



## TERMODINÁMICA

Departamento de Física  
Carreras: Ing. Industrial y Mecánica

### Trabajo Práctico N° 8: ENTROPÍA

1) Calcular la variación de entropía durante la vaporización del agua a 1 bar (líquido saturado a vapor saturado) a partir de datos  $u$ ,  $v$ ,  $P$  y  $T$  obtenidos de la tabla de vapor saturado.

R: 6.056 kJ/kgK.

2) Un tanque rígido aislado contiene 4 kg de gas argón a 450 kPa y 30 °C. Se abre ahora una válvula y se permite al argón escapar hasta que la presión interna cae a 200 kPa. Suponiendo que el argón que queda dentro del tanque ha sufrido un proceso reversible adiabático, determine la masa final en el tanque.

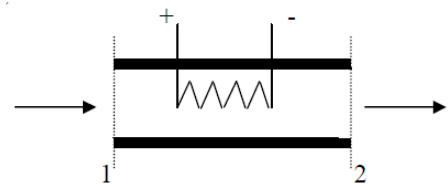
R: 2.46 kg

3) La Fig. muestra una resistencia eléctrica de 30 ohmios insertada en el interior de una tubería aislada térmicamente, por la cual circula aire. En régimen estacionario, pasa por la resistencia una corriente eléctrica de 15 amperios. El aire entra a la tubería con  $T_1 = 15$  °C y sale con  $T_2 = 25$  °C. Suponiendo circulación isobárica y despreciable la variación de energía cinética, calcular:

a) El flujo másico del aire, en kg/s.

b) La velocidad de generación de entropía, en kW/K.

R: 0.675 kg/s, b) 0.024 kW/s.



4) 90 kg/s de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ , gas ideal) entra a una tobera a 2.4 bar, 760 °C y 76 m/s y sale a 0.82 bar y 650 °C.

Asumiendo que la tobera es adiabática y que el medio ambiente está a 1 bar y 18 °C, determine:

a) La velocidad del gas a la salida.

b) La generación de entropía del proceso, en kW/K.

c) Graficar los estados (1) y (2) en el plano T-s.

Datos:  $c_{p\text{CO}_2} = 0.846$  kJ/kg.K,  $M_{\text{CO}_2} = 44$

5) Una bomba alimentadora de agua a una caldera, en una planta productora de energía eléctrica, recibe agua líquida a 300 K y 0.01 MPa, elevando su presión hasta 3 MPa.

a) Determine el trabajo mínimo requerido si se supone que el proceso es adiabático.

b) Represente el proceso en el plano P-v.

Dato:  $v_{\text{agua}} = 0.001$  m<sup>3</sup>/kg.

R: -3 kJ/kg.

6) Un inventor diseña una turbina adiabática a la que ingresa aire (gas ideal) a 3 bar y 20 °C.

a. Si el aire en su paso por la turbina se enfría y sale a 1 bar. Verificar si es posible alcanzar una temperatura de salida de -80 °C para el salto de presiones dado.

b. Si se realiza otro ensayo con la misma turbina en iguales condiciones iniciales, conociendo que el rendimiento isoentrópico es de 0.8 y la presión de



## TERMODINÁMICA

Departamento de Física  
Carreras: Ing. Industrial y Mecánica

salida es 2 bar, hallar la temperatura final del proceso.

Dato:  $c_{p \text{ aire}} = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$

7) Una turbina aislada térmicamente recibe un caudal másico e 3 kg/s de vapor de agua a 8 MPa y 500 °C. La potencia obtenida en el eje de la turbina es de 3052 kW. La presión del vapor en el escape es de 30 kPa.

Determinar:

- Rendimiento isoentrópico.
- La entropía generada en el proceso, en kJ/(kg.K).

R: a) 0.90, b) 0.329 kJ/kgK

8) Se comprime refrigerante *R 134a* adiabáticamente en régimen estacionario desde vapor saturado a -4 °C hasta una presión final de 9 bar. Si el rendimiento isoentrópico del compresor es del 70%, determine:

- la temperatura de salida, en grados Celsius.
- El aumento de temperatura causado por las irreversibilidades, en grados Celsius.
- El trabajo de entrada real, en kJ/kg.
- La generación de entropía en el proceso real, en kJ/kgK.

R: a) 50, b) 10, c) 37.64, d) 0.0353

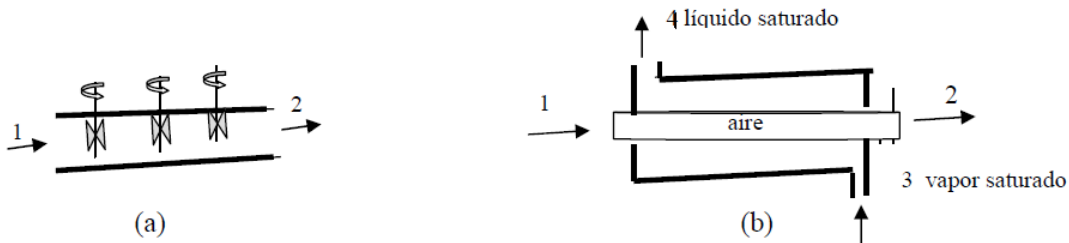
9) Una corriente de aire se puede calentar de 17 °C a 52 °C, en forma isobárica por medio de dos alternativas:

- La temperatura del aire aumentará por medio de la agitación de una serie de ruedas de paletas.
- La temperatura del aire se incrementará a su paso por los tubos interiores de un intercambiador de calor a contracorriente. En el conducto exterior condensará vapor de agua a una presión de 1 bar, desde vapor saturado a líquido saturado.

Suponiendo irrelevante el intercambio de calor con el medio en ambos casos, calcular la entropía generada por kg de aire calentado.

Datos:  $\lambda_{\text{cond. a 1 bar}} = -2258 \text{ kJ/kg}$ ,  $T_{\text{cond. a 1 bar}} = 99.63 \text{ °C}$ .

R: a) 0.114 kJ/kg.K, b) 0.02 kJ/kg.K



10) Tres turbinas de alta presión de vapor de agua (X, Y, Z) se someten a un ensayo. En la admisión de cada turbina se utiliza vapor a 200 bar y 520 °C. Las propiedades del vapor en la salida de cada turbina y el calor perdido al medio exterior (que se encuentra a 300 K) por cada una de ellas son:



## TERMODINÁMICA

Departamento de Física  
Carreras: Ing. Industrial y Mecánica

Turbina	P (bar)	T (°C)	q (kJ/kg)
X	60	360	-16
Y	60	400	-28
Z	60	440	-5

A través de un balance de entropía, si tuviera que comprar una de ellas, ¿por cuál optaría?

11) En una bomba centrífuga entra agua a 1 bar, con una velocidad de 2.6 m/s, a través de una tubería de 22 cm<sup>2</sup> de sección. El agua sale de la bomba con una presión de 6 bar.

Si la potencia consumida por la bomba es de 4 kW y si no hay intercambio de calor con los alrededores, determinar:

- Rendimiento isoentrópico de la bomba.
- Variación de temperatura del agua.

Rta: a) 0.72, b) 0.047 °C.

12) Vapor de agua saturado a 50 °C, es necesario condensarlo totalmente. Para ello se utiliza un condensador aislado térmicamente. Se usa un  $\dot{m} = 101$  kg/s de agua de enfriamiento a 18 °C, proveniente de un lago cercano, saliendo del equipo a 27 °C.

Determinar:

- El de vapor condensado.
- Variación de entropía del universo, en kW/K.

R: a) 1.59 kg/s, b) 1.10 kW/K.

13) La Fig. muestra una central térmica de vapor de agua que trabaja en estado estacionario. La turbina suministra la potencia necesaria para accionar la bomba y otra potencia adicional para movilizar un generador. Suponiendo intercambios de calor nulos en la bomba y turbina, y despreciando variaciones de energía cinética y potencial, calcular:

- El trabajo consumido por la bomba, en kJ/kg.
- El trabajo neto producido por la instalación, en kJ/kg.
- Calor recibido por el fluido en la caldera, en kJ/kg.
- Representar en el plano T-s.

