

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA (FIUCV)  
TERMODINÁMICA PARA INGENIEROS QUÍMICOS (5310)  
GUIA DE PROBLEMAS TEMA 4  
SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA

1. Un ingeniero mecánico asegura haber desarrollado un motor de carro que para funcionar utiliza agua en lugar de gasolina. ¿cuál es su comentario sobre este hecho?
2. Describa un proceso imaginario que satisfaga la primera ley pero viole la segunda ley de la termodinámica.
3. Describa un proceso imaginario que satisfaga la segunda ley pero viole la primera ley de la termodinámica.
4. Describa un proceso imaginario que viole la primera ley y la segunda ley de la termodinámica.
5. Un ingeniero mantiene que ha aumentado la temperatura de una pequeña cantidad de agua hasta  $150^{\circ}\text{C}$ , transfiriendo calor desde un vapor a alta presión y  $120^{\circ}\text{C}$ . Es esto razonable? Porque? Asuma que ninguna bomba calorimétrica ni un refrigerador fueron utilizados en el proceso.
6. Considere la energía disipada por un computador en un cuarto. Cual es la mejor escogencia para un reservorio de energía térmica?
7. Es posible que una máquina térmica opere sin descargar calor a un reservorio de baja temperatura?. Explique.
8. Describa las dos maneras de determinar el trabajo neto producido por una máquina térmica.
9. Considere una olla con agua que se quiere calentar a) colocándola sobre una estufa eléctrica y b) introduciendo un elemento de calentamiento en el agua. Cual de las dos maneras es mas eficiente para calentar el agua?
10. Una máquina térmica que tenga una eficiencia del 100% necesariamente viola a) la primera ley y b) la segunda ley de la termodinámica?. Explique.
11. Están las eficiencias de todos los dispositivos productores de trabajo, incluyendo las plantas de potencia hidroeléctrica, limitadas por el postulado de Kelvin-Planck para la segunda ley?.
12. Una planta de potencia de vapor de 800 MW, la cual es enfriada por un río cercano, tiene una eficiencia térmica del 40 por ciento. Calcule la velocidad de transferencia de calor al agua del río. Será el verdadero valor de esta velocidad de transferencia de calor mayor o menor que este valor?. Porque?
13. El motor de un automóvil consume combustible a razón de 20 L/h y suministra 60 kW de potencia a los cauchos. Si el combustible tiene un valor de calentamiento de 44000 kJ/kg y un peso específico de 0.8, determine la eficiencia del motor.
14. Una planta de potencia construida en 1987 fue diseñada para operar entre las temperaturas límites de  $86^{\circ}\text{F}$  en la superficie del océano y  $41^{\circ}\text{F}$  a una profundidad de 2100 pies. Cerca de 13300 gpm de agua de mar fría fue bombeada desde la profundidad del océano, a través de una tubería de 40 pulgadas de diámetro interno, como medio de enfriamiento. SI la temperatura del agua de

enfriamiento aumenta  $6^{\circ}\text{C}$ , calcule la máxima eficiencia térmica que puede obtenerse en la planta, y la máxima cantidad de potencia que se puede generar.

15. Considere una cocina eléctrica de 3 kW en un área donde el costo unitario de electricidad y gas natural son  $\$0.07/\text{kWh}$  y  $\$0.60/\text{therm}$ , respectivamente. La eficiencia de una cocina eléctrica se puede considerar del 73%, mientras que para una cocina a gas es del 38%. Determine el consumo de energía para la cocina a gas, si desea producir el mismo resultado que la cocina eléctrica; y el costo unitario de energía utilizada, para ambas cocinas. Nota: 1 therm = 29.3 kWh.
16. Un cuarto de ejercicios tiene 8 equipos de levantamiento de pesas que no necesitan motor, también tiene 4 caminadoras, cada una de ellas equipada con un motor de 2.5 hp. Los motores operan con un factor de carga de 0.7 y una eficiencia de 0.77. Durante las horas de la tarde, todos los equipos están ocupados y se usan continuamente, además hay dos personas haciendo ejercicios livianos mientras esperan por uno de los equipos. Determine la velocidad el flujo de calor que recibe el cuarto, durante el tiempo descrito.
17. Cual es la diferencia entre un refrigerador y una bomba calorimétrica?
18. Cual es la diferencia entre un refrigerador y un aire acondicionado?
19. Una nevera con un COP de 1.8 retira calor desde el espacio refrigerado a una velocidad de 90 kJ/min. Determine a) La potencia consumida por la nevera y b) la velocidad de transferencia de calor al aire de la cocina.
20. Un aire acondicionado retira calor en forma estacionaria desde una casa a una velocidad de 750 kJ/min mientras absorbe 6 kW de electricidad. Determine a) COP del aire acondicionado y b) el flujo de calor transferido a la parte exterior de la casa.
21. Se tiene un edificio cuya carga de aire acondicionado se estima en 120000 kWh en un lugar donde el costo unitario de electricidad es de Bs.1200/kWh. Se ha considerado la compra de un aire acondicionado para el edificio y usted debe decidir entre dos de ellos. El aire acondicionado A tiene un COP promedio de 3.2 y cuesta Bs.11 MM su compra e instalación. El aire acondicionado B tiene un COP promedio de 5 y cuesta Bs.14 MM su compra e instalación. Si todo lo demás relacionado con la decisión permanece igual, cual aire acondicionado compraría usted?
22. Es sabido que la temperatura del aire aumenta cuando se comprime. Un inventor pensó usar este aire “caliente” para calentar edificios. El usó un compresor impulsado por un motor eléctrico. El inventor sostiene que el sistema aire-comprimido-caliente es 25% mas eficiente que el sistema de calentamiento de una resistencia que suministra una cantidad equivalente de calentamiento. Es valido lo que sostiene el inventor o es solo otra máquina de movimiento perpetuo?. Explique
23. Una papa caliente se deja sobre una mesa donde se enfría hasta alcanzar la temperatura ambiente. Es este un proceso reversible?. Explique.
24. Porque siempre estamos pensando en procesos reversibles si ellos nunca pueden ser logrados?
25. Se comprime aire desde  $20^{\circ}\text{C}$  y 100 kPa hasta  $300^{\circ}\text{C}$  y 800 kPa, primero de una manera reversible y después de una manera irreversible. Cual compresión requiere mas suministro de trabajo?

26. Cuales son los cuatro procesos que forman el ciclo de Carnot?
27. Cuales son los dos postulados que se conocen como los principios de Carnot?
28. Es posible desarrollar una máquina térmica cíclica a) real y b) reversible que sea mas eficiente que la de Carnot operando entre los mismos límites de temperatura? Explique.
29. Existe alguna manera de aumentar la eficiencia de una máquina térmica de Carnot además de aumentar la  $T_H$  o disminuir la  $T_L$ ?
30. Considere dos plantas de potencia operando con energía solar. La energía se suministra a una de las plantas desde un pozo solar a  $80^\circ\text{C}$  y a la otra desde colectores de concentración de rayos solares los cuales aumentan la temperatura del agua hasta  $600^\circ\text{C}$ . Cual de esas plantas de potencia tiene una eficiencia mayor?. Explique.
31. Una máquina térmica opera entre una fuente de  $550^\circ\text{C}$  y un sumidero de  $25^\circ\text{C}$ . Si el calor se suministra a esta máquina a un flujo estable de  $1200\text{ kJ/min}$ , determine la máxima potencia producida por la máquina.
32. En climas tropicales, el agua cerca de la superficie del océano permanece tibia a lo largo del año como un resultado de la absorción de la energía solar. En las partes mas profundas del océano, sin embargo, el agua permanece a una relativa baja temperatura, puesto que los rayos solares no penetran muy profundo. Se ha propuesto aprovecharse de esta diferencia de temperaturas y construir una planta de potencia que absorba calor del agua caliente cerca de la superficie y descargue el calor remanente en el agua fría unos cientos de metros mas abajo de la superficie. Determine la máxima eficiencia térmica de tal planta si las temperaturas del agua son  $24^\circ\text{C}$  y  $4^\circ\text{C}$ .
33. Un investigador anuncia que, basado en sus medidas, una máquina térmica absorbe  $300\text{ Btu}$  de calor de una fuente a  $900\text{ R}$ , convierte  $160\text{ Btu}$  de ese calor a trabajo, y descarga el resto como desecho en un sumidero a  $540\text{ R}$ . Son esas medidas razonables? Porque?.
34. Como se puede aumentar el COP de un refrigerador de Carnot?
35. Cual es el mas alto COP de un refrigerador operando entre los niveles de temperatura  $T_L$  y  $T_H$ ?
36. Un refrigerador de Carnot opera en un cuarto en el cual la temperatura es  $25^\circ\text{C}$  y consume  $2\text{ kW}$  de potencia cuando está trabajando. Si el compartimiento del refrigerador se debe mantener a  $3^\circ\text{C}$ , determine el flujo de calor removido del compartimiento de comidas.
37. Un inventor sostiene que ha desarrollado un sistema de refrigeración que absorbe calor desde una región cerrada a  $-5^\circ\text{C}$  y los descarga en el aire de los alrededores a  $22^\circ\text{C}$  mientras alcanza un COP de  $8.2$ . Es esto correcto? Porque?
38. Un sistema de aire acondicionado se usa para mantener una casa a  $75^\circ\text{F}$  cuando la temperatura exterior es  $95^\circ\text{F}$ . Hacia la casa se transfiere calor a través de paredes y ventanas a razón de  $750\text{ btu/min}$ , y la generación de calor dentro de la casa por personas, luces y equipos funcionando es de  $150\text{ Btu/min}$ . Determine la mínima potencia que se requiere para este aire acondicionado.

39. Una bomba calorimétrica se usa para calentar y mantener una casa a  $20^{\circ}\text{C}$ . En un día de invierno, cuando la temperatura externa es de  $-5^{\circ}\text{C}$ , se estima que la casa pierde calor a una velocidad de  $75000\text{ kJ/h}$ . Determine la mínima potencia requerida para que opere esta bomba calorimétrica.
40. El rendimiento de una bomba calorimétrica se degrada (su COP disminuye) cuando la temperatura de la fuente térmica disminuye. Esto hace que el uso de este tipo de dispositivo, en lugares de inviernos muy fuertes, no sea atractivo. Considere una casa que se calienta y mantiene a  $20^{\circ}\text{C}$  por una bomba calorimétrica durante el invierno. Cual es el máximo COP para esta bomba calorimétrica si el calor se extrae a partir de aire exterior a a)  $10^{\circ}\text{C}$ ; b)  $-5^{\circ}\text{C}$  y c)  $-30^{\circ}\text{C}$ .
41. Alguien propone que los requerimientos totales de refrigeración/congelación de una tienda sean logrados usando un congelador grande que suministre suficiente aire frío a  $-20^{\circ}\text{C}$  en lugar de instalar refrigeradores y congeladores por separado. Que piensa usted de la idea?
42. Comúnmente se recomienda que las comidas calientes se enfríen primero hasta temperatura ambiente antes de ser colocadas en una nevera, de manera de ahorrar energía. A pesar de esta recomendación, de mucho sentido común, una persona se mantiene cocinando grandes ollas de estofado dos veces por semana y colocándolas en el refrigerador cuando aun está caliente, pensando que el dinero ahorrado es muy poco. Esa persona dice que se dejaría convencer si usted le demuestra que el dinero ahorrado es significativo. La masa promedio de la olla con el estofado es de  $5\text{ kg}$ . La temperatura promedio de del aire de la cocina es  $20^{\circ}\text{C}$  y la temperatura promedio de la comida es  $95^{\circ}\text{C}$  cuando se saca de la cocina. El espacio refrigerado se mantiene a  $3^{\circ}\text{C}$  y el calor específico promedio de la comida y la olla se puede asumir igual a  $3.9\text{ kJ}/(\text{kg}^{\circ}\text{C})$ . Si el refrigerador tiene un coeficiente de rendimiento de  $1.2$  y el costo de la electricidad es Bs.  $1000/\text{kWh}$ , determine cuanto esa persona ahorrara en un año esperando que la comida se enfríe hasta temperatura ambiente, antes de ponerla en el refrigerador.
43. Considere una máquina térmica cíclica de Carnot operando en estado de flujo estacionario usando agua como fluido de trabajo. El ciclo tiene una eficiencia térmica de  $30\%$  y el agua cambia de liquido saturado a vapor saturado a  $300^{\circ}\text{C}$  durante el proceso de suministro de calor. Si el flujo másico del agua es  $5\text{ kg/s}$ , determine la potencia neta de esta máquina, en kW.
44. Considere dos máquinas térmicas de Carnot operando en serie. La primera máquina recibe calor de un reservorio a  $1200\text{ K}$  y descarga el sobrante en otro reservorio que se encuentra a una temperatura  $T$ . La segunda máquina recibe la energía descargada por la primera y convierte parte de ella a trabajo, y descarga el resto en un reservorio a  $300\text{ K}$ . Si la eficiencia térmica de ambas máquinas es la misma, determine la temperatura  $T$ .
45. Una maquina térmica cuyo medio de trabajo es un gas ideal con calores específicos constantes, realiza un ciclo termodinámico cuyos procesos reversibles son: calentamiento a volumen constante desde el estado 1; expansión adiabática desde el estado 2 hasta el estado 3; y compresión isobarica desde el estado 3 hasta el estado 1. a) En un diagrama presión volumen represente el ciclo termodinámico y b) Calcule la eficiencia térmica del ciclo en función de  $k$ ,  $p_1$ ,  $v_1$ ,  $p_2$  y  $v_3$ .
46. Una bomba de calor se va a utilizar para calentar una casa en el invierno. La casa se va a mantener a  $78^{\circ}\text{F}$  todo el tiempo. Cuando la temperatura del exterior disminuye a  $25^{\circ}\text{F}$ , se estima que las perdidas térmicas de la casa serán de  $80.000\text{ BTU/hr}$ . Determine la potencia mínima requerida

para hacer funcionar esta bomba de calor si el calor se extrae de a) El aire exterior a 25 °C, b) El agua de un pozo a 50 °F.

47. Una máquina de Carnot opera con vapor húmedo entre temperaturas de 540 K y 370 K. Si la máquina toma 1640,1 Joules de calor/g, determine:
- La eficiencia térmica de la máquina
  - El trabajo desarrollado por gramo de agua
  - El calor disipado por la máquina
48. Es posible comprimir aire adiabáticamente desde una presión de 1 bar y una temperatura de 25 °C, hasta una presión de 10 bar y una temperatura de 100 °C.  $C_p = 1 \text{ J/gm K}$ ?. Justifique su respuesta.
49. Con el objeto de aprovechar la energía solar, se desea construir un colector de energía sobre el cual pueden incidir aproximadamente 950 W/m<sup>2</sup>. La temperatura de equilibrio del colector es de 40 °C cuando la temperatura ambiente es de 20 °C. La energía que incide sobre el colector puede pasarse a través de una máquina térmica, producir trabajo, y descargar una parte del calor hacia la atmósfera. Calcule la superficie mínima que debe tener el colector para desarrollar una potencia útil de 1 kW.
50. Un inventor afirma haber fabricado una máquina térmica que recibe 800 kJ de calor de una fuente de 400 K y produce 250 kJ de trabajo neto mientras libera el calor de desecho en un sumidero a 300 K. ¿Es razonable esta afirmación? ¿Por qué?