Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos
IIQ1003 - Termodinámica 2023-1

Tarea 1

Fecha de entrega: 21 de abril a través de CANVAS.

La tarea debe ser trabajada en grupos de a 2 o 3 personas. Tiene que ser entregada con una portada la cual indique el nombre de los integrantes del grupo, el número de grupo, el curso y la fecha de entrega. **Se descontaran 2 décimas si no se cumple con el formato pedido.**

Pregunta 1 (2 pts)

Un sistema contiene 200 g de vapor de agua en un conjunto cilindro pistón vertical de radio 24 cm y que contiene topes que evitan que el pistón baje sobre un cierto nivel. El pistón tiene una masa de 200 kg y la presión atmosférica es de 100 kPa. Producto a un descuido, se derrama aceite sobre el pistón alcanzando una altura de 100 cm, tal como se muestra en la Figura 1.

Inicialmente, el vapor de agua se encuentra a 175°C y se comprime isotérmicamente hasta que el pistón baja 30 cm (proceso 1-2). Luego, mediante un proceso isobárico, el pistón desciende hasta que descansa sobre los topes (proceso 2-3). Finalmente, se ejerce una fuerza adicional sobre el sistema de 23500 N hasta que el agua alcanza un estado de vapor saturado (proceso 3-4). Se le pide:

a) Determinar la presión interna, temperatura, volumen, energía interna, fase y altura que se encuentra el pistón en cada estado.

b) Calcular el calor y el trabajo, en kJ, para cada proceso.

c) Calcular el calor y el trabajo global, en kJ.

d) Realice un gráfico cualitativo P-V que muestre los estados y los procesos que ocurren.

Hint: Considere la densidad del aceite de $\rho_{\text{aceite}} = 920$ kg/m^3 y la gravedad = 9,81 m/s^2.

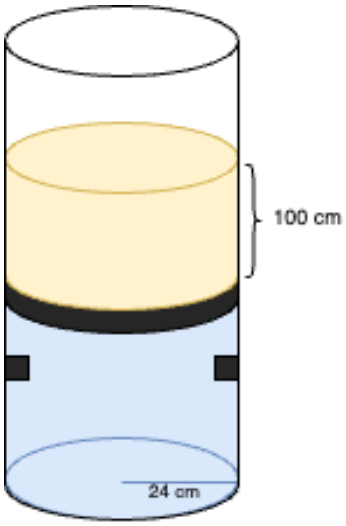


Figura 1: Sistema cilindro pistón

Pregunta 2 (1 pt)

Un intercambiador de calor, como se muestra en la Figura 2 que opera de manera estacionaria busca llevar una corriente de 150 kg/h de etanol a los 130°C que entra a 65 °C. Para esto, se utilizará como corriente de servicio, 400 kg/h de agua a 0.06 bar y 160 °C. Considere el intercambiador de calor como isobárico y adiabático con el entorno.

a) ¿A qué temperatura sale la corriente de agua?

b) Evalúe la factibilidad del proceso propuesto. ¿Tiene sentido con lo visto en clases? En el caso que no sea factible, ¿Cuánto debe ser el flujo mínimo de agua para que tenga sentido?

Hint: Para el etanol, utilice las capacidades caloríficas del archivo "Capacidades Caloríficas de Gas y Liquido.pdf".

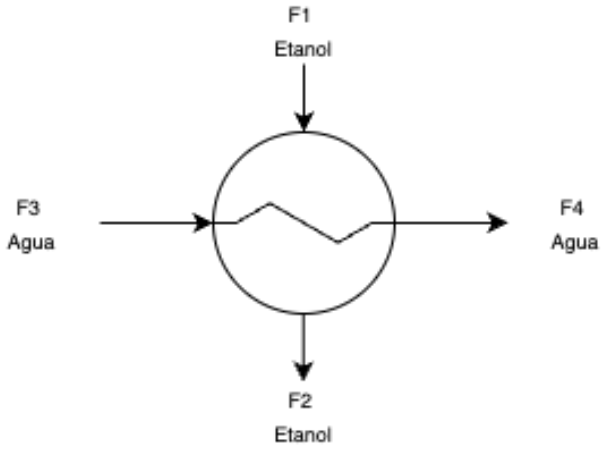


Figura 2: Intercambiador de calor

Pregunta 3 (1 pts)

Considere el sistema de la Figura 3. Esta muestra una bomba que opera de manera estacionaria, que se utiliza para extraer agua de un depósito y bombearla a un contenedor que se encuentra a una presión de 3 bar a 15m del suministro de agua. El caudal másico del agua es de 1,5 kg/s. La temperatura del agua permanece casi constante a 15 °C, no hay cambios significativos en la energía cinética desde la entrada hasta la salida y la transferencia de calor entre la bomba y su entorno es insignificante.

a) Determine la potencia requerida por la bomba, en kW. Considere la gravedad = 9,81 m/s^2.

b) **Bonus (0,5 pts):** Realice una investigación breve (máx 1 página) sobre las bombas, comentando sus usos y sobre la cavitación, por qué ocurre y los efectos que trae.

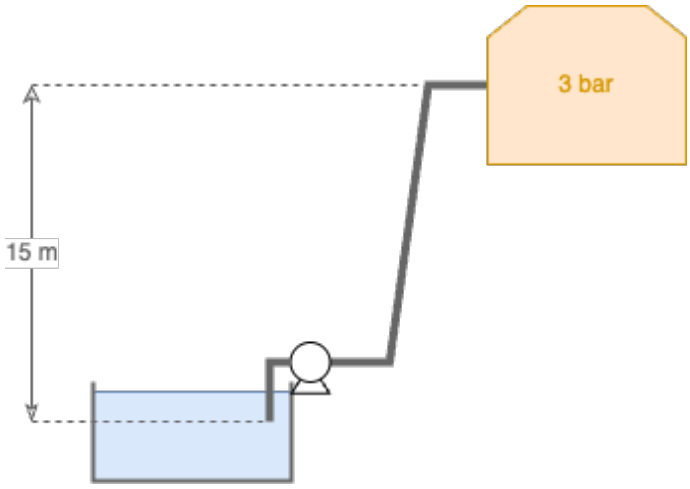


Figura 3: Sistema con Bomba

Pregunta 4 (2 pts)

Se le pide analizar los procesos de carga y descarga de un estanque para almacenar agua tal como se muestra en la Figura 4. El estanque tiene una capacidad de 25 m^3 y están siendo llenados con una corriente de 0,8 kg/s de agua a 15 °C a presión atmosférica. Además, el estanque está siendo calentado a una tasa de 12 kW. Se sabe que la densidad del agua es de 997 kg/m^3 y que inicialmente el estanque tiene 4000 kg de agua a 10 °C. Suponga que él estanque está perfectamente mezclado en todo momento y que el estanque es completamente rígido. **Utilice la capacidad calorífica del agua líquida del archivo "Capacidades Caloríficas de Gas y Liquido.pdf"**.

a) Plantee el balance de masa y el balance energía de la forma más detallada y específica para este sistema.

b) ¿Cuánto tiempo se demorará en llenar el estanque?

Una vez que se llena el estanque, comienza el proceso de descarga, donde se detiene la transferencia de calor y se abre la válvula de salida. Esta válvula permite sacar una corriente de 1,2 kg/s de agua desde el estanque.

c) Plantee nuevamente el balance energía de la forma más detallada y específica para este sistema.

d) Determine el tiempo que se demora en descargarse el estanque por completo desde que alcanza su capacidad máxima.

e) Realice un gráfico que muestre la variación de la temperatura del estanque entre el tiempo 0, el tiempo de llenado y el tiempo de descarga.

f) Determine la temperatura del estanque una vez que este se llenó y cuando se vació.

Hint: Utilice $T_r = 273.15$ K como el límite inferior para las integrales del C_P

Nota: Para este ejercicio deberá utilizar Wolfram Mathematica o algún otro programa para resolver el ejercicio.

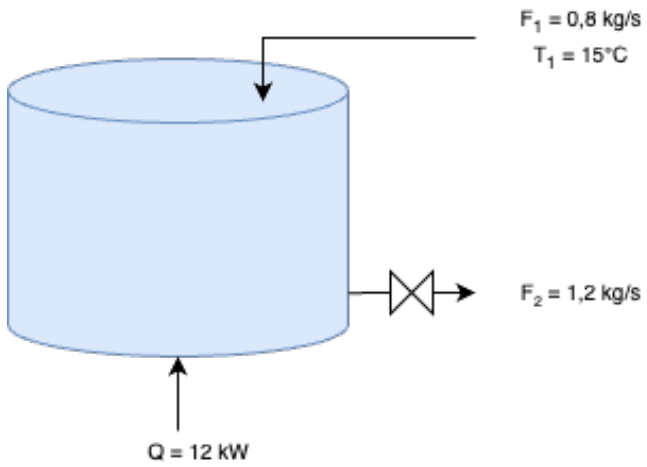


Figura 4: Estanque de agua transiente