

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Guía de Trabajos Prácticos

- 2021 -

Carrera	Denominación de la asignatura
Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica	TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS

Equipo de cátedra:

Profesor Titular:

Ing. Teresa F. Rauek

Profesor Adjunto:

Ing. Jorge C. Fernández Llano

Jefe de Trabajos Prácticos:

Ing. Andrés Bullaude

Jefe de Trabajos Prácticos:

Ing. Carina Maroto



“PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS”

PROBLEMA Nº 1

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

ESTADO	T (°C)	P (bar)	v (m ³ /kg)	Título	FASE	TABLA UTILIZADA
A	190				Vap. sat. seco	
B		20	0.0307			
C	400	20				
D		5	0,590			
E	97			0,85		
F	200		0,150			
G		50	0,00110			

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

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

PROBLEMA Nº 2

a) Complete la siguiente tabla considerando cómo sustancia al refrigerante R 134a.

Estado	T (°C)	P (KPa)	v (m ³ /Kg)	Título	FASE	TABLA UTILIZADA
A	-8	320				
B	30		0.015			
C		180			Vapor Saturado	
D	80	600				

b) Represente todos los estados en un diagrama P-v

PROBLEMA Nº 3

Un tanque rígido de 2.5 m³ de volumen, contiene 15 Kg de vapor húmedo de agua. Determinar la temperatura a la cual el líquido, que forma parte del vapor húmedo, se evapora por completo dentro del tanque. Representar el proceso en un diagrama T-V



PROBLEMA N° 4

Un tanque rígido de 14 litros contiene 10 kg de Refrigerante R134-a a 2,8 bar. Luego se calienta el recipiente hasta que la presión es de 6 bar.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine:
- La temperatura ($^{\circ}\text{C}$), calidad y estado en el punto inicial.
- La temperatura ($^{\circ}\text{C}$), calidad y estado en el punto final.
- Represente en un diagrama P-v.

PROBLEMA N° 5

Un dispositivo cilindro-émbolo contiene 0.85 Kg de refrigerante R-134a a -10°C . El émbolo tiene movimiento libre, y su masa es de 12 Kg, con un diámetro de 25 cm. La presión atmosférica local es de 88 KPa. Se transfiere calor al refrigerante hasta que su temperatura es de 15°C .

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine:
- La presión final (KPa)
- El cambio de volumen del refrigerante (m^3)

PROBLEMA N° 6

Un dispositivo cilindro-émbolo contiene 0.8 Kg de vapor de agua a 300°C y 1 MPa. El vapor se enfría a presión constante, hasta que se condensa la mitad de su masa.

- Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Determine:
- La temperatura final del agua ($^{\circ}\text{C}$)
- El cambio de volumen (m^3)
- Represente en un diagrama T-v



“GASES IDEALES Y GASES REALES”

PROBLEMA Nº 1

El refrigerante R-134a a 700kPa tiene un volumen específico de 0,033322 m³/kg. Determinar la temperatura del refrigerante, en °C, con base en:

- a) La ecuación de gases ideales
- b) La ecuación de Van der Waals
- c) Tabla de refrigerantes
- d) Calcule el error relativo porcentual en los ítems a) y b)

PROBLEMA Nº 2

Determinar el volumen específico del vapor de agua sobrecalentado, en m³/kg, a 10 MPa y 400 °C, utilizando

- a) La ecuación de gas ideal
- b) El diagrama de compresibilidad generalizado
- c) Las tablas de vapor de agua
- d) Determine el error cometido en los dos primeros casos

PROBLEMA Nº 3

En un dispositivo cilindro émbolo se calienta Metano (CH₄), que se encuentra a 8 MPa y 300K, a presión constante hasta que su volumen aumenta un 50%.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine la temperatura final, en K, utilizando:

- b) La ecuación de gas ideal
- c) Factor de compresibilidad
- d) Especifique cuál es el valor más exacto y justifique la respuesta

PROBLEMA Nº 4

Por una tubería circula dióxido de carbono (CO₂) en régimen estacionario a 3 MPa y 500K, con un flujo másico de 2 kg/s. El gas se enfría a presión constante, a medida que fluye por la cañería, por lo que la temperatura en la salida desciende a 450K.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine el flujo volumétrico, en m³/s, y el volumen específico, en m³/kg, a la entrada y salida del tubo, utilizando:

- b) La ecuación de estado del gas ideal.
- c) La ecuación con el factor de compresibilidad “Z”.



- d) Si los volúmenes específicos de entrada y salida, obtenidos mediante tablas de propiedades son: 0,0309 y 0,0274 m³/kg, respectivamente, evalúe el error en los resultados de los ítems a) y b)

PROBLEMA N° 5

Una mezcla de gases se prepara llenando primero un tanque al vacío de 0.15 m³ con Neón hasta que la presión es de 35 KPa. Luego se agrega Oxígeno hasta que la presión es de 105 KPa. Finalmente, se agrega Nitrógeno hasta que la presión sube a 140 KPa. Durante cada etapa del llenado del tanque, el contenido se mantiene a 60 °C.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
Considerando el comportamiento de gas ideal, determine:
- b) La masa de cada constituyente en la mezcla resultante
- c) El peso molecular de la mezcla
- d) La fracción del volumen del tanque que ocupa el Nitrógeno

PROBLEMA N° 6

Un tanque rígido contiene una mezcla gaseosa compuesta por 2 kmol de gas N₂ y 6 kmol de gas CH₄ a 200 K y 12 MPa.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis
- b) Estime el volumen del tanque, en m³, usando:
- c) La ecuación de estado de los gases ideales
- d) La Ley pseudocrítica o Regla de Kay
- e) La Ley de Amagat para mezcla de gases reales



“CALOR, TRABAJO y PRIMER PRINCIPIO SISTEMAS CERRADOS”

PROBLEMA Nº1

Se desea elevar la temperatura de 5 kg H_2 desde $77^\circ C$ hasta $527^\circ C$, el suministro de calor se produce a presión constante, en un dispositivo cilindro – émbolo.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y realice el croquis del dispositivo

Determine la cantidad de calor transferido en kJ si:

- b) Se considera el calor específico constante para el intervalo de temperatura dado y con el valor correspondiente al origen del mismo.
- c) Se considera el calor específico constante para el intervalo de temperatura dado y con el valor correspondiente al final del mismo.
- d) Se considera como calor específico medio al correspondiente a la temperatura promedio.
- e) Se considera como calor específico medio al correspondiente al promedio aritmético entre el inicial y el final.
- f) Se considera la ley de variación del calor específico con la temperatura.
- g) Calcule el error porcentual, tomando como valor verdadero o real al calculado en el inciso e).

PROBLEMA Nº2

Con fines industriales es necesario calentar 15kg de N_2 desde $20^\circ C$ hasta $580^\circ C$ en un recipiente rígido.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y realice el croquis

Determine la cantidad de calor transferido en kJ si:

- b) Se considera como calor específico medio al correspondiente a la temperatura promedio.
- c) Se considera como calor específico medio al correspondiente al promedio aritmético entre el inicial y el final.
- d) Se considera la ley de variación del calor específico con la temperatura.
- e) Calcule el error porcentual tomando como valor verdadero o real al calculado en el inciso c).

PROBLEMA Nº3

Durante algunos procesos reales de expansión y compresión en dispositivos de cilindro-émbolo, se ha observado que los gases satisfacen la relación $PV^n = \text{cte}$. El gas se expande lentamente desde una condición inicial de 180kPa y $0,05m^3$ hasta alcanzar un volumen final de $0,25m^3$.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y realice el croquis del dispositivo

Calcule:

- b) La presión final si $n=1,2$ en kPa
- c) El trabajo realizado durante la expansión, con $n=1,2$ en kJ
- d) El trabajo hecho durante procesos con $n=0$, $n=1$, $n=1,5$ en kJ
- e) Represente cada proceso en el mismo un diagrama P-V e indique el trabajo realizado.



PROBLEMA Nº4

Una masa de 2,4 kg de aire a 150 kPa y 12°C está contenida en un dispositivo cilindro-émbolo sin fricción. El aire se comprime lentamente hasta una presión final de 600 kPa y durante el proceso se verifica que $T=cte$,

- Caracterice sistema, límites y transformación y realice el croquis
- Determine el volumen inicial y final del aire en m^3
- Calcule el trabajo intercambiado, en kJ
- Represente el proceso en un diagrama P-v

PROBLEMA Nº 5:

Un sistema simple compresible, cerrado y en reposo describe un ciclo que consta de cuatro procesos. En la tabla aparecen algunos valores de las transferencias y de las variaciones de energía. Completar la tabla con todos los valores que faltan.

PROCESO	Q (kJ)	W (kJ)	ΔU (KJ)
1→2	-200		0
2→3	800		
3→4		600	400
4→1	0		-1200

PROBLEMA Nº6

Un dispositivo sin fricción cilindro émbolo contiene 4,5kg de N_2 a 1 bar y 300K. El N_2 se comprime lentamente de acuerdo con la relación $PV^{1,3}= constante$ hasta que alcanza la temperatura final de 400K.

- Caracterice sistema, límites y transformación y realice el croquis del dispositivo
- Calcule la presión final, en kPa
- Determine el trabajo hecho durante el proceso, en kJ
- Calcule la variación de la energía interna, en kJ
- Determine la transferencia de calor, en kJ
- Represente el proceso en un diagrama P-V e indique el trabajo realizado (kJ).
- Interprete el proceso considerando el primer principio

PROBLEMA Nº7

En un dispositivo cilindro-émbolo se encuentran 1,55 kg de agua, en estado vapor húmedo, ocupando un volumen inicial de 0,27m³ a 120 °C (estado 1). Ingresa calor a presión constante hasta que el volumen se triplica (estado 2). A continuación, el émbolo se traba y por una resistencia eléctrica que se ubica en su interior circulan 1,67 A durante 20 min, con un voltaje de 200V, hasta que el vapor alcanza una temperatura de 300°C (estado 3).



- a) Caracterice el sistema, límites y transformación para cada uno de los procesos. Confeccione el croquis.

Determine:

- b) El calor intercambiado en el proceso 1-2, en kJ,
c) El trabajo eléctrico en el proceso 2-3, en kJ,
d) El calor intercambiado en el proceso 2-3, en kJ,
e) Represente el proceso en el diagrama P-v e indique el trabajo de expansión (kJ/kg)
f) Interprete los intercambios energéticos en cada proceso

PROBLEMA Nº8

Un dispositivo de cilindro-émbolo, cuyo émbolo descansa sobre un conjunto de topes, contiene al inicio 3 kg de aire a 200 kPa y 27°C. La masa del émbolo es tal que se requiere una presión de 400 kPa para moverlo. Entonces, se transfiere calor al aire hasta que se duplica su volumen.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación. Confeccione el croquis.
b) Calcule el trabajo realizado por el aire, en kJ
c) Determine el calor total transferido al aire durante este proceso, en kJ
d) Represente el proceso en un diagrama P-v
e) Interprete los intercambios energéticos en cada proceso



“PRIMER PRINCIPIO SISTEMAS ABIERTOS”

PROBLEMA Nº1

Por una turbina adiabática fluye vapor de modo estable. Las condiciones de entrada del vapor son 10 MPa, 450°C y 80 m/s, y las de salida son 10 kPa, calidad de 92 por ciento y 50 m/s. El flujo másico del vapor es 12 kg/s. Indique

- a) Croquis del sistema e identifique sistema, límite y transformación
- b) el cambio de energía cinética en kJ/kg
- c) la salida de potencia en MW
- d) el área de entrada de la turbina en m²

PROBLEMA Nº2

A una tobera entra vapor a 5 MPa y 400°C en forma permanente con una velocidad de 80 m/s, y sale a 2 MPa y 300°C. El área de entrada de la tobera es de 50 cm² y el calor se pierde a una tasa de 120 kJ/s. Determine

- e) el flujo másico del vapor en kg/s
- f) la velocidad de salida del vapor en m/s
- g) Variación de energía cinética kJ/kg
- h) Variación de entalpía kJ/kg
- i) Energía total kJ/kg
- j) el área de salida de la tobera en cm²

PROBLEMA Nº3

La caldera de un sistema de generación de vapor produce 10000 kg/h de vapor a 1000 kPa bar y 400°C. La bomba de alimentación de dicha caldera impulsa agua desde una cisterna que está a presión atmosférica de 100 kPa y 20°C.

- a) Confeccione el croquis de la instalación, demarcando el volumen de control y caracterice el sistema
- b) Determine la potencia teórica del motor de la bomba en kW.
- c) Calcule el calor que se suministra en la caldera en kJ/s.
- d) Representar gráficamente las transformaciones en un diagrama P-v

PROBLEMA Nº4

Se condensa vapor de agua en el exterior de un cambiador de calor de tubos en cuyo interior circula aire. El aire entra a 120 kPa, 20°C y 10 m/s y sale a 80°C. El flujo másico de vapor es 5 kg/min, entra a 300kPa y 200°C y sale como líquido saturado.

- a) Confeccione un croquis del equipo demarcando el volumen de control;
- b) Identifique y caracterice el sistema y la transformación;
- c) Determine la temperatura de salida del agua(°C);
- d) el flujo másico de aire necesario en kg/min
- e) el área de entrada del conducto de la corriente de aire en m²



PROBLEMA Nº5

A un compresor adiabático entra refrigerante 134a como vapor saturado a -24°C y sale a 0,8 MPa y 60°C . El flujo másico de esta sustancia es 1,2 kg/s.

- Identifique y caracterice el sistema y la transformación,
- Determine el flujo volumétrico del refrigerante en la entrada del dispositivo, en m^3/s
- Calcule la variación de entalpía en kJ/kg
- Determine la entrada de potencia al compresor en kW

PROBLEMA Nº6

Se busca obtener vapor saturado a 20bar mediante la mezcla de una corriente de 20000 kg/h de vapor a 3 MPa y 300°C con otra corriente de agua líquida a 2,5 MPa y 180°C . Para ello se utilizará una cámara perfectamente aislada que operará a 2MPa.

Se instalarán dos válvulas de estrangulamiento, una para cada corriente de entrada. Los efectos de la energía cinética y potencial son despreciables.

- Confeccione el croquis de la instalación, demarcando el volumen de control;
- Identifique y caracterice el sistema.
- Determine: la temperatura del vapor de entrada luego de pasar por el dispositivo de estrangulamiento, en $^{\circ}\text{C}$.
- Calcule el flujo másico de agua líquida, en kg/h.
- Determine el flujo másico (kg/h) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de vapor de salida de la cámara.
- Recalcule el flujo de agua líquida y el de salida, si la cámara pierde por defecto en la aislación un 10% del calor aportado por el vapor de entrada.

PROBLEMA Nº 7

A un compresor ideal ingresan 32 kg/s de aire a 1 bar y 20°C . A la salida, la presión es de 7 bar. Las variaciones de energía cinética y potencial son despreciables. El aire se considera como gas ideal. Utilice calores específicos y "k" a temperaturas medias.

- Calcule la temperatura de salida en $^{\circ}\text{C}$ y la potencia en kW, si la compresión es adiabática. Utilice dos métodos de cálculo para la potencia. Calcule la potencia en kW y el calor intercambiado (kJ/s) si el compresor es isotérmico.
- Calcule la temperatura de salida en $^{\circ}\text{C}$, la potencia en kW y el calor intercambiado (kJ/s) si la compresión es politrópica con exponente $n=1,1$.
- Idem anterior para $n=1,5$.
- Caracterice sistema, límites y transformación para cada ítem y confeccione el croquis
- Represente gráficamente las transformaciones en un solo diagrama P-v.
- Indique en el gráfico del ítem anterior las áreas representativas de los trabajos de árbol de los ítems a), b), c) y d). Comente



PROBLEMA Nº 8

Los gases calientes de combustión (cuyas propiedades se aproximan bastante bien con las propiedades del aire) entran a una turbina ideal de gas a 1 MPa y 1400 K con un flujo de 1,2 kg/s, y salen a 0,1 MPa y 600 K. Las variaciones de energía cinética y potencial son despreciables.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine:

- b) El exponente de la politrópica
- c) El trabajo intercambiado, en kg(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 Nº9

Un dispositivo de cilindro-émbolo vertical contiene 0,2 m³ de aire a 20°C. La masa del émbolo es tal que mantiene una presión constante de 300 kPa en el interior. Entonces, se abre una válvula conectada al cilindro y se deja escapar aire hasta que el volumen en el interior disminuye a la mitad. Durante este proceso hay transferencia de calor, para que la temperatura del aire en el cilindro permanezca constante.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine:

- b) La masa de aire que queda en el cilindro, en kg.
- c) El calor transferido, en kJ

PROBLEMA Nº10

Un tanque rígido de 0,12 m³ contiene refrigerante 134a a 1 MPa como vapor saturado seco. Ese tanque se conecta por medio de una válvula con una línea de suministro que conduce el refrigerante 134a a 1,2 MPa y 36°C. Entonces, se abre la válvula y se deja que el refrigerante entre al tanque. Cuando se observa que el tanque contiene líquido saturado a 1,2 MPa se cierra la válvula.

- a) Caracterice sistema, límites y transformación y confeccione el croquis

Determine:

- b) La masa del refrigerante que entró al tanque, en kg
- a) La cantidad de calor transferido, en kJ.



“TERMOQUÍMICA”

PROBLEMA Nº 1

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

- a) Obtención de Fe : $\text{FeO (s)} + \text{CO (g)} = \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{Fe (s)}$
- b) Combustión de etanol: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(g)} + 3 \text{ O}_2 \text{ (g)} = 2 \text{ CO}_2 \text{ (g)} + 3 \text{ H}_2\text{O (g)}$
- c) Fabricación de ácido nítrico: $3 \text{ NO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} = 2 \text{ NO}_3\text{H (l)} + \text{NO (g)}$
- d) Oxidación de sulfuro de hidrógeno: $\text{SH}_2 \text{ (g)} + 3/2 \text{ O}_2 \text{ (g)} = \text{SO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$

PROBLEMA Nº 2

Se quema propano gaseoso en forma completa, con aire teórico, a 25°C y 1 atm. Determine:

- 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 24 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 108 KPa.
- g) Repetir el cálculo de los ítems b), c) y d) para el caso en que el propano se quema con un 20% de exceso de aire, convirtiéndose a CO_2 el 96% del carbono presente en el combustible, apareciendo el resto como CO.
- h) 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 Nº 3

Una combustión real de metano gaseoso (CH_4) con aire da, mediante ensayo con analizador de Orsat, el análisis volumétrico de los productos en base seca que se describe a continuación

CO_2 : 9,7% ; CO : 0,5% ; O_2 : 3,0% ; N_2 : 86,8%

Determine:

- a) La ecuación química de la combustión para un mol de combustible.
- b) El calor de combustión en condiciones estándar y con agua en fase vapor, en Kcal/mol comb.
- c) La relación aire – combustible (kg aire/ kg comb)
- d) La temperatura de rocío de los productos si la presión es 1 bar.



PROBLEMA N° 4

Se quema n-octano gaseoso (C_8H_{18}) con 100 por ciento de exceso de aire en una cámara de combustión de presión constante. El aire y el combustible entran estacionariamente a esta cámara en condiciones estándar y los productos de la combustión salen a $257^\circ C$. Determine:

- La ecuación química de la combustión, para un mol de combustible
- La transferencia de calor desde la cámara, en kcal /kg comb y en kJ/kg

PROBLEMA N° 5

Etano gaseoso (C_2H_6) que entra a $25^\circ C$, se quema en una cámara de combustión de flujo estacionario a razón de 5 kg/h con la cantidad estequiométrica de aire, que se precalienta a 500 K antes de entrar a la cámara de combustión. Un análisis de los gases de combustión revela que todo el hidrógeno del combustible se quema a H_2O , pero sólo 95 por ciento del carbono se quema a CO_2 , mientras el restante 5 por ciento forma CO. Si los productos salen de la cámara de combustión a 800 K, determine:

- La ecuación química de la combustión, para un mol de combustible
- El calor intercambiado en la cámara de combustión, en kJ/mol de combustible y en kcal/mol



“2do PRINCIPIO - ENTROPIA - EXERGIA”

PROBLEMA N° 1

Una central eléctrica de vapor de 600 MW, que se enfría mediante un río cercano, tiene una eficiencia térmica de 30 por ciento.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) flujo de calor cedido al agua del río (MW).
c) ¿La tasa de transferencia de calor real será mayor o menor que este valor?

PROBLEMA N° 2

Una máquina térmica con un rendimiento del 40% produce un trabajo de 50 MW trabajando entre fuentes que se encuentran a 527°C y 127°C

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) Flujos de calor absorbido desde la fuente térmica de mayor temperatura y el liberado hacia la de menor temperatura (MW).
c) Indique su comportamiento en comparación con el máximo rendimiento que podría llegar a tener para igual producción de trabajo y entre las mismas fuentes.

PROBLEMA N° 3

Se comprime aire mediante un compresor sin rozamiento de 12 kW de P1 a P2 . La temperatura del aire se mantiene constante a 25°C durante este proceso como resultado de la transferencia de calor hacia los alrededores.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) calor intercambiado por el sistema con el medio [W]
c) variación de la entropía correspondiente al aire del compresor [W]
d) indicar la causa por la cual se produce la variación de entropía calculada.

PROBLEMA N° 4

Un recipiente rígido contiene 5 kg de aire ideal a 30°C y 2 bar, el cual se agita mediante una hélice que realiza 200 kJ de trabajo. Se observa que el aire se transforma alcanzando 50 °C y 3 bar durante este proceso. Además, se produce un intercambio de calor entre el sistema y los alrededores que se encuentran a 30°C.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) variación de la entropía del aire [kJ / K]
c) variación de la entropía del medio [kJ / K]
d) entropía generada por la transformación [kJ / K]



PROBLEMA N° 5

Una máquina térmica recibe calor de una fuente a 1227°C a una tasa de 700 kJ/s , y desecha calor de desperdicio hacia un medio a 47°C . La salida de potencia de la máquina térmica se ha medido en 320 kW y la temperatura de los alrededores es de 25°C .

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) exergía de la máquina térmica (MW).
c) Irreversibilidad (kW)
d) eficiencia de la segunda ley de esta máquina térmica.

PROBLEMA N° 6

Un dispositivo de cilindro-émbolo contiene inicialmente 5 L de aire a 100 kPa y 20°C . Posteriormente el aire se comprime hasta un estado final de 500 kPa y 120°C mediante un trabajo útil es 0.75 kJ . El medio ambiente se encuentra a 100 kPa y 20°C .

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) exergía del aire en los estados inicial y final (kJ).
c) eficiencia de la segunda ley de este proceso.
d) Irreversibilidad de la transformación (kJ).

PROBLEMA N°7

Un vapor sobrecalentado circula por una tubería en que se encuentra una válvula de estrangulamiento ingresando a 260°C y 34.5 bar con una reducción hasta 10 bar .

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) destrucción de exergía (kJ/kg) considerando que las condiciones del entorno son 1 atm y 25°C .



“CICLOS DE POTENCIA DE GAS”

PROBLEMA N° 1

Un ciclo Otto ideal tiene una relación de compresión igual a 8. Al inicio de la compresión, el aire se encuentra a 100 KPa y 17 °C, y se transfieren 800 (KJ/Kg) de calor al sistema durante el proceso de adición de calor a volumen constante.

- a) Caracterice Sistema, Límites, Transformación y confeccione el croquis.

Considerando que el calor específico del aire no varía con la temperatura, determine:

- b) Las temperaturas (K), presiones (KPa) y volúmenes (m^3/Kg) en los puntos extremos de cada una de las transformaciones que componen el ciclo.
c) El trabajo neto W (KJ/Kg)
d) El rendimiento térmico η (%)

PROBLEMA N° 2

Una máquina Diesel que funciona según el ciclo de aire frío estándar tiene una relación de compresión de 20. El estado del aire al principio del proceso de compresión es de 95 KPa y 20°C. La temperatura máxima en el ciclo es de 2200 K.

- a) Caracterice Sistema, Límites, Transformación y confeccione el croquis.

Considerando que el calor específico del aire no varía con la temperatura, determine:

- b) Las temperaturas (K), presione (KPa) y volúmenes (m^3/Kg) en los puntos extremos de cada una de las transformaciones que componen el ciclo.
c) El trabajo neto W (KJ/Kg)
d) El rendimiento térmico η (%)
e) Presión Media efectiva PME (KPa)

PROBLEMA N° 3

Resuelva los ítems b, c y d del Problema 1, considerando los calores específicos variables con la temperatura. Utilice para ello la Tabla A-17 de Cengel.

PROBLEMA N° 4

Un ciclo Brayton de aire frío estándar tiene una relación de presiones de 12. La temperatura y presión de entrada al compresor es 27°C y 1 bar. La temperatura de entrada a la turbina es 727°C y desarrolla una potencia neta de 30 MW

- a) Caracterice Sistema, Límites, Transformación y confeccione el croquis.

Determine el rendimiento (%) y flujo másico de aire (kg/s), si:

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



PROBLEMA Nº 5

A un ciclo Brayton de aire frío estándar con una relación de presiones de 15, ingresa aire a 25°C y 100 kPa, y luego de comprimirse recibe un calor de 950 kJ/kg. Las eficiencias isentrópicas de compresor y turbina son 100% y 75%, respectivamente. Considerando calores específicos constantes a temperatura ambiente, determine:

- a) Croquis simplificado de la instalación y representación gráfica del ciclo en un diagrama T-s
- b) La temperatura máxima del ciclo (K)
- c) El trabajo neto del ciclo, en kJ/kg
- d) La relación de acoplamiento.
- e) El rendimiento térmico del ciclo
- f) El flujo másico, en kg/seg, si la potencia neta del motor es 12 MW
- g) La exergía destruida en la turbina en, kJ/kg, si las condiciones del estado muerto son 20°C y 1 bar.
- h) La variación de entropía en el proceso en que se cede calor, en kJ/kg-K



“CICLO DE POTENCIA DE VAPOR Y CICLO FRIGORÍFICO”

PROBLEMA Nº 1

Una central termoeléctrica de vapor de agua opera en un ciclo Rankine ideal simple con sobrecalentamiento, entregando una potencia neta de 25 MW. El vapor entra a la turbina a 3MPa y 600 °C y se condensa a 10 kPa.

- Confeccione el croquis simplificado de la instalación y represente gráficamente el ciclo en un diagrama T-s
- Complete la siguiente Tabla con las propiedades en los estados característicos del ciclo: (Consigne los cálculos realizados).

Estado	P (KPa)	x	h (kJ/kg)	s (KJ/kg K)	Fase	Tabla utilizada
1	10					
2	3000					
3	3000					
4	10					

- Determine el rendimiento térmico
- Calcule el flujo másico en kg/s
- Calcule la variación de exergía en el proceso de condensación del vapor, en kJ/s, considerando para el estado muerto $P_o = 1$ bar y $T_o = 27^\circ\text{C}$.

PROBLEMA Nº 2

En un ciclo Rankine simple, con sobrecalentamiento, circulan 1800 kg/min de vapor. El vapor entra a la turbina a 12,5 MPa y 500 °C y se condensa a 20 kPa.

- Confeccione el croquis simplificado de la instalación y represente gráficamente el ciclo en un diagrama T-s
- Complete la siguiente Tabla con las propiedades en los estados característicos del ciclo: (Consigne los cálculos realizados).

Estado	P (KPa)	x	h (kJ/kg)	s (KJ/kg K)	Fase	Tabla utilizada
1	20					
2	12500					
3	12500					
4	20					

- Determine el rendimiento térmico
- Calcule la Potencia del ciclo en Mw
- Recalcule el rendimiento térmico considerando que la turbina tiene un rendimiento isentrópico del 85%.



PROBLEMA Nº 3

Un ciclo Rankine simple ideal (con sobrecalentamiento) con agua como fluido de trabajo opera entre los límites de presión de 6MPa en la caldera y 30 kPa en el condensador. La calidad a la salida de la turbina es 85 por ciento.

- Confeccione el croquis simplificado de la instalación y represente gráficamente el ciclo en un diagrama T-s
- Complete la siguiente Tabla con las propiedades en los estados característicos del ciclo. Consigne los cálculos realizados.

Estado	P (KPa)	Título (x)	h (kJ/kg)	S (KJ/kg K)	Fase	Tabla utilizada
1	30					
2	6000					
3	6000					
4	30	0,85				

- Determine el trabajo neto en kJ/kg
- Determine el rendimiento térmico
- Si la potencia neta del ciclo es 30 MW, calcule el flujo másico en kg/s
- Calcule cuál sería el rendimiento isentrópico de la turbina si, como consecuencia de irreversibilidades, el vapor saliera de la misma con título 1

PROBLEMA Nº 4

Un ciclo ideal de refrigeración por compresión que utiliza refrigerante R 134a como fluido de trabajo, funciona con una temperatura en el evaporador de -20°C y una presión en el condensador de 9 bar. El flujo másico de refrigerante es 3 kg/min. Determine:

- Confeccione el croquis simplificado de la instalación y represente gráficamente el ciclo en un diagrama T-s
- El coeficiente de operación (COP).
- El calor extraído al foco frío, en kJ/min
- El COP de una máquina de Carnot que opere entre las mismas temperaturas en el condensador y el evaporador

PROBLEMA Nº 5

Las presiones en el evaporador y en el condensador de una planta de refrigeración por compresión de vapor, de 12100 frigorías, que funciona con R134a son 0,20 y 0,80 MPa. El refrigerante ingresa al compresor como vapor saturado seco y sale del condensador como líquido saturado. Determine:

- Confeccione el croquis simplificado de la instalación y represente gráficamente el ciclo en un diagrama T-s
- La temperatura del fluido al salir del compresor, en °C
- El coeficiente de operación.
- La potencia del compresor, en kW.



“AIRE HUMEDO”

PROBLEMA N° 1

Una habitación contiene aire a 20°C y 98 kPa, con una humedad relativa de 85%.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) presión parcial del aire seco (kPa)
c) humedad absoluta del aire (kgv/kgas)
d) temperatura de rocío (°C)

PROBLEMA N° 2

El aire atmosférico a una hora del día se mide una temperatura de rocío de 5°C y una temperatura de bulbo húmedo de 15°C, siendo la presión atmosférica de 760mmHg.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) Temperatura de bulbo seco (°C)
c) Humedad absoluta (kg/kg as)
d) Humedad relativa (%)
e) Resolución usando grafica psicrométrica y de Mollier

PROBLEMA N° 3

En un equipo de calefacción entra aire a 95 kPa, 12°C y 30% de humedad relativa a una tasa de 6 m³/min y sale a 25°C.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) la relación de transferencia de calor en la sección de calentamiento kJ/min
c) la humedad relativa del aire a la salida.

PROBLEMA N° 4

En un equipo de enfriamiento que tiene un ducto de entrada de 40 cm de diámetro entra aire a 1 atm, 32°C y 30% de humedad relativa a 18 m/s. Se extrae calor del aire a una tasa de 1200 kJ/min.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine:

- b) temperatura de salida del aire °C
c) humedad relativa de salida del aire
d) velocidad de salida (m/s).



PROBLEMA N° 5

Dos corrientes de aire se mezclan de manera uniforme y adiabáticamente. La primera entra a 32°C y 40% de humedad relativa y a una tasa de $20 \text{ m}^3/\text{min}$, en tanto que la segunda corriente entra a 12°C , con 90% de humedad relativa y una tasa de $25 \text{ m}^3/\text{min}$. Suponga que el proceso de mezcla sucede a una presión de 1 atm.

- a) Caracterice el sistema, límites y transformación y croquis

Determine en la mezcla de salida:

- b) humedad absoluta ($\text{kg}/\text{kg as}$)
- c) humedad relativa
- d) temperatura de bulbo seco $^{\circ}\text{C}$
- e) flujo volumétrico de la mezcla (m^3/min).