

DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA**SERIE 5 DE EJERCICIOS**

(Basada en reactivos de exámenes colegiados)

Segunda Ley de la Termodinámica**Semestre 2024-1**

1. Se tiene una masa de 36 [g] de hielo los cuales experimentan tres procesos. En el primer proceso el hielo recibe energía a presión atmosférica desde una temperatura desconocida X hasta 0 [°C]; durante el segundo proceso el hielo experimenta un cambio de fase hacia líquida en un proceso a 0 [°C] y, finalmente, durante el tercer proceso el agua recibe energía hasta una temperatura desconocida Z . Se sabe también que la variación de entropía en el primer proceso fue $\Delta S = 12.034 \left[\frac{J}{K} \right]$ y en el tercero $\Delta S = 13.136 \left[\frac{J}{K} \right]$. Considerando que el experimento se hace a nivel del mar y que para el agua: $h_{fus} = 333 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$, $c_{hielo} = 2220 \left[\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right]$, $c_{liquido} = 4186 \left[\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right]$, determine:

- a) El cambio total de entropía del hielo.
b) Los valores de las temperaturas X y Z en [°C].

$$a) \Delta S = 69.058 \left[\frac{J}{K} \right]$$

$$b) x = -38.18 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$z = 24.88 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

2. Una planta geotérmica utiliza vapor producido de un pozo recién perforado, cuya presión y temperatura son de 4.5 [bar] y 175 [°C] respectivamente. El vapor sale de la turbina a 100 [mmHg] de presión absoluta. El rendimiento isoentrópico de la turbina es 0.75. Calcule el flujo de vapor y la eficiencia real de la planta, si la unidad produce 12.5 [MWe].

$$\dot{w} = 30.248 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$\eta_{real} = 14.73 \%$$

3. Un bloque de 50 [kg] de un metal ($c = 450 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$), inicialmente a 226.85 [°C], se introduce en una masa enorme de agua, inicialmente a 11.85 [°C]. El bloque se introduce en el agua tan lentamente, que ésta no alcanza en ningún momento su temperatura de ebullición. El bloque y el agua quedan al final a 11.85 [°C]. Calcule cuánta entropía se produce durante el proceso.

$$S_{prod} = 4326 \left[\frac{J}{K} \right]$$

4. A un intercambiador de calor a contraflujo entra agua fría de un sistema a 15 [°C] y flujo igual a $5 \left[\frac{kg}{s} \right]$. Al mismo tiempo, se calienta hasta 45 [°C] con otra corriente de agua a 100 [°C], y sale del dispositivo a 15 [°C]. Determine:

- a) El calor transferido en cada unidad de tiempo al agua fría.
b) La entropía generada en el intercambiador de calor, expresando el resultado en $\left[\frac{kJ}{K \cdot s} \right]$.

$$a) {}_1\dot{Q}_2 = 627.9 \text{ [kW]}$$

$$b) \dot{S}_{total} = 0.163 \left[\frac{kJ}{s \cdot K} \right]$$

5. Una corriente de agua entra a un compresor cuyas condiciones de entrada son 1.5 [bar] y 120 [°C], a razón de $4 \left[\frac{kg}{min} \right]$. Posteriormente, aplicando una potencia de 26.293 [kW], se realiza una compresión hasta alcanzar 1.5 [MPa] y 210 [°C]. Si la temperatura ambiente es 27 [°C], calcule la entropía generada por unidad de tiempo.

$$\dot{S}_{gen} = 0.0120 \left[\frac{kW}{K} \right]$$

6. En un refrigerador se utiliza refrigerante **134a** como fluido de trabajo, y opera en un ciclo ideal de refrigeración por la compresión de un vapor entre 60 [kPa] y 1 [MPa]. Si el flujo másico del refrigerante es $0.05 \left[\frac{kg}{s} \right]$, determine:

- a) El flujo de calor en la región de enfriamiento y la potencia del compresor.
b) El flujo de calor al medio ambiente.
c) El coeficiente de operación del refrigerador.

$$a) \dot{Q}_{evap} = 6.0235 \text{ [kW]}$$

$$\dot{W}_{comp} = 2.942 \text{ [kW]}$$

$$b) \dot{Q}_{cond} = -8.96 \text{ [kW]}$$

$$c) COP = 2.047$$

7. A una turbina adiabática que produce 3.5 [MW] le entra vapor de agua a 10 [MPa] y 500 [°C], saliendo de la turbina vapor saturado a 5 [kPa]. Si el gasto másico es $15471.51 \left[\frac{kg}{h} \right]$, determine la rapidez de variación de entropía del agua en la turbina, en $\left[\frac{kW}{K} \right]$.

$$\Delta \dot{S} = 7.711 \left[\frac{kW}{K} \right]$$

8. Ingresan $0.85 \left[\frac{kg}{s} \right]$ de CO_2 a un compresor a $100 [kPa]$ y $22 [^{\circ}C]$, comprimiéndose isoentrópicamente hasta $800 [kPa]$, calcule la potencia del compresor. Considere que para el CO_2 : $c_p = 0.846 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$ y $k = 1.289$.

$$\dot{W} = 126.065 [kW]$$

9. Un calentador de agua eléctrico suministra $0.166 \left[\frac{kg}{s} \right]$ de agua caliente a $150 [kPa]$ y $70 [^{\circ}C]$. La temperatura del agua en la entrada es $15 [^{\circ}C]$. Debido al mal aislamiento se pierden $2 \left[\frac{kJ}{s} \right]$ de calor a la atmósfera circundante que se encuentra a $25 [^{\circ}C]$. Calcule la generación de entropía del universo debido al calentador, en $\left[\frac{W}{K} \right]$. Considere el c_p del agua de $4.186 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$.

$$\dot{S}_{gen. universo} = 128.093 \left[\frac{W}{K} \right]$$

10. Una corriente de agua entra en una turbina a razón de $4 \left[\frac{kg}{min} \right]$. Las condiciones del agua a la entrada son: $1.6 [MPa]$ y $225 [^{\circ}C]$; las condiciones a la salida son $2 [bar]$ y $150 [^{\circ}C]$. La turbina entrega una potencia de flecha igual a $26.3 [kW]$. Si el ambiente está a $25 [^{\circ}C]$, calcule la entropía generada en cada unidad de tiempo e indique si el proceso es posible.

$$\dot{S}_{gen} = -0.019 \left[\frac{kW}{K} \right]$$

No es posible

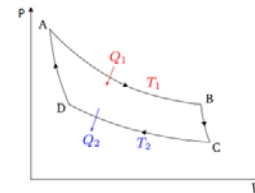
11. Un sistema cerrado experimenta un proceso politrópico según la relación $PV^{1.3} = cte$. La temperatura y la presión inicial son de $327 [^{\circ}C]$ y $2 [bar]$, respectivamente. La sustancia de trabajo es una masa de $3 [kg]$ de aire. Calcule el cambio de entropía en el proceso si la temperatura final es de $900 [K]$.

$$s_2 - s_1 = -0.2906 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$$

12. Una central carboeléctrica produce $350 [MW]$ con una eficiencia del 33%. Sabiendo que el poder calorífico del carbón es $28 \left[\frac{MJ}{kg} \right]$, calcule en toneladas, la cantidad de carbón que se consume en un periodo de $20 [h]$.

$$m = 2727.3 [ton]$$

13. Suponga que un cilindro-émbolo cerrado y sin fricción que contiene agua ejecuta un ciclo de Carnot. El agua se encuentra al iniciarse el ciclo (estado A) a $250 [^{\circ}C]$ y tiene una calidad de 80%. El agua se expande de manera isotérmica (proceso A – B) hasta que su presión alcanza $2 [MPa]$ (estado B). Este proceso es seguido por una expansión adiabática (proceso B – C) hasta una temperatura de $175 [^{\circ}C]$ (estado C). Posteriormente, el agua experimenta una compresión isotérmica (proceso C – D) y finalmente, experimenta una compresión adiabática (proceso D – A). Determine:



- La eficiencia térmica del ciclo
- El calor transferido durante la expansión isotérmica reversible.
- El trabajo asociado con la expansión adiabática reversible.
- El calor transferido durante la compresión isotérmica reversible.
- El trabajo total del ciclo.

$$a) n = 0.1433$$

$$b) q_{23} = 0 [kJ]$$

$$c) w_{23} = -132.0 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

$$d) q_{41} = 0 [kJ]$$

$$e) w_{neto} = -84.7 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

14. Un recipiente rígido, de paredes adiabáticas, contiene $5 [kg]$ de un vapor húmedo de agua a $150 [kPa]$. Inicialmente tres cuartas partes de agua se encuentran en fase líquida. Un calentador de una resistencia eléctrica colocado en el recipiente se enciende y se mantiene así hasta que todo el líquido se evapora. Determine el cambio de entropía durante el proceso.

$$\Delta S_{12} = 19.243 \left[\frac{kJ}{K} \right]$$