

## **Unidad 1: TERMODINÁMICA**

### **Guía de Problemas**

*Sistemas termodinámicos. Propiedades. Equilibrio térmico. Escalas de temperatura. Calorimetría. Capacidades caloríficas. Formas de transmisión del calor. Primer principio de la termodinámica. Segundo principio de la termodinámica. Máquinas térmicas. Entropía.*

### **Bibliografía**

SERWAY R., FAUGHN J. FÍSICA. 6ta. Edición. México: Cengage Learning; 2008  
SEARS F., ZEMANSKY M., YOUNG H., FREEDMAN R., FÍSICA UNIVERSITARIA.  
(Vol. I y II). Editorial Pearson, 13a Edición; 2013  
RESNICK R., HALLIDAY D., KRANE K. FÍSICA (Vol. I y II). Editorial C.E.C.S.A., 5a.  
Edición; 2002

### **Problemas**

- 1) Enuncie la Ley 0 de la Termodinámica. Defina equilibrio térmico.
- 2) a) ¿A qué nos referimos en termodinámica con la palabra sistema?  
b) Clasifique las siguientes propiedades de un sistema en intensivas y extensivas:

Temperatura	Densidad
Presión	Calor específico
Volumen	Capacidad calorífica
Energía interna	Concentración de un componente
Masa	Cantidad total de un componente

- 3) El punto de fusión de la plata es de 1064°C, y el de ebullición es de 2660°C.  
a) Exprese estas temperaturas en Kelvin.  
b) Calcule la diferencia entre estas temperaturas en grados Celsius y en Kelvin.

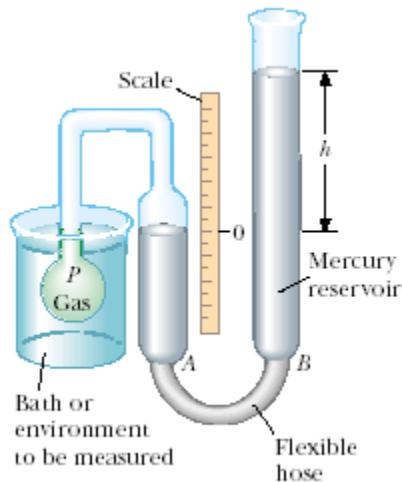
-Rta.: a) 1337 K; 2933 K. b) 1596 °C; 1596 K.

- 4) Un alambre telefónico de cobre está estirado (prácticamente sin combarse) entre dos postes separados 30 m cuando la temperatura es de 10°C. ¿Cuál será su longitud en un día de verano con una temperatura de 35°C?

-Rta: 30,01275 m

5) Un termómetro de gas de volumen constante está calibrado en hielo seco (dióxido de carbono en estado sólido) a temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ , y en alcohol etílico en ebullición ( $78^{\circ}\text{C}$ ). Las presiones correspondientes resultaron ser de 0,900 atm y 1,635 atm.

- ¿Qué valor para el cero absoluto arroja esta calibración?
- ¿Cuáles serán las presiones correspondientes al punto de congelamiento del agua y al punto de ebullición del agua?



-Rta: a)  $-273,46^{\circ}\text{C}$ ; b) 1,272 atm; 1,737 atm.

6) La presión del neumático de un automóvil es de 45 psi (absoluta) en un día con temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ . Después de viajar un tiempo a alta velocidad, la temperatura del aire del neumático aumenta a  $85^{\circ}\text{C}$  y el volumen del neumático se incrementa un 2%. ¿Cuál es ahora la presión del neumático? (1 psi = 6895 Pa).

-Rta.: 53,9 psi.

7) Un tanque para buceo está diseñado para almacenar  $1,7 \text{ m}^3$  de aire a presión atmosférica a  $22^{\circ}\text{C}$ . Cuando este volumen de aire es comprimido a una presión de 3000 psi para almacenarlo en el tanque de 10 litros de capacidad, el aire se calienta tanto que debe esperarse que se enfrié el tanque para poder utilizarlo. ¿Cuál será la temperatura del aire antes de que comience a enfriarse? (asumir que el aire se comporta como un gas ideal).

-Rta.:  $81,14^{\circ}\text{C}$ .

8) A 25 m bajo la superficie del mar (presión 350 KPa), donde la temperatura es de  $5^{\circ}\text{C}$ , un buzo exhala una burbuja de aire de  $1 \text{ cm}^3$  de volumen. Si la temperatura en la superficie es de  $20^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será el volumen de la burbuja justo cuando alcance la superficie del agua?

-Rta.: 3,64 cm<sup>3</sup>.

9) Una lata de aerosol de 125 cm<sup>3</sup> que contiene gas propelente a una presión de 2 atm (202 KPa) a 22°C, es arrojada al fuego donde la temperatura del gas alcanza los 195°C. Cuál es ahora la presión del gas si:

- a) El volumen de la lata no cambia apreciablemente al calentarse.
- b) El volumen de la lata aumenta un 5% al calentarse.

-Rta.: a) 3,172 atm; b) 3,020 atm.

10) El láser *Nova* del Lawrence Livermore National Laboratory en California, es usado en estudios sobre fusión nuclear controlada. Desarrolla una potencia de  $1,6 \times 10^{13}$  W durante un intervalo de tiempo de 2,5 ns. Compare la energía que entrega durante ese intervalo con la requerida para calentar 1 litro de agua para el mate, de 20°C a 80°C.

-Rta.: Láser 40 KJ; Calentar agua 251 KJ.

11) a) ¿Qué se entiende por calor específico?

- b) En un gráfico P-V para un gas ideal, indique formas (caminos) que pueden seguirse para calentar un gas entre dos isotermas separadas 1 K.
- c) ¿Qué representan los calores específicos a presión constante  $c_p$  y a volumen constante  $c_v$ ? ¿Cuál es mayor y por qué?

12) Una pava eléctrica de 500 W se carga con 1,5 litros de agua a 20°C y se enciende.

- a) Dibuje el gráfico temperatura vs. tiempo para el agua.
- b) Describa el sistema resultante luego de 30 minutos.

Considere que la pava es un recipiente adiabático y que el proceso se realiza a presión constante. Desprecie la evaporación.

( $C_p\ Gas(100^{\circ}C) = 2,080 \text{ KJ/Kg } ^{\circ}C$ ;  $C_p\ Liq(25^{\circ}C) = 4,180 \text{ KJ/Kg } ^{\circ}C$ ;  $C_p\ Sol(0^{\circ}C) = 2,114 \text{ KJ/Kg } ^{\circ}C$ ;  
 $C_L\ Fus = 334 \text{ KJ/Kg}$ ;  $C_L\ Vap = 2253 \text{ KJ/Kg}$ ).

- Rta.: b) Hay 1,32 Kg de agua a 100 °C y 0,18 Kg de vapor a 100 C.

13) Enuncie la Primera Ley (o Primer Principio) de la Termodinámica.

¿A qué se llama proceso isotérmico y proceso adiabático?

14) Un sistema termodinámico realiza un proceso en el cual su energía interna disminuye 500 J, al mismo tiempo que 220 J de trabajo se entregan a dicho sistema. Encuentre la energía transferida en forma de calor. ¿Cuál es su sentido?

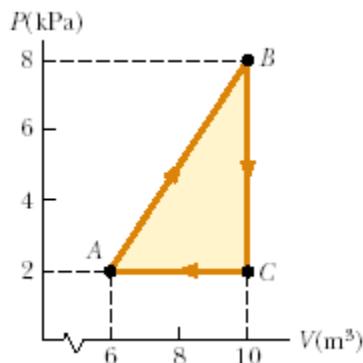
-Rta.: -720 J.

15) En un diagrama P-V grafique tres maneras diferentes de conectar los mismos dos estados (inicial y final) de presión-volumen de un sistema. ¿Cuál es la variación de energía interna en cada caso?

-Rta.: Son todas iguales.

16) Un gas es sometido al proceso cíclico descripto en la figura.

- a) Encuentre la energía neta transferida al sistema en forma de calor durante un ciclo completo ABCA.  
b) ¿Qué sucedería con el calor si el proceso se realizara siguiendo el camino ACBA?



- Rta.: a) 12 KJ; b) -12 KJ.

17) Un gas ideal se encuentra inicialmente a 300 K y sigue una expansión isobárica a 2,50 KPa. Si su volumen aumenta de  $1 \text{ m}^3$  a  $3 \text{ m}^3$  y se transfieren 12,5 KJ al gas en forma de calor, hallar:

- a) El cambio en su energía interna  
b) Su temperatura final

- Rta.: a) 7,5 KJ; b) 900 K.

18) Enuncie las diversas formas que conozca para el Segundo Principio de la Termodinámica. ¿Qué caracteriza a un proceso reversible?

19) Una máquina térmica reversible operando sobre un ciclo de Carnot, absorbe calor de una fuente a temperatura de  $100^\circ\text{C}$  y entrega calor a una fuente a temperatura de  $0^\circ\text{C}$ . Si la máquina absorbe 1000 J de la fuente caliente en cada ciclo, calcular:

- a) Su eficiencia.  
b) La cantidad de calor que entrega por ciclo.  
c) El trabajo que realiza.  
d) Su variación de entropía.

- Rta.: a) 0,268;      b) 732 J; c) 268 J.

20) Una máquina frigorífica de rendimiento igual a la mitad de una máquina reversible de Carnot, opera entre una fuente fría y una caliente a temperaturas de 200 K y 400 K respectivamente. Si absorbe 600 J de la fuente fría, calcular cuánto calor entrega a la fuente caliente.

- Rta.: 1800 J.

21) Se tienen dos objetos de gran masa, el primero frío a 273 K y el segundo caliente a 373 K.

- a) Encontrar la variación de entropía de cada objeto y del “universo” al transferirse espontáneamente 8 J de energía en forma de calor del objeto caliente al frío.
- b) Demostrar que no es posible que esta transferencia espontánea de calor se realice del objeto frío al caliente, ya que violaría la segunda ley de la termodinámica.

- Rta.: a)  $\Delta S_F = 0,029 \text{ J/K}$ ;  $\Delta S_C = -0,021 \text{ J/K}$ ;  $\Delta S_U = 0,008 \text{ J/K}$ ;    b)  $\Delta S_U = -0,008 \text{ J/K} < 0$

22) Calcule el cambio de entropía producido:

- a) Al fundir 1kg de hielo.
  - b) Al vaporizar 1kg de agua por ebullición.
  - c) ¿Cuáles son los cambios en los procesos inversos (solidificación y condensación)?
  - d) Describa microscópicamente estos procesos y justifique los signos hallados de los cambios entrópicos utilizando la relación entre entropía y desorden.
- ( $C_{LFus} = 334 \text{ KJ/Kg}$  ;  $C_{LVap} = 2253 \text{ KJ/Kg}$ ).

- Rta.: a)  $\Delta S_{\text{FUSIÓN}} = 1,223 \text{ KJ/K}$ ;    b)  $\Delta S_{\text{VAPORIZACIÓN}} = 6,040 \text{ KJ/K}$ ;  
c)  $\Delta S_{\text{SOLIDIFICACIÓN}} = -1,223 \text{ KJ/K}$ ;  $\Delta S_{\text{CONDENSACIÓN}} = -6,040 \text{ KJ/K}$

23) Dar ejemplos y discutir algunos procesos naturales que involucren aumento de entropía (asegúrese de tener en cuenta todas las partes de cada sistema en consideración). Analice especialmente el caso de los seres vivos.

24) La temperatura de la corona solar es de alrededor de 5700 K, en tanto que la temperatura media de la superficie terrestre es de aproximadamente 290 K. ¿Cuál es el cambio de entropía que ocurre cuando se transfieren 1000 J de energía en forma de radiación desde el Sol a la Tierra?

- Rta.: a)  $\Delta S_{\text{SOL}} = -0,175 \text{ J/K}$ ;  $\Delta S_{\text{TIERRA}} = 3,448 \text{ J/K}$ ;  $\Delta S_{\text{UNIVERSO}} = 3,273 \text{ J/K}$ .

25) Si se arrojan 2 dados, indicar cuántas formas posibles existen para obtener “12” y para obtener “7”. Discutir su relación con la entropía de cada uno de estos estados.

- Rta.:  $W_{12} = 1$ ;       $W_7 = 6$ ;       $S = k * \ln(W)$