/ kg.K}$.



19. Se tiene un gas ideal que realiza un ciclo tal como se muestra en la figura. Determine el calor neto conociendo que el calor entregado en el proceso isotérmico es de 80 J.



20. Se tiene un gas ideal que realiza un ciclo tal como se muestra en la figura. Determine el calor neto conociendo que el calor entregado en el proceso isotérmico es de 80 J.



Práctica 6

Primera ley de la termodinámica (sistemas abiertos)

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

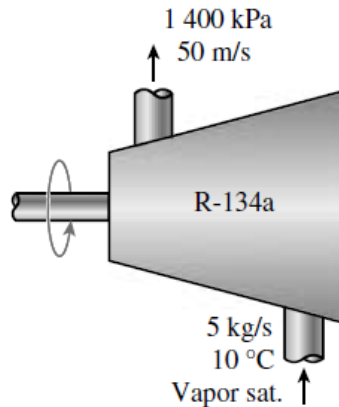
Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

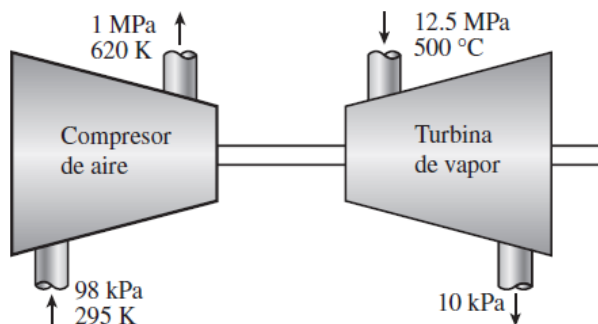
1. Se acelera vapor por una tobera, de una manera estacionaria, de una velocidad baja a una velocidad de 280 m/s, a razón de 2.5 kg/s. Si la temperatura y la presión del vapor a la salida de la tobera son 400 °C y 2 MPa, el área de salida de la tobera es:
2. Entra vapor, de una manera estacionaria, a un difusor a 0.5 MPa, 300 °C y 122 m/s a una razón de 3.5 kg/s. El área de entrada del difusor es:
3. Un intercambiador de calor adiabático se usa para calentar agua fría a 15 °C que entra a una razón de 5 kg/s, mediante aire caliente a 90 °C que entra también a razón de 5 kg/s. Si la temperatura de salida del aire caliente es 20 °C, la temperatura de salida del agua fría es:
4. Se usa un intercambiador de calor para calentar agua fría a 15 °C que entra a una razón de 2 kg/s, mediante aire caliente a 185 °C que entra a una razón de 3 kg/s. El intercambiador de calor no está aislado y pierde calor a razón de 25 kJ/s. Si la temperatura de salida del aire caliente es 20 °C, la temperatura de salida del agua fría es

5. Un intercambiador de calor adiabático se usa para calentar agua fría a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ que entra a razón de 5 kg/s mediante agua caliente a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ que entra a razón de 4 kg/s . Si la temperatura de salida del agua caliente es $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura de salida del agua fría es:
6. En una ducha, el agua fría a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ que fluye con un flujo de 5 kg/min se mezcla con agua caliente a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ que fluye con un flujo de 2 kg/min . La temperatura de salida de la mezcla es:
7. En un sistema de calefacción, el aire frío del exterior, a $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, que fluye a razón de 4 kg/min , se mezcla adiabáticamente con aire caliente a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ que fluye a razón de 3 kg/min . La temperatura de salida de la mezcla es:
8. Los gases calientes de combustión (cuyas propiedades se aproximan bastante bien con las propiedades del aire a temperatura ambiente) entran a una turbina de gas a 1 MPa y $1\ 500\text{ K}$ con un flujo de 0.1 kg/s , y salen a 0.2 MPa y 900 K . Si se pierde calor de la turbina al entorno a razón de 15 kJ/s , la potencia desarrollada por la turbina de gas es
9. Se expande vapor en una turbina de 4 MPa y $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 0.5 MPa y $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, a razón de $1\ 350\text{ kg/s}$. Se pierde calor de la turbina a razón de 25 kJ/s durante el proceso de expansión. La potencia desarrollada por la turbina es
10. Un compresor adiabático comprime vapor de agua de 0.2 MPa y $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 0.8 MPa y $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, a razón de 1.30 kg/s . La potencia consumida por el compresor es
11. Un compresor comprime refrigerante 134a del estado de vapor saturado a 0.14 MPa a 0.9 MPa y $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, a razón de 0.108 kg/s . El refrigerante se enfría a razón de 1.10 kJ/s durante la compresión. La potencia consumida por el compresor es

12. En una turbina adiabática se expande refrigerante 134a de 1.2 MPa y 100 °C a 0.18 MPa y 50 °C, a razón de 1.25 kg/s. La potencia desarrollada por la turbina es
13. Refrigerante 134a a 1.4 MPa y 90 °C se estrangula a una presión de 0.6 MPa. La temperatura del refrigerante después de la estrangulación es
14. Aire a 27 °C y 5 atm se estrangula por una válvula a 1 atm. Si la válvula es adiabática y el cambio en energía cinética es despreciable, la temperatura de salida del aire será
15. Vapor de agua a 1 MPa y 300 °C se estrangula adiabáticamente a una presión de 0.4 MPa. Si el cambio en energía cinética es despreciable, el volumen específico del vapor después de la estrangulación es
16. Se debe calentar aire, de una manera estacionaria, en un calentador de resistencia eléctrica de 8 kW mientras fluye por un conducto aislado. Si el aire entra a 50 °C a razón de 2 kg/s, la temperatura de salida de aire es
17. Vapor saturado de agua a 40 °C se condensa al fluir por un tubo a razón de 0.20 kg/s. El condensado sale del tubo como líquido saturado a 40 °C. La tasa de transferencia de calor del tubo es
18. Entra refrigerante R-134a a un compresor, con un flujo másico de 5 kg/s y velocidad despreciable. El refrigerante entra al compresor como vapor saturado a 10 °C y sale del compresor a 1 400 kPa con una entalpía de 281.39 kJ/kg y una velocidad de 50 m/s. La tasa de trabajo realizada sobre el refrigerante se mide como 132.4 kW. Si la diferencia de elevación entre la entrada y la salida es despreciable, determine la tasa de transferencia térmica correspondiente a este proceso, en kW.



19. Un compresor adiabático de aire se va a accionar por una turbina adiabática de vapor directamente acoplada con el compresor y que también está accionando un generador. El vapor entra a la turbina a 12.5 MPa y 500 °C a razón de 25 kg/s, y sale a 10 kPa y una calidad de 0.92. El aire entra al compresor a 98 kPa y 295 K a razón de 10 kg/s, y sale a 1 MPa y 620 K. Determine la potencia neta suministrada al generador por la turbina.

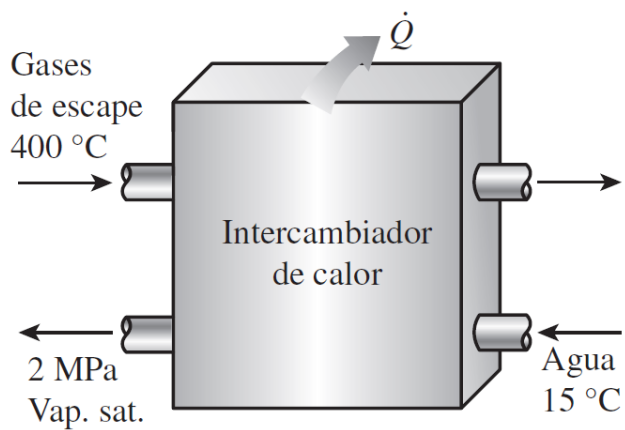


20. Se usarán gases calientes de escape de un motor de combustión interna para producir vapor saturado a 2 MPa. Los gases de escape entran al intercambiador de calor a 400 °C, con un flujo de 32 kg/min, mientras que el agua entra a 15 °C. El intercambiador de calor no está bien aislado, y se estima que el 10 % del calor cedido

por los gases de escape se pierde a los alrededores. Si el flujo másico de gases de escape es 15 veces el del agua, determine

a) la temperatura de los gases de escape en la salida del intercambiador de calor y

b) la tasa de transferencia de calor al agua. Use las propiedades constantes del calor específico del aire para los gases de escape.



Práctica 7

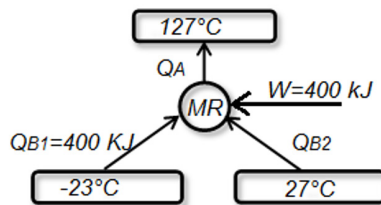
Segunda ley de la termodinámica

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

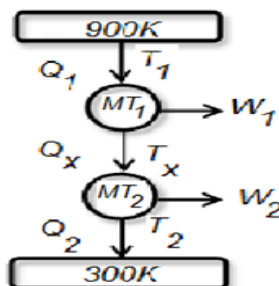
Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. En la máquina refrigeradora reversible calcule el calor cedido al foco térmico superior en kJ



2. Una máquina de potencia de Carnot opera con vapor de agua entre 50 bar y 1 bar, si la maquina toma 1640 kJ/kg de calor determine el trabajo desarrollado por cada kg de vapor.
3. En el esquema mostrado, cada una de las máquinas reversibles generan una potencia de 300W. Determinar:
 - a) El calor que recibe la máquina (1), en W.
 - b) La eficiencia de la máquina (2).



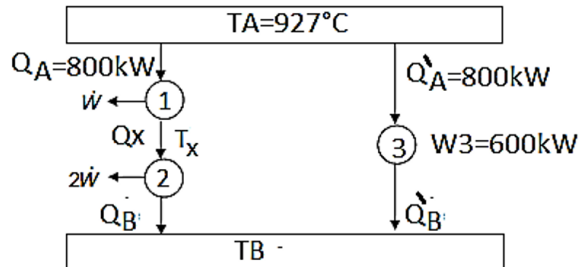
4. Una bomba de calor de Carnot se utiliza para calentar y mantener una casa a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Un análisis de energía de la casa revela que pierde calor a una relación de 2500 % por cada $^{\circ}\text{C}$ de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Para una temperatura exterior de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, determinar:

- La mínima potencia consumida, en kW, si trabaja como calefactor
- La temperatura máxima, en $^{\circ}\text{C}$, si trabaja como refrigerador.

5. Del esquema que se muestra las tres máquinas térmicas reversibles. Determinar:

- La temperatura en el sumidero en $^{\circ}\text{C}$
- La potencia térmica de la máquina (2). En kW
- La temperatura intermedia entre la maquina (1) y (2) , en $^{\circ}\text{C}$.

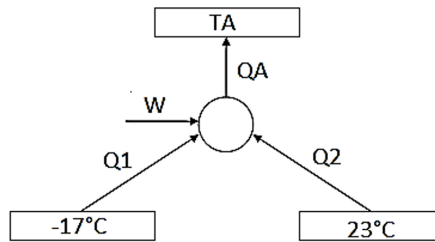


6. La figura muestra la máquina térmica reversible que trabaja como bomba de calor, si:

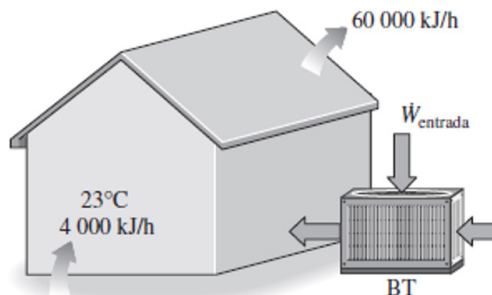
$$Q_2 = 2Q_1, Q_A = 2000 \text{ KJ y } \text{COP}_R = 2$$

Calcular:

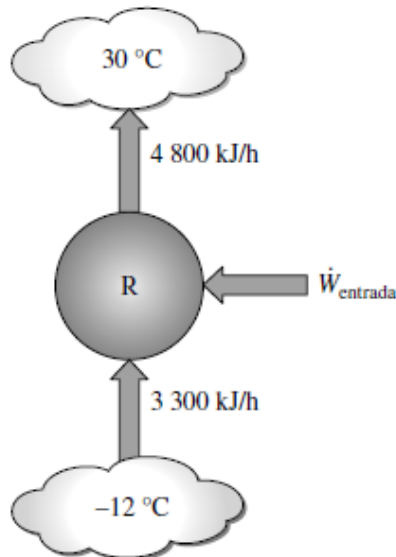
- La potencia consumida en kW.
- La temperatura en la fuente, en $^{\circ}\text{C}$.



7. Dos máquinas térmicas reversibles funcionan en serie entre una fuente de 527 °C un sumidero de 27 °C . Si las máquinas tienen igual eficiencia y la transferencia de calor de la primera máquina a la segunda máquina es de 400 kJ , se pide determinar:
- La temperatura a la que ocurre la transferencia de calor hacia la segunda máquina, en °C .
 - La transferencia de calor de la fuente a 527 °C hacia la primera máquina en kJ .
 - El trabajo de la primera máquina en kJ .
 - El trabajo de la segunda máquina en kJ .
8. Se usa una bomba de calor para mantener una casa a una temperatura constante de 23 °C . La casa pierde calor hacia el aire exterior a través de las paredes y las ventanas a razón de $60\,000\text{ kJ/h}$, mientras que la energía generada dentro de la casa por las personas, las luces y los aparatos domésticos es de $4\,000\text{ kJ/h}$. Para un COP de 2.5 , determine la potencia necesaria para la operación de bomba de calor.



9. Un almacén de alimentos se mantiene a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ mediante un refrigerador, en un entorno de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. La ganancia total de calor al almacén se estima en $3\,300\text{ kJ/h}$, y el rechazo de calor en el condensador es de $4\,800\text{ kJ/h}$. Determine la entrada de potencia al compresor, en kW, y el COP del refrigerador.



10. Un refrigerador doméstico con un COP de 1.2 quita calor del espacio refrigerado a una tasa de 60 kJ/min . Determine a) la potencia eléctrica que consume el refrigerador y b) la tasa de transferencia de calor al aire de la cocina.
11. Un refrigerador doméstico que tiene una entrada de potencia de 450 W y un COP de 2.5 debe enfriar cuatro sandías grandes, de 10 kg cada una, a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si las sandías están inicialmente a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, determine cuánto tardará el refrigerador en enfriarlas. Las sandías se pueden tratar como agua, cuyo calor específico es $4.2\text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$. ¿Su respuesta es realista u optimista?

Práctica 8

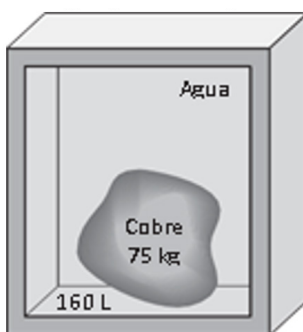
Entropía y cambios de entropía en sólidos, líquidos y gases

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

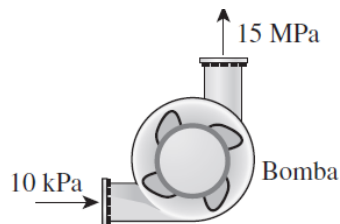
Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Considere dos bloques sólidos, uno caliente y el otro frío, que se ponen en contacto en un contenedor adiabático. Después de un tiempo, se establece el equilibrio térmico en el contenedor como resultado de la transferencia de calor. La primera ley exige que la cantidad de energía que pierde el sólido caliente sea igual a la cantidad de energía que gana el frío. ¿La segunda ley exige que la disminución de entropía del sólido caliente sea igual al aumento de entropía del frío?
2. Un bloque de cobre de 75 kg inicialmente a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ se echa dentro de un recipiente aislado que contiene 160 L de agua a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine la temperatura de equilibrio final y el cambio total de entropía para este proceso.



3. Diez gramos de chips de computadora con un calor específico de 0.3 kJ/kg K están inicialmente a $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Estos chips se enfrían colocándolos en 5 gramos de R-134a saturado líquido a $-40 \text{ }^\circ\text{C}$. Suponiendo que la presión permanece constante mientras los chips se están enfriando, determine el cambio de entropía de a) los chips, b) el R-134a y c) todo el sistema. ¿Es posible este proceso? ¿Por qué?
4. Una bomba adiabática se va a usar para comprimir agua líquida saturada a 10 kPa a una presión de 15 MPa de manera reversible. Determine la entrada de trabajo usando a) datos de entropía de la tabla del líquido comprimido, b) el volumen específico de agua en la entrada a la bomba y los valores de presiones, c) el valor promedio de volumen específico de agua y valores de presiones. También determine los errores de aproximación en los incisos b) y c).



5. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 0.75 kg de gas nitrógeno a 140 kPa y $37 \text{ }^\circ\text{C}$. El gas se comprime ahora lentamente en un proceso politrópico durante el cual $PV^{1.3} = \text{constante}$. El proceso termina cuando el volumen se reduce a la mitad. Determine el cambio de entropía del nitrógeno.
6. Un dispositivo aislado de cilindro-émbolo contiene inicialmente 300 L de aire a 120 kPa y $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Ahora se calienta el aire durante 15 min por un calefactor de resistencia de 200 W colocado dentro del cilindro. La presión de aire se mantiene constante durante este proceso. Determine el cambio de entropía del aire, suponiendo a) calores específicos constantes y b) calores específicos variables.

7. Se comprime aire en un dispositivo de cilindro-émbolo, de 90 kPa y 22 °C a 900 kPa, en un proceso reversible adiabático. Determine la temperatura final y el trabajo realizado durante este proceso, suponiendo para el aire a) calores específicos constantes y b) calores específicos variables.
8. En una planta de producción de hielo, se congela agua a 0 °C y presión atmosférica evaporando R-134a líquido saturado a -16 °C. El refrigerante sale de este evaporador como vapor saturado, y la planta está diseñada para producir hielo a 0 °C a razón de 2 500 kg/h. Determine la tasa de generación de entropía en esta planta.
9. Un bloque de hierro de 50 kg y un bloque de cobre de 20 kg, ambos con temperatura inicial de 80 °C, se dejan caer en un gran lago a 15 °C. Se establece el equilibrio térmico después de un tiempo como resultado de la transferencia de calor entre los bloques y el agua del lago. Determine el cambio total de entropía para este proceso.
10. Un bloque de aluminio de 30 kg inicialmente a 140 °C se pone en contacto con un bloque de 40 kg de hierro a 60 °C en un contenedor aislado. Determine la temperatura final de equilibrio y el cambio total de entropía para este proceso.
11. Se condensa vapor de agua a temperatura constante de 30 °C cuando fluye por el condensador de una planta eléctrica, rechazando calor a razón de 55 MW. La tasa de cambio de entropía del vapor al fluir por el condensador es
 - a) -1.83 MW/K
 - b) -0.18 MW/K
 - c) 0 MW/K
 - d) 0.56 MW/K
 - e) 1.22 MW/K
12. Se comprime vapor de agua de 6 MPa y 300 °C a 10 MPa, isentrópicamente. La temperatura final del vapor es
 - a) 290 °C
 - b) 300 °C
 - c) 311 °C
 - d) 371 °C
 - e) 422 °C

13. Una manzana con una masa promedio de 0.12 kg y calor específico promedio de $3.65 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ se enfría de 25°C a 5°C . El cambio de entropía de la manzana es
- a) -0.705 kJ/K
 - b) -0.254 kJ/K
 - c) -0.0304 kJ/K
 - d) 0 kJ/K
 - e) 0.348 kJ/K
14. Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 5 kg de vapor de agua saturado a 3 MPa. Ahora se rechaza calor del cilindro a presión constante hasta que el vapor de agua se condensa por completo, de modo que el cilindro contiene líquido saturado a 3 MPa al final del proceso. El cambio de entropía del sistema durante ese proceso es
- a) 0 kJ/K
 - b) -3.5 kJ/K
 - c) -12.5 kJ/K
 - d) -17.7 kJ/K
 - e) -19.5 kJ/K
15. Se comprime gas helio de 1 atm y 25°C a una presión de 10 atm, adiabáticamente. La mínima temperatura del helio después de la compresión es
- a) 25°C
 - b) 63°C
 - c) 250°C
 - d) 384°C
 - e) 476°C
16. Se expande vapor de agua en una turbina adiabática de 4 MPa y 500°C a 0.1 MPa, a razón de 2 kg/s. Si el vapor de agua sale de

la turbina como vapor saturado, la producción de potencia de la turbina es

- a) 2 058 kW b) 1 910 kW c) 1 780 kW
d) 1 674 kW e) 1 542 kW

17. Se expande gas argón en una turbina adiabática de 3 MPa y 750 °C a 0.2 MPa a razón de 5 kg/s. La producción máxima de potencia de la turbina es

- a) 1.06 MW
b) 1.29 MW
c) 1.43 MW
d) 1.76 MW
e) 2.08 MW

18. Una unidad de masa de una sustancia sufre un proceso irreversible del estado 1 al estado 2, ganando calor del entorno a la temperatura T en la cantidad de q. Si la entropía de la sustancia es s1 en el estado 1 y s2 en el estado 2, el cambio de entropía de la sustancia, Δs , durante este proceso es

- a) $\Delta s < s_2 - s_1$
b) $\Delta s > s_2 - s_1$
c) $\Delta s = s_2 - s_1$
d) $\Delta s = s_2 - s_1 + q/T$
e) $\Delta s > s_2 - s_1 + q/T$

19. Una unidad de masa de un gas ideal a la temperatura T sufre un proceso isotérmico reversible de la presión P1 a la presión P2 mientras pierde calor al entorno a la temperatura T en la cantidad de q. Si la constante del gas es R, el cambio de entropía del gas Δs durante ese proceso es

- a) $\Delta s = R \ln(P2/P1)$
- b) $\Delta s = R \ln(P2/P1) - q/T$
- c) $\Delta s = R \ln(P1/P2)$
- d) $\Delta s = R \ln(P1/P2) - q/T$
- e) $\Delta s = 0$

20. Se comprime aire desde condiciones de medio ambiente a una presión especificada de manera reversible por dos compresores: uno isotérmico y el otro adiabático. Si A_{isot} significa el cambio de entropía del aire durante la compresión reversible isotérmica, y A_{adia} , durante la compresión reversible adiabática, la expresión correcta respecto al cambio de entropía del aire por unidad de masa es

- a) $A_{isot} = A_{adia} = 0$
- b) $A_{isot} = A_{adia} > 0$
- c) $A_{adia} > 0$
- d) $A_{isot} < 0$
- e) $A_{isot} = 0$

21. Se comprime gas helio de 27°C y $3.50 \text{ m}^3/\text{kg}$ a $0.775 \text{ m}^3/\text{kg}$ de manera reversible y adiabática. La temperatura del helio después de la compresión es

- a) 74°C
- b) 122°C
- c) 547°C
- d) 709°C
- e) $1\ 082^\circ \text{C}$

Práctica 9

Ciclo Carnot

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Considere un ciclo de Carnot ejecutado en un sistema cerrado con 0.6 kg de aire. Los límites de temperatura del ciclo son 300 y 1100 K, y las presiones mínima y máxima que ocurren durante el ciclo son 20 y 3 000 kPa. Suponiendo calores específicos constantes, determine la producción neta de trabajo por ciclo.
2. Considere un ciclo de Carnot ejecutado en un sistema cerrado con aire como fluido de trabajo. La presión máxima en el ciclo es 800 kPa y la temperatura máxima es 750 K. Si el decremento de entropía durante el proceso de rechazo isotérmico de calor es 0.25 kJ/kg · K, y la producción neta de trabajo es 100 kJ/kg, determine a) la presión mínima en el ciclo, b) el rechazo de calor en el ciclo y c) la eficiencia térmica del ciclo. d) Si un ciclo real de máquina térmica opera entre los mismos límites de temperatura y produce 5 200 kW de potencia para un flujo de aire de 90 kg/s, determine la eficiencia según la segunda ley en este ciclo.
3. Un ciclo de Carnot de gas ideal usa aire como fluido de trabajo, recibe calor de un depósito térmico a 1 027 °C, se repite 1 500 veces por minuto y tiene una relación de compresión de 12. La relación de compresión se define como la relación de volúmenes durante

el proceso de compresión isentrópica. Determine la temperatura máxima del depósito térmico de baja temperatura, la eficiencia térmica del ciclo y la cantidad de calor que se debe suministrar por ciclo si este dispositivo ha de producir 500 kW de potencia.

4. Una máquina refrigeradora Carnot, trabaja entre dos focos de temperaturas T_A y T_B , En el proceso de expansión adiabática la relación de presiones 4, la relación de presión entre los estados al inicio de la expansión adiabática y al final de la expansión isotérmica es 8. La sustancia de trabajo es un gas ideal de $C_p = 1.3 \text{ kJ/kg}$ y $C_v = 0.8 \text{ kJ/kg}$, y el trabajo neto entregado a la maquina es de 75 kJ/kg. Determine:
 - a) El COP de la refrigeradora
 - b) La temperatura en T_B
 - c) Si se invierte la máquina para que funcione como motor determine su eficiencia térmica.
5. Una máquina Carnot que opera con aire admite 50 KJ/k de calor y rechaza a 20 kJ/kg. Determine la temperatura alta y baja de los depósitos, si el máximo peso específico es $v = 10\text{m}^3/\text{kg}$ y la presión al final de la expansión isotérmica es de 2 bar.
6. Un gas ideal realiza un ciclo Carnot. Si su $U_3 = 200 \text{ J}$ y los trabajos $W_{3-4} = -50 \text{ J}$ y $W_{4-1} = -100 \text{ J}$, determine:
 - a) Cantidad de calor absorbido por el ciclo.
 - b) Eficiencia del ciclo.
7. Un ciclo de Carnot opera entre los límites de temperatura de 300 y 2000 K, y produce 600 kW de potencia neta. La tasa de cambio de entropía del fluido de trabajo durante el proceso de adición de calor es

- a) 0
 - b) 0.300 kW/K
 - c) 0.353 kW/K
 - d) 0.261 kW/K
 - e) 2.0 kW/K
8. Un ciclo de aire estándar con calores específicos variables se ejecuta en un sistema cerrado y está compuesto de los siguientes cuatro procesos:
- 1-2 Compresión isentrópica de 100 kPa y 22 °C a 600 kPa
 - 2-3 Adición de calor a $v = \text{constante}$ hasta 1 500 K
 - 3-4 Expansión isentrópica hasta 100 kPa
 - 4-1 Rechazo de calor a $P = \text{constante}$ hasta el estado inicial.
- a) Muestre el ciclo en diagramas P-v y T-s.
 - b) Calcule la salida neta de trabajo por unidad de masa.
 - c) Determine la eficiencia térmica.
9. Un refrigerador de Carnot funciona con 18 moles de un gas ideal monoatómico, realizando ciclos de 2 s. Las temperaturas de los focos son 450 K y 150 K y consume una potencia de 60 kW.
10. Un ciclo de Carnot de gas ideal usa aire como fluido de trabajo, recibe calor de un depósito térmico a 1 027 °C, se repite 1500 veces por minuto y tiene una relación de compresión de 12. La relación de compresión se define como la relación de volúmenes durante el proceso de compresión isentrópica. Determine la temperatura máxima del depósito térmico de baja temperatura, la eficiencia térmica del ciclo y la cantidad de calor que se debe suministrar por ciclo si este dispositivo ha de producir 500 kW de potencia.
11. Un ciclo de Carnot de flujo estacionario utiliza agua como fluido de trabajo. El agua cambia de líquido saturado a vapor saturado

cuando se le transfiere calor de una fuente a $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. El rechazo de calor sucede a una presión de 20 kPa . Muestre el ciclo en un diagrama T-s respecto a las líneas de saturación y determine a) la eficiencia térmica, b) la cantidad de calor rechazado y c) la salida neta de trabajo.

12. Repita el problema 11 para una presión de rechazo de calor de 10 kPa .
13. Considere un ciclo de Carnot de flujo estacionario con agua como fluido de trabajo. Las temperaturas máxima y mínima en el ciclo son 350 y $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. La calidad del agua es 0.891 al principio del proceso de rechazo de calor y 0.1 al final. Muestre el ciclo en un diagrama T-s respecto a las líneas de saturación y determine a) la eficiencia térmica, b) la presión en la entrada de la turbina y c) la salida neta de trabajo. Respuestas: a) 0.465 , b) 1.40 MPa , c) $1\ 623\text{ kJ/kg}$

Práctica 10

Ciclo Otto

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. ¿Cómo se relacionan las rpm de un motor real de cuatro tiempos con el número de ciclos termodinámicos? ¿Cuál sería su respuesta para un motor de dos tiempos?
2. ¿Cómo se comparan las eficiencias del ciclo ideal de Otto y el ciclo de Carnot para los mismos límites de temperatura? Explique.
3. ¿Cuáles son los cuatro procesos que constituyen el ciclo de Otto ideal?
4. ¿Los procesos que constituyen el ciclo de Otto se analizan como procesos de sistema cerrado o flujo estable? ¿Por qué?
5. Un ciclo ideal de Otto tiene una relación de compresión de 10.5, admite aire a 90 kPa y 40 °C y se repite 2 500 veces por minuto. Usando calores específicos constantes a temperatura ambiente, determine la eficiencia térmica de este ciclo y la tasa de suministro de calor si el ciclo ha de producir 90 kW de potencia.
6. Repita el problema 5 para una relación de compresión de 8.5.
7. Alguien ha sugerido que el ciclo de Otto de aire estándar es más preciso si los dos procesos isentrópicos se reemplazan por procesos politrópicos con un exponente politrópico $n = 1.3$. Considere un

- ciclo así con una relación de compresión de 8, $P_1 = 95 \text{ kPa}$, $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, y la temperatura máxima del ciclo es $1\ 200 \text{ }^\circ\text{C}$. Determine el calor que se transfiere a este ciclo y que se rechaza de este, así como la eficiencia térmica del ciclo. Use calores específicos constantes a temperatura ambiente.
8. Un ciclo Otto ideal tiene una relación de compresión de 8. Al inicio del proceso de compresión el aire está a 100 kPa y $17 \text{ }^\circ\text{C}$, y 800 kJ/kg de calor se transfieren a volumen constante hacia el aire durante el proceso de adición de calor. Determine: a) Temperatura y presión máxima durante el ciclo, b) Trabajo neto de salida, c) Eficiencia térmica del ciclo y d) Presión media efectiva en el ciclo.
9. Un ciclo Otto ideal con aire tomado de la atmósfera como fluido de trabajo, tiene una relación de compresión de 8. Las temperaturas mínima y máxima en el ciclo son 310 K y 1600 K . Determine:
- a) La cantidad de calor transferido al aire durante el proceso de adición de calor.
 - b) La eficiencia térmica.
 - c) La presión media efectiva y la cilindrada.
10. La relación de compresión de un ciclo de Otto de aire estándar es 9.5. Antes del proceso de compresión isentrópica, el aire está a 100 kPa , $35 \text{ }^\circ\text{C}$ y 600 cm^3 . La temperatura al final del proceso de expansión isentrópica es de 800 K . Usando valores de calores específicos a temperatura ambiente, determine:
- a) la temperatura más alta y la presión más alta en el ciclo;
 - b) la cantidad de calor transferido al fluido de trabajo, en kJ ;
 - c) la eficiencia térmica, y
 - d) la presión media efectiva.

Práctica 11

Ciclo Diesel

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. ¿En qué se distingue un motor diésel de uno de gasolina?
2. ¿En qué se distingue el ciclo ideal Diesel del ciclo ideal de Otto?
3. ¿Para una relación especificada de compresión, es más eficiente un motor diésel o uno de gasolina?
4. ¿Cuáles motores operan a relaciones de compresión más alta: los motores diésel o los de gasolina? ¿Por qué?
5. ¿Cuál es la relación de cierre de admisión? ¿Cómo afecta la eficiencia térmica de un ciclo diésel?
6. Un ciclo Diesel ideal tiene una relación de compresión de 20 y una relación de cierre de admisión de 1.3. Determine la temperatura máxima del aire y la tasa de adición de calor a este ciclo cuando produce 250 kW de potencia y el estado del aire al inicio de la compresión es 90 kPa y 15 °C. Use calores específicos constantes a temperatura ambiente.
7. Un motor ideal Diesel tiene una relación de compresión de 20 y usa aire como fluido de trabajo. El estado del aire al principio del proceso de compresión es 95 kPa y 20 °C. Si la temperatura

- máxima en el ciclo no ha de exceder $2\ 200\ \text{K}$, determine a) la eficiencia térmica y b) la presión efectiva media. Suponga calores específicos constantes para el aire a temperatura ambiente.
8. Un motor diésel de cuatro cilindros, de dos tiempos, de $2.0\ \text{L}$, que opera en un ciclo Diesel ideal tiene una relación de compresión de 22 y una relación de cierre de admisión del aire está a $70\ ^\circ\text{C}$ y $97\ \text{kPa}$ al principio del proceso de compresión. Usando las suposiciones de aire estándar frío, determine cuánta potencia entregará el motor a $2\ 300\ \text{rpm}$.
 9. Se comprime aire en un ciclo Diesel ideal de 2 a $0.13\ \text{L}$, y luego se expande durante un proceso de adición de calor a presión constante a $0.30\ \text{L}$. En condiciones de aire estándar, la eficiencia térmica de este ciclo es
 10. Un ciclo dual de aire estándar tiene una relación de compresión de 18 y una relación de cierre de admisión de 1.1. La relación de presiones durante el proceso de adición de calor a volumen constante es 1.1. Al principio de la compresión $P_1 = 90\ \text{kPa}$, $T_1 = 18\ ^\circ\text{C}$ y $V_1 = 0.003\ \text{m}^3$. ¿Cuánta potencia producirá este ciclo cuando se ejecute $4\ 000$ veces por minuto? Use calores específicos constantes a temperatura ambiente.
 11. Repita el problema 10 pero reemplace el proceso de expansión isentrópica por un proceso de expansión politrópica, con el exponente politrópico $n = 1.35$.

Práctica 12

Ciclo Joule Brayton

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. ¿Cuáles son los cuatro procesos que constituyen el ciclo Brayton ideal simple?
2. Para temperaturas máxima y mínima fijas, cuál es el efecto de la relación de presiones sobre a) la eficiencia térmica y b) la producción neta de trabajo de un ciclo Brayton ideal simple.
3. ¿Qué es la relación del trabajo de retroceso? ¿Cuáles son los valores típicos de relación del trabajo de retroceso para ciclos de potencia de turbina de gas?
4. ¿Por qué son las relaciones del trabajo de retroceso relativamente altas en los ciclos de potencia de turbina de gas?
5. ¿Cómo afectan las ineficiencias de la turbina y el compresor a) la relación del trabajo de retroceso y b) la eficiencia térmica de un ciclo de potencia de turbina de gas?
6. Considere un ciclo Brayton simple que usa aire como fluido de trabajo, tiene una relación de presiones de 12, una temperatura máxima de ciclo de 600 °C, y la entrada al compresor opera a 90 kPa y 15 °C. ¿Qué tendrá mayor impacto en la relación de trabajo de retroceso: una eficiencia isentrópica de compresor de 90 por

- ciento o una eficiencia isentrópica de turbina de 90 %? Use calores específicos constantes a temperatura ambiente.
7. Se usa aire como fluido de trabajo en un ciclo Brayton ideal simple que tiene una relación de presiones de 12, una temperatura de entrada al compresor de 300 K y una temperatura de entrada a la turbina de 1 000 K. Determine el flujo másico de aire necesario para una producción neta de potencia de 70 MW, suponiendo que tanto el compresor como la turbina tienen una eficiencia isentrópica de a) 100 %, y b) 85 %. Suponga calores específicos constantes a temperatura ambiente.
 8. Entra aire al compresor de un ciclo de potencia de turbina de gas a 300 K y 100 kPa, y se comprime a 700 kPa y 580 K. Se transfiere calor al aire en la cantidad de 950 kJ/kg antes de que entre a la turbina. Para una eficiencia de turbina de 86 %, determine a) la fracción de la producción de trabajo de la turbina que se usa para accionar el compresor y b) la eficiencia térmica. Suponga calores específicos variables para el aire.
 9. Un motor de avión opera en un ciclo Brayton ideal simple con una relación de presiones de 10. Se agrega calor al ciclo a razón de 500 kW; el aire pasa a través del motor a razón de 1 kg/s, y el aire al principio de la compresión está a 70 kPa y 0 °C. Determine la potencia producida por este motor y su eficiencia térmica. Use calores específicos constantes a temperatura ambiente.
 10. Una planta eléctrica de turbina de gas opera en un ciclo Brayton simple entre los límites de presión de 100 y 2000 kPa. El fluido de trabajo es aire, que entra al compresor a 40 °C y una razón de 700 m³/min y sale de la turbina a 650 °C. Usando calores específicos variables para el aire y suponiendo una eficiencia isentrópica de compresión de 85 % y una eficiencia isentrópica de turbina de 88

%, determine a) la producción neta de potencia, b) la relación del trabajo de retroceso y c) la eficiencia térmica.

11. Una planta eléctrica con turbina de gas que opera en el ciclo Brayton simple tiene una relación de presiones de 7. El aire entra al compresor a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 100 kPa . La temperatura máxima del ciclo es $1\ 500\text{ K}$. El compresor tiene una eficiencia isentrópica de 80% , y la turbina una de 90% . Suponga propiedades constantes para el aire a 300 K , con $C_v = 0.718\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $C_p = 1.005\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $R = 0.287\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $k = 1.4$.
12. Una planta eléctrica con turbina de gas opera en el ciclo Brayton simple entre los límites de presión de 100 y 800 kPa . El aire entra al compresor a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sale a $330\text{ }^{\circ}\text{C}$ a un flujo másico de 200 kg/s . La temperatura máxima del ciclo es $1\ 400\text{ K}$. Durante la operación del ciclo, la producción neta de potencia se mide experimentalmente como 60 MW . Suponga propiedades constantes para el aire a 300 K , con $C_v = 0.718\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $C_p = 1.005\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $R = 0.287\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $k = 1.4$.

Trace el diagrama T-s para el ciclo.

- a) Determine la eficiencia isentrópica de la turbina para estas condiciones de operación.
- b) Determine la eficiencia térmica del ciclo.

Práctica 13

Ciclo Rankine

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Se usa refrigerante 134a como fluido de trabajo en un ciclo Rankine ideal simple que opera la caldera a 1 400 kPa y el condensador a 10 °C. La mezcla a la salida de la turbina tiene una calidad de 98 %. Determine la temperatura de entrada a la turbina, la eficiencia térmica del ciclo y la relación de trabajo de retroceso de este ciclo.
2. Un ciclo Rankine ideal simple que usa agua como fluido de trabajo opera su condensador a 40 °C y su caldera a 300 °C. Calcule el trabajo que produce la turbina, el calor que se suministra en la caldera, y la eficiencia térmica de este ciclo cuando el vapor entra a la turbina sin ningún sobrecalentamiento.
3. Considere una planta eléctrica de vapor de agua que opera en un ciclo Rankine ideal simple y tiene una producción neta de potencia de 45 MW. El vapor entra a la turbina a 7 MPa y 500 °C y se enfría en el condensador a una presión de 10 kPa mediante la circulación de agua de enfriamiento de un lago por los tubos del condensador a razón de 2000 kg/s. Muestre el ciclo en un diagrama T-s con respecto a las líneas de saturación y determine a) la eficiencia térmica del ciclo, el flujo másico del vapor y c) la elevación de temperatura del agua de enfriamiento.

4. Un ciclo Rankine simple usa agua como fluido de trabajo. La caldera opera a 6000 kPa y el condensador a 50 kPa. A la entrada de la turbina, la temperatura es 450 °C. La eficiencia isentrópica de la turbina es 94 %, las pérdidas de presión y de bomba son despreciables, y el agua que sale del condensador está subenfriada en 6.3 °C. La caldera está diseñada para un flujo másico de 20 kg/s. Determine la tasa de adición de calor en la caldera, la potencia necesaria para operar las bombas, la potencia neta producida por el ciclo, y la eficiencia térmica.
5. En los ejercicios 1 y 2 utilizar una eficiencia isentrópica para la bomba de 85.5 % y para la turbina una eficiencia isentrópica de 83 %.
6. En los ejercicios 3 y 4 utilizar una eficiencia isentrópica para la bomba y turbina de 89 %.
7. Se deben calcular y comparar la producción neta de trabajo y la eficiencia térmica para los ciclos Carnot y Rankine ideal simple. El vapor de agua entra a la turbina en ambos casos a 5 MPa como vapor saturado y la presión del condensador es de 50 kPa. En el ciclo Rankine, el estado de salida del condensador es líquido saturado y en el ciclo Carnot el estado de entrada a la caldera es líquido saturado. Trace diagramas T-s para ambos ciclos.
8. Considere una planta termoeléctrica que quema el carbón y que produce 120 MW de potencia eléctrica. La planta opera en un ciclo Rankine ideal simple con condiciones de entrada a la turbina de 9 MPa y 550 °C, y una presión del condensador de 15 kPa. El carbón tiene un poder calorífico (energía liberada cuando se quema el combustible) de 29 300 kJ/kg. Suponiendo que 75 % de esta energía se transfiere al vapor de agua en la caldera, y que el generador eléctrico tiene una eficiencia de 96 %, determine

- a) la eficiencia total de la planta (la relación de producción neta de potencia eléctrica a entrada de energía como resultado de combustión de combustible).
9. Un ciclo ideal de recalentamiento Rankine con agua como fluido de trabajo opera la entrada de la turbina de alta presión a 8 000 kPa y 450 °C; la entrada de la turbina de baja presión a 500 kPa y 500 °C, y el condensador a 10 kPa. Determine el flujo másico a través de la caldera que se necesita para que este sistema produzca una potencia neta de 5000 kW, y la eficiencia térmica del ciclo.
 10. Un ciclo Rankine ideal con recalentamiento con agua como el fluido de trabajo funciona con una presión en la caldera de 15 000 kPa, el recalentador a 2000 kPa y el condensador a 100 kPa. La temperatura es de 450 °C a la entrada de 2 las turbinas de alta y baja presión. El flujo másico a través del ciclo es de 1.74 kg/s. Determine la potencia usada por las bombas, la potencia producida por el ciclo, la tasa de transferencia de calor en el recalentador y la eficiencia térmica de este sistema.
 11. Una planta termoeléctrica que usa el vapor de agua, opera en el ciclo Rankine ideal con recalentamiento. El vapor entra a la turbina de alta presión a 6MPa y 400 °C y sale a 2 MPa. El vapor se recalienta luego a presión constante a 400 °C antes de expandirse a 20 kPa en la turbina de baja presión. Determine la producción de trabajo de la turbina, en kJ/kg, y la eficiencia térmica del ciclo. También muestre el ciclo en un diagrama T-s con respecto a las líneas de saturación.

Práctica 14

Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. Una aplicación de producción de frío demanda una potencia frigorífica de 100.000 frig/h, su temperatura de evaporación debe ser $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su temperatura de condensación $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si se pretende usar en todos los casos R-22, calcular el trabajo de compresión, el calor de condensación y el coeficiente de eficiencia energética en los siguientes casos:
 - a) Ciclo estándar de compresión mecánica simple.
 - b) Compresión doble directa con enfriador intermedio, inyección parcial. (Eficiencia del enfriador intermedio 0.8).
 - c) Compresión doble directa con enfriador intermedio, inyección total.
 - d). Compresión doble en cascada.
2. Una máquina frigorífica utiliza el ciclo estándar de compresión de vapor. Produce 50 kW de refrigeración utilizando como refrigerante R-22, si su temperatura de condensación es $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la de evaporación $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, calcular:
 - a) Caudal de refrigerante.
 - b) Potencia de compresión.
 - c) Coeficiente de eficiencia energética.

- d) Relación de compresión.
 - e) Caudal volumétrico de refrigerante manejado por el compresor.
 - f) Temperatura de descarga del compresor.
 - g) Coeficiente de eficiencia energética del ciclo inverso de Carnot con las mismas temperaturas de evaporación y condensación.
3. Un refrigerador como el que se muestra en la figura usa refrigerante 134^a como fluido de trabajo y opera en un ciclo de refrigeración por compresión de vapor con una temperatura en el evaporador de -4 °F y una presión en el condensador de 130 Psia, siendo el rendimiento adiabático del compresor del 84%. El flujo masico del refrigerante es 6,5 lb/min. Calcúlese a) la potencia real suministrada al compresor, en hp b) Capacidad de refrigeración en Ton, c) el COP y d) desplazamiento efectivo, en pie³/min.

Práctica 15

Mezcla de gases ideales y reales

Sección: Fecha:/...../..... Duración:

Apellidos y nombres:

Instrucciones: Resuelva la práctica de manera responsable.

1. En un balón de 5 L, se tiene una muestra que contiene 2,43 moles de nitrógeno y 3,07 moles de oxígeno, a 298 K. Determina: **ver solución**
 - a) la presión total de los gases en el balón
 - b) la presión parcial de cada gas en el recipiente , por las leyes de Dalton.
2. En un recipiente de capacidad 10 litros contiene una mezcla de gases formada por 50 gr de oxígeno y 100 gramos de nitrógeno. Si la presión total del recipiente son 3 atm. Calcular las presiones parciales de cada gas.
3. Una mezcla de gases contiene 4,46 mol de neón (Ne), 0,74 mol de argón (Ar), y 2,15 mol de xenón (Xe). Determine las presiones parciales de los gases si la presión total es de 2,00 atm a cierta temperatura.
4. Una mezcla gaseosa presenta las siguientes fracciones molares; 0,36 de Br₂, 0,25 de Cl₂, y 0,39 de F₂. Si la presión total de la mezcla es 2,9 atmósferas, determinar la presión parcial de cada gas.

5. En un balón de 5 L, se tiene una muestra que contiene 2,43 moles de nitrógeno y 3,07 moles de oxígeno, a 298, 15 K. Determina:
- la presión total de los gases en el balón
 - la presión parcial de cada gas en el recipiente, por las leyes de Dalton.

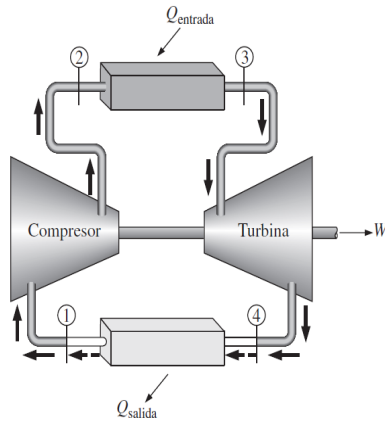
Modelo de evaluación final asignatura

Termodinámica I

Instrucciones:

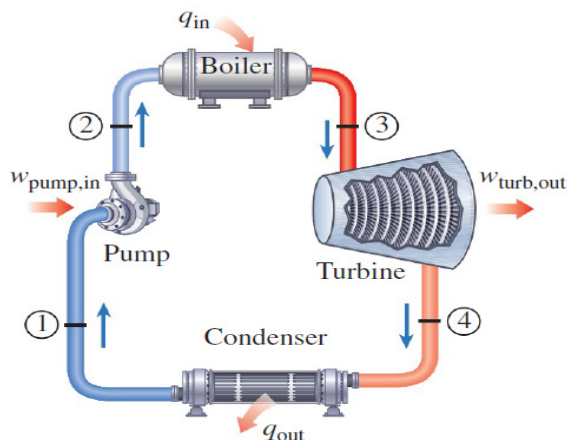
- El examen tendrá una duración efectiva de 100 minutos como máximo.
 - No se permite el uso de cualquier equipo electrónico que no sea calculadora.
 - Resolver de manera ordenada y clara con lapiceros los problemas, encierre en un recuadro sus respuestas.
 - Está prohibido permanecer con el celular, hojas con relación al curso (bolsillo/cartucheras); de ser así, el examen será anulado automáticamente.
 - Use formularios solo del examen.
-

1. Una planta eléctrica con turbina de gas opera en un ciclo Brayton simple entre los límites de presión de 100 y 800 KPa. El aire entra al compresor a 30 °C y sale a 300 °C a un flujo másico de 200 kg/s. La temperatura máxima del ciclo es 1400K. Durante la operación del ciclo, la producción neta de potencia se mide experimentalmente como 60 MW. Determinar:
 - a) La eficiencia isentrópica de la turbina para estas condiciones de operación.
 - b) Eficiencia del ciclo real.
 - c) Hallar la masa del combustible si se tiene un poder calorífico de 900 KJ/Kg.
 - d) Diagrama T-s.



2. Un ciclo Rankine simple usa agua como fluido de trabajo. La caldera opera a 6000 KPa y el condensador a 50 KPa. A la entrada de la turbina, la temperatura es 450 °C, la eficiencia isentrópica de la turbina es 94 %, las pérdidas de presión y de bomba son despreciables, la caldera está diseñada para un flujo másico de 20 kg/s. Determine:

- a) El flujo de calor en la caldera.
- b) La potencia necesaria para operar las bombas.
- c) Potencia neta producida por el ciclo.
- d) Eficiencia del ciclo real.



- Hallar los trabajos de cada máquina si presentan una $\eta = 2\eta_B$, además determinar T_C . Sabiendo que $T_B = 1227^\circ\text{C}$, $T_A = 2727^\circ\text{C}$, $Q_A = 600\text{KJ}$ y $Q_C = 225$, y la temperatura del foco que recibe el calor rechazado de la máquina A es 1227°C .

