

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Guía de Trabajos Prácticos

- 2023 -

Carrera (s)	Denominación de la asignatura
Ingeniería de Petróleos	TERMODINÁMICA GENERAL Y APLICADA
Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS

Equipo de cátedra:

Profesor Titular: Ing. Jorge C. Fernández Llano

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Andrés Bullaude

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Carina Maroto

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Erica Correa

**TRABAJO PRÁCTICO N° 1****PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS****PROBLEMA N°1**

a) Complete la siguiente tabla considerando cómo sustancia al agua.

ESTADO	T (°C)	P (kPa)	v (m ³ /kg)	Título	FASE	TABLA UTILIZADA
A	190				Vap. Sat. seco	
B		20	2,837			
C	400	2000				
D	385,58		0,590			
E	97			0,85		
F	200		0,150			
G		5000	0,00110			
H	80	20				

b) Represente los estados A, B, C y D en un diagrama T-v.

c) Represente los estados E, F, G y H en un diagrama P-v.

PROBLEMA N°2

Un contenedor rígido de 1,348 m³ se llena con 10 kg de refrigerante 134a a una temperatura inicial de -40 °C. Luego se calienta el contenedor hasta que la presión es de 200 kPa.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- Determine la presión inicial y la temperatura final
- Grafique la transformación en un diagrama P-v

PROBLEMA N°3

Un recipiente rígido de 0,5 m³ contiene 10 kg de refrigerante 134a a -20 °C.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- Determine la presión, a energía interna y el volumen ocupado por la fase líquida.
- Grafique la transformación en un diagrama P-v



PROBLEMA N°4

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene inicialmente 1,4 kg de agua líquida saturada a 200°C. Entonces, se transmite calor al agua, hasta que se cuadruplica el volumen, y el vapor sólo contiene vapor saturado.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- Determine el volumen del recipiente
- Determine la temperatura y la presión al final de la transformación
- Grafique la transformación en un diagrama P-v

PROBLEMA N°5 (Ing. en Petróleos)

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 0,005 m³ de agua líquida y 0,9 m³ de vapor de agua, en equilibrio a 800 kPa. Se transmite calor a presión constante, hasta que la temperatura llega a 200°C.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- ¿Cuál es la temperatura inicial del agua?
- Determine la masa total de agua.
- Determine el volumen final.
- Indique el proceso en un diagrama P-v con respecto a las líneas de saturación.

PROBLEMA N°6 (Ing. en Petróleos)

En un principio, 100 g de refrigerante 134a llenan un dispositivo de cilindro-émbolo con carga constante a 60 kPa y -20 °C. A continuación, se calienta el dispositivo hasta que una temperatura de 100 °C.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- Determine el volumen inicial y final.
- Indique el proceso en un diagrama P-v con respecto a las líneas de saturación.



TRABAJO PRÁCTICO N° 2

GASES IDEALES Y REALES

PROBLEMA N°1

Determinar el volumen específico del vapor de agua sobrecalentado, en m^3/kg , a 3,5 MPa y 450°C, utilizando

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- La ecuación de gas ideal
- El diagrama de compresibilidad generalizado
- Las tablas de vapor de agua
- Determine el error cometido en los dos primeros casos

PROBLEMA N°2

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene 100 gramos de monóxido de carbono. Inicialmente, el monóxido de carbono está a 1000 kPa y 200 °C. Luego se calienta hasta que su temperatura es de 500 °C.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine el volumen final
- utilizando la ecuación del gas ideal
- utilizando el factor de compresibilidad z
- utilizando la ecuación de Van der Waals

PROBLEMA N°3

En un depósito rígido se introduce etano gaseoso (C_2H_6) a una presión de 3400kPa y un volumen específico de $0,0208 \text{ m}^3/\text{kg}$. Se calienta hasta que alcanza una presión de 4600 kPa.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine la variación de temperatura
- utilizando la ecuación del gas ideal
- utilizando el factor de compresibilidad z

PROBLEMA N°4

Un recipiente de 1 m^3 con aire a 25°C y 500 kPa, se conecta a través de una válvula con otro recipiente que contiene 5kg de aire a 35°C y 200 kPa. La válvula se abre y se deja que todo el sistema llegue al equilibrio térmico con los alrededores, que están a 20 °C.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine utilizando el factor de compresibilidad z
- La masa de aire contenida en el primer recipiente antes de abrir la válvula.
- el volumen del segundo recipiente
- La presión final una vez alcanzado el equilibrio



PROBLEMA N°5

Considere una mezcla de gases que se compone de 3 kg de O_2 , 5 kg de N_2 y 12 kg de CH_4 . La mezcla se encuentra en un recipiente rígido y cerrado a 100kPa y $27^\circ C$

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- el peso molecular aparente de la mezcla,
- el volumen que ocupa,
- el volumen parcial del oxígeno
- la presión parcial del nitrógeno.

PROBLEMA N°6

En boca de un pozo petrolero se obtiene una mezcla de gases de hidrocarburos que está compuesta de 65% de CH_4 (metano), 25 % de C_2H_6 (etano) y 10 % N_2 (nitrógeno) expresado en porcentaje en peso. Esta mezcla se mantiene a 7000 kPa y $22^\circ C$. Si el pozo tiene una producción diaria de 100kg:

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Estime el volumen del tanque de gas necesario para almacenar la producción de un día en m^3 , usando:
- La ecuación de estado de los gases ideales
- La Ley pseudocrítica o Regla de Kay
- La Ley de Amagat para mezcla de gases reales

PROBLEMA N°7 (Ing. en Petróleos)

Un recipiente de $20 m^3$ contiene nitrógeno a $23^\circ C$ y 600 kPa. Se deja escapar algo del nitrógeno, hasta que la presión en el recipiente baja a 400 kPa. Si en ese momento la temperatura es $20^\circ C$

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Calcule la masa de nitrógeno que ha escapado
- utilizando la ecuación del gas ideal
- utilizando el factor de compresibilidad z



TRABAJO PRÁCTICO N° 3

PRIMER PRINCIPIO PARA SISTEMAS CERRADOS

PROBLEMA N°1

Se desea elevar la temperatura de 3 kg de dióxido de carbono (CO_2) contenidos en un dispositivo cilindro-émbolo, sin peso, desde 400 K hasta 750 K mediante la entrega de cierta cantidad de calor. La presión del medio es la atmósfera normal. Determine cuanto calor se debe entregar si:

- Se considera el calor específico constante para el intervalo de temperatura dado y con el valor correspondiente al origen del mismo.
- Se considera el calor específico constante para el intervalo de temperatura dado y con el valor correspondiente al final del mismo.
- Se considera como calor específico medio al correspondiente a la temperatura promedio.
- Se considera como calor específico medio al correspondiente al promedio aritmético entre el inicial y el final.
- Se considera la ley de variación del calor específico con la temperatura.
- Repita el cálculo de para el inciso c) utilizando calor específico a volumen constante, para el caso de un recipiente rígido.
- Calcule el error porcentual tomando como valor verdadero o real al calculado en el inciso e).

PROBLEMA N°2

Un recipiente rígido que almacena hidrógeno H_2 y tiene una capacidad de 5 m^3 , inicialmente se encuentra a 350 K y 330 kPa, el recipiente es sometido una fuente de calor por lo que alcanza una presión de 450 kPa.

- caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- la masa del hidrógeno en el recipiente,
- la temperatura al final del proceso,
- la cantidad de calor transferido y
- graficar el proceso en un diagrama P-v.

PROBLEMA N°3

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene, al principio, $0,07 \text{ m}^3$ de gas de nitrógeno (N_2) a 130kPa y 120 °C. Entonces, el nitrógeno se expande hasta que cuadruplica su volumen. Si la transformación cumple la relación $PV^{1,3} = \text{cte.}$ y el nitrógeno se comporta como un gas ideal calcule:

- caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- la presión final,
- el trabajo realizado durante la expansión
- el trabajo hecho durante el cada proceso, si $n=0$, $n=1$, $n=k$, $k=1,4$.
- representar cada proceso en un diagrama P-v e indicar el trabajo realizado.



PROBLEMA N°4

En un dispositivo cilindro-émbolo se calienta una masa de 5 kg de vapor de agua saturado a 300kPa, a presión constante, hasta que la temperatura llega a 200 °C. Determine:

- sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- cuál es la temperatura inicial del agua?
- calcule el volumen inicial y final de agua.
- calcule el trabajo realizado
- indique el proceso en un diagrama P-v con respecto a las líneas de saturación.

PROBLEMA N°5

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene al inicio aire a 150 kPa y 27 °C. En este estado, el émbolo descansa sobre un par de topes, y el volumen encerrado es de 400 L. La masa del émbolo es tal que se requiere una presión de 350 kPa para moverlo. Se calienta el aire hasta duplicar su volumen. Determine:

- sistema, límites y transformación. Confeccione el croquis.
- La temperatura al final del proceso
- el trabajo realizado,
- el calor total transferido durante este proceso,
- Represente el proceso en un diagrama P-v
- Interprete los intercambios energéticos según el primer principio

PROBLEMA N°6

Un dispositivo de cilindro-émbolo provisto con topes, de modo que el agua soporta el peso del émbolo, y la fuerza de la atmósfera, contiene agua, inicialmente a 300 kPa y 0,5 m³/kg. El agua se calienta hasta que llega a condición de vapor saturado y el émbolo descansa sobre los topes. Con el émbolo sobre los topes, se calienta el agua hasta la presión de 600 kPa.

- sistema, límites y transformación. Confeccione el croquis.
- Calcule el calor intercambiado, en kJ/kg,
- Calcule la variación de energía interna, en kJ/kg
- Calcule el trabajo realizado, en kJ/kg
- Represente el proceso en el diagrama P-v e indique el trabajo,
- Interprete los intercambios energéticos en cada proceso

PROBLEMA N°7

Un dispositivo de cilindro provisto de un émbolo contiene argón. Inicialmente, el argón está a 100 kPa y 27 °C, y ocupa un volumen de 0,4 m³. El argón se comprime primero mientras la temperatura se mantiene constante hasta que el volumen es 0,2 m³. Luego se expande el argón mientras la presión se mantiene constante, hasta que el volumen es 0,6 m³.

- caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- calcule la masa de argón contenida



- c) calcule la presión y el volumen en el estado final
- d) calcule la variación de energía interna para cada proceso, en kJ
- e) calcule el calor intercambiado para cada proceso, en kJ
- f) calcule el trabajo intercambiado para cada proceso, en kJ
- g) interprete los intercambios energéticos de acuerdo con el primer principio

PROBLEMA N°8

En un dispositivo de cilindro-émbolo con carga variable y con una rueda de paletas integrada al cilindro, hay aire. Al principio está a 500 kPa y 27 °C. Entonces se hace girar la rueda de paletas mediante un motor eléctrico externo, hasta que se ha transferido al aire la energía de 50 kJ/kg en forma de trabajo. Durante este proceso se transfiere calor para mantener constante la temperatura del aire, y al mismo tiempo se triplica el volumen del gas.

- a) caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- b) calcule el trabajo hecho durante el proceso, en kJ/kg
- c) calcule la variación de la energía interna, en kJ/kg
- d) calcule la transferencia total de calor, en kJ/kg
- e) representar el proceso en un diagrama P-v e indicar el trabajo realizado.

PROBLEMA N°9 (Ing. en Petróleos)

Se requiere llevar la temperatura de 15 kg de O₂ desde 300K a 1000K, mediante la entrega de cierta cantidad de calor en forma cuasiestática a presión constante. Determinar:

- a) caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- b) calcule la cantidad de calor transferido, usando al menos 2 criterios para el cálculo.
- c) graficar el proceso en un diagrama P-v.

PROBLEMA N°10 (Ing. en Petróleos)

Un dispositivo de cilindro-émbolo sin fricción contiene al principio 50 L de líquido saturado de refrigerante 134a. El émbolo tiene libre movimiento, y su masa es tal que mantiene una presión de 500 kPa sobre el refrigerante. A continuación, se calienta el refrigerante hasta que su temperatura sube a 70 °C.

Calcule el trabajo efectuado durante este proceso.

- a) caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- b) calcule la temperatura inicial
- c) calcule el trabajo realizado durante ese proceso.
- d) graficar el proceso en un diagrama P-v.

PROBLEMA N°11 (Ing. en Petróleos)

Se calienta 1 kg de oxígeno, de 20 a 120 °C. Determine lo siguiente contemplando que se tienen dos tipos de dispositivos, Caso A recipiente rígido, caso B cilindro émbolo a presión atmosférica.

- a) caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis para ambos pocesos
- b) el trabajo y el calor en cada caso en kJ,
- c) representar cada caso en un diagrama p-v,



PROBLEMA N°12 (Ing. en Petróleos)

Un recipiente rígido bien aislado contiene 2 kg de un vapor húmedo de agua, a 150 kPa. En un principio, tres cuartos de la masa están en la fase líquida. Una resistencia eléctrica colocada en el recipiente se conecta con un suministro de voltaje de 110 V, y pasa una corriente de 8 A por la resistencia, al cerrar el interruptor.

Determine cuánto tiempo se necesitará para evaporar todo el líquido en el recipiente. También muestre el proceso en un diagrama T-V con respecto a líneas de saturación.

- a) caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- b) calcule la variación de energía interna, en kJ
- c) calcule el tiempo necesario para evaporar todo el líquido en el recipiente, en minutos
- d) represente el proceso en el diagrama T-v



TRABAJO PRÁCTICO N° 4

“PRIMER PRINCIPIO PARA SISTEMAS ABIERTOS”

PROBLEMA N°1

A una tobera aceleradora ingresa vapor de agua, en régimen estacionario, a 5 MPa y 400 °C, con una velocidad de 80 m/s. Sale a 2 MPa y 300 °C. El área de entrada de la tobera es 50 cm² y la tobera pierde calor a la tasa de 120 kJ/s.

- Realice un croquis del sistema e identifique sistema, límite y transformación
Determine:
- El flujo másico, en kg/s
- La velocidad de salida, en m/s
- El área de salida, en cm².

PROBLEMA N°2

A una turbina adiabática ingresa vapor de agua a 30 bar y 673K, con una velocidad de 200 m/s y sale a 1,5 bar y 473K con una velocidad de 30 m/s.

- Realice un croquis del sistema e identifique sistema, límite y transformación
Determine:
- El gasto de vapor, en kg/h, para que la potencia entregada por la turbina sea 300 kW.
- La variación de energía cinética en kW.
- Las áreas transversales de los ductos de entrada y salida, en m².
- Representar el proceso en diagramas P-v y T-v

PROBLEMA N°3

A un compresor entra un flujo volumétrico de 4,5 m³/s de aire a 27°C y 1 bar por una sección de 0,030 m². El estado de salida es 127 °C, 2,5 bar y 70 m/s. El flujo de calor perdido es 900 kJ/min.

- Confeccione el croquis de la instalación, demarcando el volumen de control y caracterice el sistema, límites y transformación.
Determinar:
- La velocidad de entrada en m/s.
- El gasto en kg/s.
- La potencia suministrada en kW.
- Interprete los intercambios energéticos considerando el primer principio.

PROBLEMA N°4

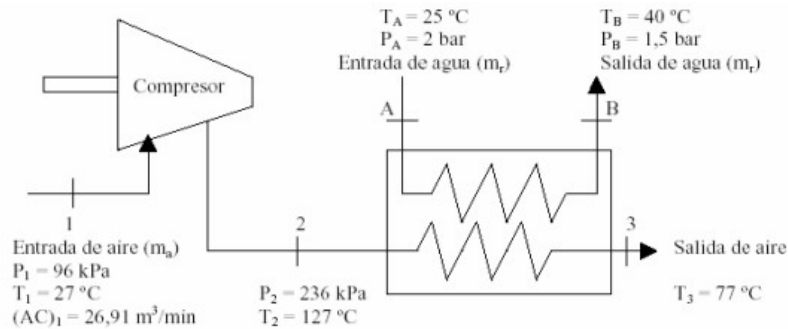
Un flujo de aire, con comportamiento de gas ideal, fluye en estado estacionario a través del compresor e intercambiador mostrados en la figura. Despreciando los intercambios de calor con el entorno y las variaciones de energía cinética y potencial, a partir de los datos de la figura,

- Caracterice el sistema, límites y transformación.

Calcule:

- La potencia consumida por el compresor, en kW
- El flujo másico de agua de refrigeración, en kg/s.

Suponer el aire como gas caloríficamente perfecto con $C_p = 1 \text{ kJ/kgK}$ y el agua como líquido incompresible caloríficamente perfecto con $C = 4,179 \text{ kJ/kgK}$



PROBLEMA N°5

En una central térmica de producción de potencia, el vapor sale de la turbina e ingresa a un condensador a 20 kPa y 95% de calidad, con un flujo másico de 35.000 kg/h. La condensación se logra mediante el uso de agua de un río cercano, haciéndola circular por los tubos ubicados en el interior del condensador. Para evitar contaminación térmica, el agua del río no debe tener un aumento de temperatura mayor a 12°C. Si el vapor debe salir del condensador como líquido saturado a 20 kPa, determine:

- Confeccione un croquis del equipo demarcando el volumen de control; y caracterice sistema, límite y transformación;

Determine:

- El flujo másico de agua de enfriamiento, considerando el condensador adiabático, en kg/s.
- La temperatura de condensación, en °C.
- El incremento de temperatura del agua del río, en °C, si en el condensador se produce una
- pérdida de calor del 5% del calor cedido por el vapor al condensarse, considerando idéntico el flujo másico de agua al obtenido en el ítem anterior.

PROBLEMA N°6

A una tubería horizontal larga, de diámetro de entrada 12 cm, ingresa vapor de agua a 10 bar, 300°C, con una velocidad de 2 m/s. Como consecuencia de la fricción y de defectos en la aislación, a la salida la presión desciende a 8 bar y la temperatura a 250°C, siendo el diámetro de 10 cm.

- Confeccione un croquis del equipo demarcando el volumen de control; y caracterice sistema, límite y transformación;

Determine:

- El flujo másico de vapor, en kg/s
- La pérdida de calor, en kJ/s
- La variación en la energía de flujo de la corriente, entre la entrada y la salida, en kJ/kg.

PROBLEMA N° 7

Una central de potencia de ciclo combinado funciona con una turbina ideal de gas, que opera en estado estacionario. A la turbina ingresa un flujo de 10 kg/s de gases calientes que provienen de la cámara de combustión a 1.5 MPa y 700°C y salen de la turbina a 150 kPa y 362,56 °C. Las variaciones de energía cinética y potencial son despreciables. Considere que las propiedades de los gases se aproximan bastante bien a las propiedades del aire.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine:

- El exponente de la politrópica
- El trabajo intercambiado, en kJ/s



- d. El calor específico de la transformación, en kJ/kg-K
- e. La variación de entalpía de las corrientes entre la salida y la entrada, en kJ/s
- f. El calor intercambiado, en kJ/s
- g. Represente el proceso en un diagrama p-v e indique el trabajo por unidad de masa.

PROBLEMA N° 8

Un compresor ideal que funciona en estado estacionario debe comprimir 32 kg/s de dióxido de carbono desde 150 kPa y 25°C hasta 5kPa. Las variaciones de energía cinética y potencial son despreciables. El dióxido de carbono se comporta como gas ideal. Calcule:

- a. La temperatura final, en °C, los flujos volumétricos inicial y final (m³/s) y la potencia (KW) si la compresión es adiabática.
- b. Ídem a) si la compresión es isotérmica. Calcular el calor intercambiado por la refrigeración en KJ/h.
- c. Ídem b) si la compresión es politrópica con exponente $n = 1,35$.
- d. Represente gráficamente las tres transformaciones en un solo diagrama P-v.
- e. Indique en el gráfico del ítem anterior las áreas representativas de los trabajos de árbol de los ítems a), b) y c) y comente.
- f. La suposición del comportamiento del aire como gas ideal en estas condiciones, ¿Es adecuada? Justificar la respuesta.
- g. En los tres casos, calcule cuánto de la potencia se utiliza para incrementar la presión del helio, comparada con la utilizada para que el fluido pase por el compresor

PROBLEMA N°9

Un depósito rígido y bien aislado, de 10 m³ de volumen, está conectado a una gran tubería por la que fluye vapor de agua a 14 bar y 500 °C. Inicialmente el depósito está vacío. Se abre la válvula de conexión y se permite que entre vapor al depósito hasta el momento en que la presión en su interior alcanza los 14 bar.

- a. Caracterice sistema, límites y transformación
Calcular:
- b. La masa de vapor que habrá entrado en el depósito, en kg
- c. La temperatura final, en °C.

PROBLEMA N°10

Mediante una válvula se descargan 5 kg de refrigerante R-134a a 24°C desde un tanque a una línea de aire acondicionado siguiendo un proceso isotérmico; despreciando los intercambios de energía cinética y potencial.

- a. Caracterice sistema, límites y transformación
Calcular:
- b. La calidad final de R134a en el tanque
- c. La cantidad de calor transferido.

PROBLEMA N°11 (PET)

Vapor de agua a 8 MPa y 350°C que fluye por una línea de suministro sufre una reducción de presión a 2 MPa mediante una válvula bien aislada. Despreciando los cambios de energía cinética y potencial.

- a. Caracterice sistema, límites y transformación
- b. Calcule la temperatura del vapor después de la expansión.



PROBLEMA N°12(PET)

Una caldera de recuperación, no aislada, aprovecha los gases calientes que salen de una turbina de gas a 400 °C, para convertir agua a 15°C en vapor saturado a 2 MPa. Si suponemos que la masa de gases calientes es 15 veces la masa de agua y despreciamos los cambios de energía cinética y potencial.

- a) Realizar croquis de la transformación, caracterizar sistema, límites y transformación.

Calcular:

- b) La temperatura de los gases a la salida de la caldera
- c) La cantidad de calor intercambiado.

PROBLEMA N°13 (PET)

En un compresor ideal se comprimen en estado estacionario 20 kg/s de N₂ desde 110 KPa y 25°C. hasta 500KPa y 300°C. Si consideramos despreciable la variación de la energía cinética y potencial. Calcular: La temperatura final, en °C, los flujos volumétricos inicial y final (m³/s) y la potencia consumida en (KW) para los siguientes casos:

- a. Exponente de la transformación $n=K$ (comportamiento adiabático)
- b. Exponente de la transformación $n=1$
- c. Exponente de la transformación $n=1,3$
- d. Para los casos evaluados calcule el calor intercambiado por la refrigeración en KJ/h.
- e. Represente gráficamente las tres transformaciones en un solo diagrama P-v.
- f. Indique en el gráfico del ítem anterior las áreas representativas de los trabajos de árbol de los ítems a), b) y c) y comente.

Considere que el comportamiento del N₂ puede asumirse como GI.

PROBLEMA N°14 (PET)

Un cilindro pistón vertical contiene 0.2 m³ de aire inicialmente a 300 KPa y 20°C. Se abre una válvula que lo conecta con el exterior y se deja escapar el aire a T y P constante hasta que el volumen en el cilindro llega a la mitad.

- a. Caracterizar, sistema, límite y transformación.

Determinar:

- b. La masa de aire que abandona el cilindro, en kg
- c. La cantidad de calor intercambiada.



TRABAJO PRÁCTICO N° 5

“TERMOQUIMICA”

PROBLEMA N°1

Determinar el calor de reacción estándar para las siguientes reacciones, en kcal/mol:

- a) Combustión del acetileno: $C_2H_2(g) + 5/2 O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$
- b) Combustión del metano $CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 2 H_2O(g)$
- c) Obtención de nitrógeno $N_2 H_4 (l) + 2 H_2 O_2 (l) \rightarrow N_2 (g) + 4 H_2 O (l)$
- d) Oxidación de amoníaco $4 NH_3(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 4 NO(g) + 6 H_2O (g)$

PROBLEMA N°2

Metano se quema de forma completa con aire teórico, a 25°C y 1 atm.

- a. Caracterice el sistema
- b. La ecuación química correspondiente a la reacción.
- c. La relación aire-combustible (A/C) en kg aire/kg comb.
- d. El calor de combustión, en kcal/mol y kJ/mol, para el agua en estado líquido.
- e. El exceso de aire si la relación A/C fuera 32 kg aire/kg comb.
- f. La temperatura de rocío de los productos, con aire teórico y con el exceso calculado en el ítem anterior. La presión es de 90KPa.
- g. El calor de combustión para las condiciones del ítem anterior, en kcal/mol y kJ/mol, para el agua en estado líquido. Justifique la diferencia con el resultado del ítem d)

PROBLEMA N°3

Una mezcla de combustible cuya composición en peso es 60% CH₄ (metano) y 40% C₂H₆O (etanol) se quema completamente con aire teórico.

- a. Escribir la ecuación balanceada
- b. Calcular la relación aire combustible
- c. Cuál será el flujo de aire necesario para un flujo de 10 Kg/s de combustible.

PROBLEMA N°4

Un combustible gaseoso cuya composición molar es: 0.45 CH₄; 0.35H₂ y 0.20 H₂, se quema completamente en una cámara de combustión a con 130% de aire teórico.

Determine:

- a. La ecuación química de la combustión para un mol de combustible.
- b. La relación aire – combustible (kg aire/ kg combustible)
- c. La fracción de vapor de agua que podría condensar si los productos gaseosos se enfriaran a 25°C



PROBLEMA N°5

Un combustible compuesto por n-octano, se quema con 60% de exceso de aire en una cámara de combustión a 1 atmósfera. La combustión es incompleta.

- a. Escribir la ecuación balanceada.
- b. Determinar la fracción molar de los productos de combustión
- c. La temperatura de rocío del vapor de agua en los productos.



TRABAJO PRÁCTICO N° 6

“2do PRINCIPIO - ENTROPIA - EXERGIA”

PROBLEMA N°1

Para mantener un edificio a temperatura media de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, su sistema frigorífico se ve obligado a extraer de su interior 600 cal/seg , mientras consume un trabajo eléctrico de 1.00 kW .

Determinar incremento de entropía en kW que sufre el universo debido al acondicionamiento del edificio sabiendo que el ambiente externo se encuentra a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

PROBLEMA N° 2

Un mol de aire ideal se transforma reversiblemente desde $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 20 litros en tres procesos diferentes:

1. El primero se efectúa isotérmicamente reduciendo lentamente la presión sobre el pistón hasta que se alcanza el valor final P_{exterior} y un volumen de 40 litros.
2. En el segundo, la presión disminuye hasta su valor final P_{exterior}
3. En el tercero, el gas ocupa inicialmente un volumen de 20 litros e incrementa su volumen a 40 litros a Presión constante.

Calcúlense en cada proceso Q , W , ΔU y ΔS del gas.

PROBLEMA N°3

En un dispositivo de cilindro-émbolo se comprime aire desde 90 kPa y $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta 400 kPa , en un proceso isotérmico reversible.

Determine:

- a. variación de la entropía del aire
- b. trabajo realizado sobre el pistón.

PROBLEMA N°4

Un flujo de 10 kg/s vapor de agua entra a una turbina con una presión de 30 bar , una temperatura de $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una velocidad de 160 m/s . El vapor sale saturado a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con una velocidad de 100 m/s . Un contenedor rígido y aislado con 5 kg de agua a $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ y título de 0.8 posee un agitador. El funcionamiento de este agitador hace que la Presión ascienda hasta los 1400 kPa .

Determine:

- a. Trabajo realizado por el agitador (kJ)
- b. Variación de la entropía producida por la transformación (kJ /K)
- c. Entropía generada (kJ /K)



PROBLEMA N°5

Se comprime aire a 1 bar y 27 °C hasta 3.5 bar y 127 °C en un dispositivo en régimen estacionario. Entre el aire y el ambiente a 27 °C existe transferencia de calor. El trabajo del compresor es 170 kJ/kg.

Determinar:

- calor transferido al aire que atraviesa el compresor (kJ/kg)
- variación de la entropía del aire (kJ/kg K)
- entropía generada en el volumen de control del aire y el entorno inmediato (kJ/kg K)

PROBLEMA N°6

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene inicialmente 2 L de aire a 100 kPa y 25°C. Después el aire se comprime hasta un estado final de 600 kPa y 150°C. La entrada de trabajo útil es 1.2 kJ. Suponga que los alrededores están a 100 kPa y 25°C

Determinar:

- la exergía del aire en los estados inicial y final,
- el trabajo mínimo que debe suministrarse para llevar a cabo este proceso de compresión
- la eficiencia de la segunda ley de este proceso.

PROBLEMA N° 7

En una tobera entra aire en forma estable a 300 kPa y 87°C con una velocidad de 50 m/s, y sale a 95 kPa y 300 m/s. Se estima que las pérdidas de calor de la tobera hacia el medio circundante a 17°C serán de 4 kJ/kg.

Determine

- Temperatura de salida
- Variación de la exergía entre la entrada y salida del aire
- destruida durante este proceso.



TRABAJO PRÁCTICO N° 7

“CICLOS DE POTENCIA DE GAS”

PROBLEMA N° 1

Un ciclo Otto inicia su carrera de compresión a 101 KPa y 300 K. En el proceso de adición de calor se transfieren 717 KJ/Kg, y la relación de compresión de este ciclo es $r = 8$.

Considerando para este ciclo, calores específicos constantes con la temperatura (Aire Frío Estándar 300K, 1 atm):

- Definir Sistema, Límites, Transformación y elabore croquis del dispositivo
- Representar el ciclo en un diagrama P-v
- Calcular la presión (KPa), temperatura (K) y volumen específico al inicio y fin de cada una de las transformaciones que componen el ciclo.
- Calcular el trabajo neto (KJ/Kg).
- Calcular el rendimiento térmico del ciclo.
- Calcular la presión media efectiva (KPa)

PROBLEMA N° 2

Para el mismo ciclo Otto del problema anterior, calcular los ítems c) al f), considerando los calores específicos variables con la temperatura. Utilizar para ello la Tabla A-17 proporcionada por la cátedra

PROBLEMA N° 3

Un motor de cuatro tiempos, funciona según el ciclo Diésel. Posee una relación de compresión de 16 y al inicio de la etapa de compresión, el aire tiene una temperatura de 293 K y una presión de 95 KPa. El ciclo alcanza una temperatura máxima de 2050 K.

Analizando al motor como ciclo de aire frío y calores específicos constantes con la temperatura (a 300 K), determinar:

- Valores P (KPa), v (m³/Kg) y T (K) para cada punto extremo de las transformaciones del ciclo.
- Transferencia de calor al foco frío (KJ/Kg).
- Trabajo neto del ciclo (KJ/Kg).
- Rendimiento térmico del ciclo.
- Presión Media efectiva del ciclo PME (KPa).

PROBLEMA N° 4

Una turbina de gas que describe un ciclo Brayton, posee una relación de presiones $R_p=20$, siendo las condiciones del aire en la aspiración del compresor 100 KPa y 27 °C. El calor entregado en la cámara de combustión es de 620 KJ/Kg el flujo másico de aire es de 70 Kg/s. Se consideran compresor y turbina isentrópicos.

- Describir Sistema, Límites y Transformación. Elaborar croquis simplificado del conjunto de dispositivos intervinientes y diagrama P-v.

Determinar, utilizando criterio de aire frío estándar:

- Las presiones (KPa), temperatura (K) y volúmenes (m³/Kg) en los cuatro estados característicos del ciclo
- El calor cedido (KJ/Kg)
- El trabajo de la Turbina (KJ/Kg)



- e. El Trabajo Neto del Ciclo (KJ/Kg)
- f. La Potencia desarrollada (MW)
- g. El rendimiento térmico
- h. Representar el ciclo en diagramas T-s

PROBLEMA N°5

Un ciclo Brayton de aire frío estándar tiene una relación de presiones de 18. La temperatura y presión de entrada al compresor es 300 K y 100 KPa. La temperatura de entrada a la turbina es 1100 K. Determinar rendimiento y flujo másico de aire, en kg/s, para una potencia neta de 35 MW, si:

- a. Compresor y turbina son isentrópicos.
- b. Compresor y turbina tienen eficiencias isentrópicas de 80%.
- c. Representar los ciclos en un diagrama T-s.



TRABAJO PRÁCTICO N° 8

““CICLO DE POTENCIA DE VAPOR Y CICLO FRIGORÍFICO””

PROBLEMA N° 1

Un ciclo Rankine ideal que trabaja con agua, opera entre los límites de presión de 3 MPa en la caldera y 30 KPa en el condensador. Si la calidad del vapor a la salida de la turbina no debe ser menor al 85%, calcular la eficiencia térmica máxima del ciclo.

PROBLEMA N° 2

Una planta termoeléctrica a vapor de agua opera con un ciclo Rankine ideal con recalentamiento. La planta mantiene la caldera a 4000 KPa, la sección de recalentamiento a 500 KPa, y el condensador a 10 KPa. La calidad del vapor húmedo a la salida de ambas turbinas es del 90%. Determinar la temperatura a la entrada de cada turbina y la eficiencia térmica del ciclo.

PROBLEMA N° 3

Una planta termoeléctrica opera con un ciclo Rankine a vapor de agua, con recalentamiento. El vapor entra a la turbina de alta presión a 12.5 MPa y 550°C, a razón de 7.7 Kg/s y sale a 2 MPa. El vapor luego se recalienta a presión constante a 450°C, antes de expandirse en la turbina de baja presión. Las eficiencias isentrópicas de la turbina y la bomba son del 85% y 90% respectivamente. La presión en el condensador es de 10 KPa y el vapor sale del mismo como líquido saturado. Determinar

- a. La presión en el condensador
- b. La producción neta de potencia
- c. la eficiencia térmica

PROBLEMA N° 4

Un ciclo ideal de refrigeración utiliza R-134a como fluido de trabajo, operando por compresión del vapor desde 0.12 MPa a 0.7 MPa, entre las líneas de saturación de líquido y vapor. El flujo másico del refrigerante es de 0.05 Kg/s.

- a. Representar en diagrama T-s

Determinar:

- b. La tasa de remoción de calor del espacio refrigerado.
- c. La potencia del compresor.
- d. La tasa de rechazo de calor al medio.
- e. Coeficiente de desempeño.
- f. Porcentaje de aumento del COP si se reemplaza la válvula de estrangulación por una turbina isentrópica.

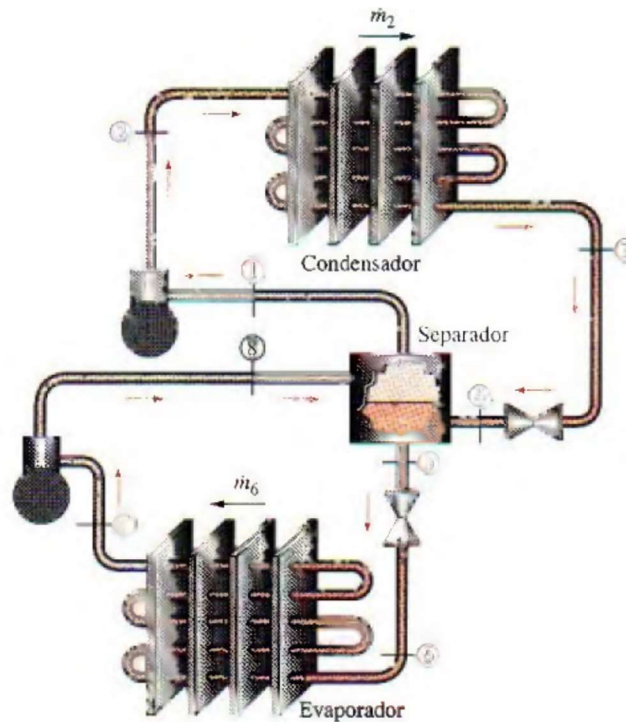


PROBLEMA N°5

Un sistema de refrigeración por compresión de dos etapas, con un separador de fase líquida adiabático, como se muestra en la figura, usa refrigerante R-134a. El Evaporador opera a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, el Condensador a 800 KPa y el Separador a $-10.1\text{ }^{\circ}\text{C}$. El refrigerador debe proporcionar una carga de enfriamiento de 30 kW . A la entrada de cada válvula de expansión, el refrigerante es líquido saturado, y vapor saturado a la entrada de cada compresor, los cuales son isentrópicos.

Determinar:

- El flujo másico a través de los compresores.
- La potencia consumida por los compresores.
- El COP del sistema.





TRABAJO PRÁCTICO N° 9

“AIRE HÚMEDO”

PROBLEMA N°1

Un recipiente de 8 m³ contiene aire saturado a 30°C y 105 kPa.

Determine

- la masa de aire seco,
- la humedad específica
- humedad relativa
- temperatura de rocío

PROBLEMA N°2

Un recipiente contiene 21 kg de aire seco y 0.3 kg de vapor de agua a 24°C y 100 kPa de presión total

Determinar:

- humedad específica
- humedad relativa
- volumen del recipiente

PROBLEMA N°3

Para una tasa de infiltración de 1.2 cambios por hora de aire (RAH), determine a carga de infiltración de calor sensible, calor latente y calor total de un edificio a nivel del mar, en kW, que tiene 20 m de largo, 13 m de ancho y 3 m de alto, cuando el aire exterior está a 32°C y hay 50% de humedad relativa. El edificio se mantiene a 24°C y con 50% de humedad relativa en todo momento.

PROBLEMA N°4

En un conducto de enfriamiento de 40 cm de diámetro entra aire a 1 atm, 32°C y 30% de humedad relativa a 18 m/s. El calor se extrae del aire a una tasa de 1 200 kJ/min.

Determine:

- la temperatura de salida,
- la humedad relativa de salida del aire
- la velocidad de salida.

PROBLEMA N°5

Una corriente de aire caliente con una temperatura de bulbo seco de 40°C y una temperatura de bulbo húmedo de 32°C, se mezcla adiabáticamente con una corriente de aire frío saturado a 18°C. Los flujos máscicos de las corrientes de aire caliente y frío son 8 y 6 kg/s, respectivamente. Suponga una presión total de 1 atm y

Determine:

- la temperatura,
- la humedad específica
- la humedad relativa de la mezcla.