



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



Ejercicios propuestos para las asignaturas

SISTEMAS TERMODINÁMICOS Y ELECTROMAGNETISMO

FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO

Plan de Estudio 2016

1. Una máquina térmica absorbe 360 [J] de calor y realiza un trabajo de 25 [J] en cada ciclo. Encuentre:
 - a) La eficiencia de la máquina.
 - b) El calor liberado en cada ciclo.
2. Se tiene un motor térmico que trabaja entre dos depósitos de temperaturas, uno de alta (T_A) y otro de baja (T_B). Del primer depósito (T_A) se obtienen 32000 [J] para el ciclo y éste cede al segundo (T_B) 18000 [J]. Calcular el trabajo obtenido por dicho motor y su eficiencia.
3. La eficiencia térmica de un motor es del 40% y al sumidero (T_B) que se encuentra a una temperatura de 300 [K] se le ceden 20000 [J] de calor. Calcular:
 - a) La cantidad de energía que extrae del foco caliente.
 - b) El trabajo que es capaz de realizar dicho motor.
4. El rendimiento de una máquina térmica es del 60%. Del foco caliente toma una cantidad de energía en forma de calor de 15400 [J] y desprende otra cantidad al foco frío que está a una temperatura de 200 [K].
 - a) Calcula la cantidad de calor que cede al foco frío.
 - b) Calcula el trabajo realizado por la máquina.
5. Un motor a gasolina toma 10 000 [J] de calor y produce 2 000 [J] de trabajo mecánico por ciclo. El calor se obtiene quemando gasolina, con un calor obtenido por la combustión de alrededor de 50 000 [J/g]. Determinar en el SI:
 - a) La eficiencia térmica del motor.
 - b) El calor que se desecha en cada ciclo.
 - c) La masa de gasolina que se quema en cada ciclo.
 - d) Si el motor ejecuta 25 ciclos cada segundo, calcule la potencia de salida en [W] y en [hp].
 - e) La cantidad de gasolina que se quema cada segundo y cada hora.

Elaboración: Martín Bárcenas Escobar **Revisión:** Gabriel Alejandro Jaramillo Morales, María Ofelia Rodríguez Durán, Violeta Bravo Hernández, Hortencia Caballero López

6. Un refrigerador tiene un coeficiente de operación de $\beta=2.2$. Durante cada ciclo, absorbe 30[kJ] de calor del depósito con temperatura baja, obtenga:
 - a) El trabajo necesario en cada ciclo.
 - b) La energía en forma de calor que desecha al ambiente en cada ciclo.
7. Un refrigerador tiene un coeficiente de operación igual a 5. Si el refrigerador absorbe 120[J] de calor de una fuente fría en cada ciclo, encuentre:
 - a) El trabajo realizado en cada ciclo.
 - b) El calor liberado hacia la fuente caliente.
8. El calor absorbido por una máquina térmica es el triple del trabajo que realiza.
 - a) ¿Cuál es su eficiencia térmica?
 - b) ¿Qué fracción del calor absorbido se libera a la fuente fría?
9. Una máquina térmica absorbe 1600[J] de una fuente caliente y libera 1000 [J] a la fuente fría en cada ciclo.
 - a) ¿Cuál es la eficiencia de la máquina?
 - b) ¿Cuánto trabajo se realiza en cada ciclo?
 - c) ¿Cuál es la potencia de salida de la máquina, si cada ciclo dura 0,3 [s]?
10. Un estudiante ocioso agrega calor a 0.350 [kg] de hielo a 0.0 [°C] hasta derretirlo todo, quedando agua líquida a 0 [°C].
 - a) Calcule el cambio de entropía del agua.
 - b) La fuente de calor es un cuerpo muy masivo que está a 25.0 [°C]. Calcule el cambio de entropía de ese cuerpo.
 - c) Determine el cambio total de entropía del agua y la fuente de calor.
11. Un bloque de hielo de 15 [kg] a 0.0 [°C], sólo se derrite dentro de una habitación grande cuya temperatura es de 20 [°C]. Considere el hielo más la habitación como un sistema aislado y suponga que la habitación es lo bastante grande como para despreciar su cambio de temperatura.
 - a) ¿El proceso de la fusión del hielo es reversible o irreversible? Explique su razón con argumentos físicos sencillos, sin recurrir a ninguna ecuación.
 - b) Calcule el cambio neto de entropía del sistema durante este proceso. Explique si el resultado es congruente o no con su respuesta en el inciso anterior.
12. Tres moles de gas ideal sufren una compresión isotérmica reversible a 20 [°C], durante la cual se efectúa 1850 [J] de trabajo sobre el gas. Calcule el cambio de entropía del gas.

13. Determinar lo siguiente:
- Calcule el cambio de entropía cuando 1 [kg] de agua a 100 [°C] se convierte en vapor a 100 [°C].
 - Compare su respuesta con el cambio de entropía cuando 1 [kg] de hielo se funde a 0 [°C]. ¿El cambio de entropía es mayor para la fusión o para la vaporización? Interprete su respuesta con base en la idea de que la entropía es una medida de aleatoriedad de un sistema.
14. Si 25 [g] de metal galio se funden en su mano, ¿cuál es el cambio de entropía del galio en el proceso? ¿Qué sucede con el cambio de entropía de su mano? ¿es positivo o negativo? ¿Es mayor o menor esta magnitud que el cambio de entropía del galio?
15. Calcule el cambio de entropía cuando 300 [g] de plomo se funden a 327 [°C]. La entalpia de fusión del plomo es 24.5 [kJ/kg].
16. Un kilogramo de agua a 0 [°C] se mezcla con una cantidad igual de agua líquida a 100 [°C]. Después de que se alcanza el equilibrio termodinámico, la mezcla tiene una temperatura uniforme de 50 [°C]. ¿Cuál es el cambio de entropía del sistema (mezcla)?
17. Una [mol] de gas ideal se calienta cuasiestáticamente a volumen constante, para aumentar su temperatura de 300 a 400 [K]. ¿Cuál es el cambio en la entropía del gas?
18. Una [mol] de gas argón ($c_v=12.5$ [J/mol K]) se calienta cuasiestáticamente a volumen constante de 300 [K] a 400 [K]. ¿Cuál es el cambio en la entropía del gas?
19. Una [mol] de oxígeno que se comporta como gas ideal, se expande con una temperatura constante de $T= 310$ [K] desde un volumen inicial $V_1 = 12$ litros hasta un volumen final $V_2 = 19$ litros. Calcule la variación de entropía de dicha expansión.
20. Dos [mol] de helio ($M=4.0026$ [g/mol]), como gas ideal monoatómico, con $T_1= 60$ [°C], $P_1= 77\ 000$ [Pa], $c_p=(5/2)R$ y $R= 2077$ [J/kgK] se expande isobáricamente de forma tal que su energía interna aumenta en 714.28 [J]. Se sabe que se agregó energía en forma de calor igual a 1000 [J]. Determine en el SI:
- el valor de c_p
 - el valor de c_v
 - la temperatura T_2
 - El trabajo realizado, ¿quién lo realizó?, los volúmenes V_1 y V_2
 - ¿Cuál es el cambio en la entropía del gas?
21. Calcule el cambio de entropía en una expansión libre (isotérmica) de 2 moles de gas ideal, si su volumen final es 3 veces el inicial.

22. Calcule el cambio de entropía de 2 moles de un gas ideal que realiza una expansión libre a 1 [atm] de presión y que triplica su volumen inicial.
23. ¿Cuál es la disminución en la entropía de 3 [mol] de gas helio que se enfría a 1 bar de presión desde la temperatura ambiente de 293 [K] hasta una temperatura final de 4 [K]? Considere para el helio $C_p = 21 \text{ [J / mol} \cdot \text{K]}$.
24. Un refrigerador doméstico debe mantener el congelador a una temperatura de $-18 \text{ [}^\circ\text{C]}$ y funciona con un coeficiente de operación de 2.24. La potencia que consume su motor es de 2 [kW]. ¿Cuánta energía en forma de calor extrae del congelador en cada segundo?
25. Una bomba de calor transporta calor desde un foco frío a $0 \text{ [}^\circ\text{C]}$ hasta un foco caliente a $100 \text{ [}^\circ\text{C]}$. Si funciona con un coeficiente de operación igual 3.4, calcule:
- La cantidad de agua que debe congelarse en el foco frío, para lograr la evaporación de 1 [kg] de agua en el foco caliente.
 - El trabajo que debe entregarse a la bomba de calor.
26. Para resolver un problema de calefacción en un edificio, que pierde 8 [kW] de energía en forma de calor, un alumno de ingeniería ha diseñado una bomba de calor capaz de mantener una temperatura confortable de $22 \text{ [}^\circ\text{C]}$ en el edificio en época de invierno. Extrayendo energía de un lago próximo que está a $2 \text{ [}^\circ\text{C]}$, empleando un motor con una potencia de 1 [kW].
- Calcula la cantidad de calor que extrae del foco frío.
 - Calcula el coeficiente de operación del calefactor.
27. Una máquina de vapor tiene una caldera que opera a 500 [K]. El calor cambia el agua a vapor, el cual mueve un pistón. La temperatura de escape es la del aire ambiente, aproximadamente $27 \text{ [}^\circ\text{C]}$. ¿Cuál es la máxima eficiencia térmica de esta máquina de vapor?
28. Determine el máximo trabajo que puede realizar la máquina de vapor anterior, en cada ciclo de operación, si absorbe 200[J] de calor de la fuente a temperatura alta durante cada ciclo.
29. La máxima eficiencia teórica de un motor de gasolina, basada en el ciclo de Carnot, es de 30%. Si el motor libera sus gases a la atmósfera, la cual está a una temperatura de 300[K], ¿cuál es la temperatura en el cilindro inmediatamente después de la combustión?
30. Si la máquina anterior absorbe 837 [J] de calor de la fuente de calor en cada ciclo, ¿cuánto trabajo realiza en cada ciclo?

Respuestas

1.- Solución:

- a) 0.0694 o 6.94%
- b) 335 [J]

2.- Solución:

14000, 43.75 %

3.- Solución:

- a) 33333 [J]
- b) 13333 [J]

4.- Solución:

- a) 6160 [J]
- b) 9240 [J]

5.- Solución:

- a) $\eta = 0.2$ ó 20%
- b) $-Q_B = -8000$ [J]
- c) $m = 0.20$ [g]}
- d) $P = 50\,000$ [W] = 5 [kW]; $P = 67$ [hp]
- e) 18 [kg/h]

6.- Solución:

- a) $W = 13\,600$ [J]
- b) $Q_A = 43\,600$ [J]

7.- Solución:

- a) 24 [J]
- b) 144 [J]

8.- Solución:

- a) 0.3333 o 33.33%
- b) 0.6667 o 66.67%

9.- Solución:

- a) 0.375 o 37.5%
- b) 600 [J]
- c) 2 [kW] o 2000[W]

10.- Solución:

- a) $\Delta S_{\text{fus}} = 429.1[\text{J}/\text{K}]$
- b) $\Delta S_{\text{fuente}} = -393.118[\text{J}/\text{K}]$
- c) $\Delta S_{\text{sist.cerr}} = 35.982[\text{J}/\text{K}]$

11.- Solución:

- a) El proceso de fusión es irreversible, no se puede esperar que el líquido regrese a sólido sin alterar al medio ambiente.
- b) $\Delta S_{\text{sist.asil}} = 1254.745[\text{J}/\text{K}]$

12.- Solución:

$$\Delta S_{12} = -6.3108[\text{J}/\text{K}]$$

13.- Solución:

- a) $\Delta S_{\text{eb}} = 6046.507[\text{J}/\text{K}]$
- b) $\Delta S_{\text{fus}} = 1226[\text{J}/\text{K}]$

14.- Solución:

$$\Delta S_{\text{Ga}} = 6.635[\text{J}/\text{K}]$$

$$\Delta S_{\text{mano}} = -6.502[\text{J}/\text{K}]$$

$$|\Delta S_{\text{mano}}| < |\Delta S_{\text{Ga}}|$$

15.- Solución:

$$\Delta S = 12.25[\text{J}]$$

16.- Solución:

$$\Delta S = 102[\text{J}/\text{K}]$$

Elaboración: Martín Bárcenas Escobar **Revisión:** Gabriel Alejandro Jaramillo Morales, María Ofelia Rodríguez Durán, Violeta Bravo Hernández, Hortencia Caballero López

17.- Solución:

$$\Delta S = 3.59[\text{J/K}]$$

18.- Solución:

$$3.596 [\text{J/K}]$$

19.- Solución:

$$\Delta S = 12.3[\text{J/K}]$$

20.- Solución:

a) $C_p = 5192.5[\text{J/Kg}\Delta\text{K}]$

b) $C_v = 3115.5[\text{J/Kg}\Delta\text{K}]$

c) $T_2 = 361.79[\text{K}]$

d) ${}_1W_2 = -285.72 [\text{J}]$ $V_1 = 0.07194[\text{m}^3]$
 $V_2 = 0.07812[\text{m}^3]$

e) $\Delta S_{12} = 3.428[\text{J/K}]$

21.- Solución:

$$\Delta S = 18.3[\text{J/K}]$$

22.- Solución:

$$18.3 [\text{J/K}]$$

23.- Solución:

$$\Delta S = 270.51[\text{J/K}]$$

24.- Solución:

$$4.48 [\text{kW}]$$

25.- Solución:

a) $4.76 [\text{kg}]$

b) $663.8235 [\text{kJ}]$

26.- Solución:

a) $7 [\text{kW}]$

b) 8

27.- Solución:

$$\eta \approx 0.4$$

28.- Solución:

$$W = 80[\text{J}]$$

29.- Solución:

$$T_A = \frac{T_B}{(1-\eta)} = 429[\text{K}]$$

30.- Solución:

$$W = 251.1[\text{J}]$$