

Instituto Tecnológico de Tijuana



Reporte final de periodo sabático comprendido de agosto 19 de 2019 a agosto 18 de 2020.

Programa 5.3: Elaboración de Material Didáctico para la Enseñanza:
Elaboración de Reactivos de Evaluación para Termodinámica

M.C. Marco A. Zazueta Gómez

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Tecnológico Nacional de México, al Instituto tecnológico de Tijuana y al departamento de Ingeniería Química y Bioquímica la facilidades otorgadas para le ejecución del “Año sabático” con fundamento en el Reglamento Interior de Trabajo del Personal Docente de los Institutos Tecnológicos, Título Cuarto, Capítulo Unico, por el que suscribe.

Los programas susceptibles de ser desarrollados en el periodo Sabático son de gran relevancia porque nos permite, estimular la superación académica, fomentar la actualización docente y tener productos de calidad.

INDICE

	Página
PORTADA	
INTRODUCCION	5
REACTIVOS	
1.- Conceptos y propiedades termodinámicas	
Reactivo No. 1	8
Reactivo No. 2	9
Reactivo No. 3	10
Reactivo No. 4	11
Reactivo No. 5	12
Reactivo No. 6	13
Reactivo No. 7	14
Reactivo No. 8	15
Reactivo No. 9	16
Reactivo No. 10	18
Reactivo No. 11	20
Reactivo No. 12	22
2.- Propiedades de los fluidos puros.	
Reactivo No. 13	25
Reactivo No. 14	27
Reactivo No. 15	30
Reactivo No. 16	32
Reactivo No. 17	34
Reactivo No. 18	36
Reactivo No. 19	38
Reactivo No. 20	41
Reactivo No. 21	44
Reactivo No. 22	47
Reactivo No. 23	50
Reactivo No. 24	53
3.- Primera Ley de La Termodinámica	
Reactivo No. 25	56
Reactivo No. 26	58
Reactivo No. 27	60
Reactivo No. 28	62
Reactivo No. 29	64
Reactivo No. 30	66
Reactivo No. 31	68
Reactivo No. 32	70
Reactivo No. 33	72
Reactivo No. 34	74
Reactivo No. 35	77

Reactivo No. 36	80
4.- Segunda Ley de la termodinámica	
Reactivo No. 37	82
Reactivo No. 38	84
Reactivo No. 39	86
Reactivo No. 40	89
Reactivo No. 41	91
Reactivo No. 42	93
Reactivo No. 43	95
Reactivo No. 44	99
Reactivo No. 45	102
Reactivo No. 46	105
Reactivo No. 47	108
Reactivo No. 48	111
5.- Termofísica y termoquímica	
Reactivo No. 49	113
Reactivo No. 50	114
Reactivo No. 51	115
Reactivo No. 52	116
Reactivo No. 53	117
Reactivo No. 54	119
Reactivo No. 55	121
Reactivo No. 56	123
Reactivo No. 57	125
Reactivo No. 58	127
Reactivo No. 59	129
Reactivo No. 60	130
CONCLUSIONES	132
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	133

INTRODUCCION

Se pretende con la elaboración de este proyecto, tener un banco de reactivos que beneficie al Tecnológico Nacional de México y al depto. de Ing. Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tijuana en particular, así como al aprendizaje del alumnado que curse la materia de Termodinámica facilitando además la enseñanza de la misma.

Definición y clasificación de reactivos.

La definición que seleccionamos de la palabra “reactivo” es la siguiente: “Un reactivo es una pregunta a contestar, afirmación a valorar, problema a resolver, característica a cubrir o acción a realizar; están siempre contenidos en un instrumento de evaluación específico; tienen la intención de provocar o identificar la manifestación de algún comportamiento, respuesta o cualidad. Los reactivos seleccionan la información que es relevante para la evaluación.” “El reactivo requiere que el examinado seleccione o identifique la respuesta correcta entre un grupo de ellas y, además, sea breve y no necesita de una justificación. Este tipo de pruebas no exige la habilidad para estructurar la información a su manera. Pero permite medir conocimientos en diferentes niveles de pensamiento, memorizar, recordar, reconocer, comprender, relacionar, sintetizar, analizar y evaluar. En general son breves, explícitos y la calificación está claramente determinada, libre de incertidumbre o error”.

Tener un banco de reactivos es pertinente ya que coadyuva en el aprendizaje y la evaluación ya que esta es un componente sustancial de todo proceso educativo, porque todo proyecto educativo tiene propósitos, por lo tanto, es necesario poder valorar si se logran o en qué medida se alcanzan esos propósitos.

La elaboración de reactivos es indispensable para los dos tipos de evaluaciones más comunes:

Evaluación Formativa: La evaluación formativa corresponde a aquella donde la información obtenida mediante una evaluación se utiliza tanto como para que el estudiante aprenda a través de sus propios errores, como para que mejore sus estrategias de aprendizaje. Una de las principales ventajas es que puede aplicarse en cualquier ámbito docente: en una clase, en actividades grupales, salidas a terreno, práctica clínica, etc. Se diferencia de la evaluación sumativa, en que es continua. No conduce a una nota final, sino más bien ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Evaluación Sumativa: La evaluación sumativa está dirigida a conocer, al final de un determinado período, el logro de los objetivos planteados, los cuales deben estar ajustados a los requerimientos de los contenidos, habilidades, actitudes y valores. Tiende a ser considerada como sinónimo de “calificación o nota final” después que el estudiante hubo rendido diferentes tipos o instancias evaluativas. Según Baird, los cuatro propósitos de la evaluación sumativa son:
Determinar el nivel de los estudiantes y elaborar un informe de desempeño.
Constituirse en una base para revisiones subsecuentes o rediseño de una asignatura o programa.
Predecir el probable desempeño de los estudiantes y asignaturas futuras.
Determinar la efectividad de programas o cursos.

Antes de seleccionar la metodología y las técnicas para una evaluación, se requiere que exista un programa del curso planeado en su totalidad, con objetivos generales, específicos, actividades y recursos didácticos a utilizar. Estos objetivos nos permiten tener una idea clara de nuestra intención, tanto al enseñar como al evaluar lo aprendido. Es muy importante que exista congruencia entre lo que se enseña y lo que se evalúa.

Es de especial de interés tener un banco de reactivos de la materia antes mencionada ya que sin duda esto beneficiará el aprendizaje del estudiantado que curse esta materia. A lo largo del tiempo los temas de los programas han ido cambiando por lo se debe adecuar la información a los mismos.

Contar con una base de reactivos de evaluación reforzará sin duda la comprensión de los temas del programa, así como coadyuvará en la elaboración de exámenes para concursos o en la preparación para los mismos.

En este reporte se suministran reactivos para las cinco unidades que contempla la materia de Termodinámica del programa actualizado para Ingeniería Bioquímica.

1.- Conceptos y propiedades termodinámicas

- 1.1 Origen y alcance de la Termodinámica
- 1.2 Conceptos y propiedades fundamentales
- 1.3 Ley cero de la termodinámica

2.- Propiedades de los fluidos puros.

- 2.1 Sustancias puras
- 2.2 Calor latente y sensible
- 2.3 Propiedades volumétricas de los fluidos y sus diagramas PT ,Pv y PvT
- 2.4 Tablas de Vapor
- 2.5 Relación PvT
- 2.6 Leyes y ecuaciones del Gas Ideal, Leyes y ecuaciones de los Gases no Ideales

3.- Primera Ley de La Termodinámica

- 3.1 Deducción de la ecuación de la primera ley en sistemas cerrados y abiertos.
- 3.2 Aplicaciones de la primera Ley en sistemas cerrados.
- 3.3 Aplicaciones de la primera Ley en sistemas abiertos.

4.- Segunda Ley de la Termodinámica

- 4.1 Conceptos de reversibilidad e irreversibilidad
- 4.2 Entropía y su expresión matemática
- 4.3 Balance general de entropía en sistemas termodinámicos
- 4.4 Ciclos termodinámicos.

5.- Termodinámica y Termoquímica

- 5.1 Cálculos de variación de entalpía en procesos sin cambio de fase
- 5.2 Cálculos de variación de entalpía con cambio de fase
- 5.3 Cálculos de variación de entalpía

REACTIVOS

TECNOLOGICO: Instituto Tecnológico de Tijuana

Fecha: 14/08/2019

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, Çengel, Mc. Graw Hill, Cap I, Sexta edición.

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
	1	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 1	
Planteamiento: Considere un submarino que viaja a 30 m por debajo de la superficie de agua de mar cuya densidad es de 1025 kg/m ³ .	
Pregunta 1: El aumento de la presión ejercida sobre el submarino cuando se sumerge a una profundidad de 110 m por debajo de la superficie es:	Respuesta: B A) 480 kPa B) 804 kPa C) 1400 kPa D) 144 kPa
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento se concluye que el submarino se hundiría 80 m más por lo que habría un incremento en la presión hidrostática ejercida sobre él. $\Delta P = \rho gh = (1025 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(80 \text{ m}) \text{ kPa/1000Pa} = \mathbf{804.42 \text{ kPa.}}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica desmitificada, Potter, Mc. Graw Hill, Cap. I
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
	1	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 2	
Planteamiento: Una presión manométrica de 400 kPa actúa sobre un pistón que tiene un diámetro de 4 cm el cual es resistido por un resorte con una constante de resorte de 800 N/m. Considere despreciable el peso del pistón y la fricción.	
Pregunta 1: ¿Qué tanto es comprimido el resorte?	Respuesta: A A) 63 cm B) 95 cm C) 1.32 m D) 1.98 m
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento y haciendo un balance de fuerzas entre la fuerza ejercida por la presión manométrica y la fuerza opuesta por el resorte $F_{p,man.} = F_{resorte} = Kx$ y como $F = PA$ se tiene que $PA = Kx$ de donde $x = PA/K$ sustituyendo $x = (400000 \text{ Pa})(\pi)(0.02\text{m})^2 / (800 \text{ N/m}) = 0.628 \text{ m} \approx 63 \text{ cm}$.
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, Çengel, Mc. Graw Hill, Cap I

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
	1	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 3	
Planteamiento: Un manómetro conectado a un tanque lee 55 kPa en un lugar donde la presión atmosférica es de 72.1 cm Hg. La densidad del mercurio es de 13,600 kg/m ³ .	
Pregunta 1: La presión absoluta en el tanque es:	Respuesta: D A) 41 kPa B) 56 kPa C) 82 kPa D) 151 kPa
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento y sabiendo que la $P_{abs.} = P_{atm} + P_{man}$ se procede a convertir la P_{atm} a kPa: $72.1 \text{ cmHg} * 101.325 \text{ kPa}/76 \text{ cmHg} = 96.1 \text{ kPa}$ y se sustituye en la ecuación $P_{abs} = 96.1 \text{ kPa} + 55 \text{ kPa} \approx 151 \text{ kPa}$
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, desmitificada. Potter, Mc. Graw Hill, Cap. I

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la practice.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
	1	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 4	
Planteamiento: Una campana de vidrio de 200 mm de diámetro situada sobre una superficie plana se le hace vacío hasta que se alcance una presión de 720 mmHg. El barómetro local lee 760 mmHg.	
Pregunta 1: Estime la fuerza requerida para levantar la campana de la superficie. No tome en cuenta el peso de la campana.	Respuesta: B A) 3500 N B) 3000 N C) 2500 N D) 2000 N
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento y sabiendo que $P_{\text{man}} = \rho gh = 720 \text{ mmHg}$, y que la $F = PA$ sustituyendo $P = (720 \text{ mmHg} * (101,325 \text{ Pa}/760 \text{ mmHg})) * (\pi)(0.1\text{m})^2 \approx 3000 \text{ N}$
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica. Potter, Ed.Thomson, Cap I
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
	1 x	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 5	
Planteamiento: Si utilizáramos agua para medir la presión atmosférica normal.	
Pregunta 1: ¿Cuál sería la altura de la columna de agua en metros?	Respuesta: C A) 1 m B) 5 m C) 10.3 m D) 15 m
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento: sabemos que $P = \rho g h$ de donde despejamos ($h = P/\rho g$) y sustituyendo $h = 101325 \text{ Pa}/(1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2) = 10.32 \text{ m}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica. Potter, Thomson, Cap I

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	1
	1 x	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 6	
Planteamiento: Atendiendo la definición de Termodinámica	
Pregunta 1: La atención se concentra en que forma de energía	Respuesta: B A) energía cinética B) energía interna C) energía potencial D) energía de superficie
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

Analizando el planteamiento: Si bien es cierto que la termodinámica estudia el almacenamiento, transferencia y transformación de la energía se hace énfasis en la energía interna.
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Thermodynamics for Engineers. Potter, Ed. Mc. Graw Hill, Cap I. Serie Schaums's, third ed.
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	2
	1 x	1.1, 1.2	1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 7	
Planteamiento: Identifique cuáles de las siguientes son propiedades extensivas y cuáles son propiedades intensivas.	
Pregunta 1: A) un volumen de 10 m ³ B) 30 J de energía cinética C) una presión de 90 kPa D) un esfuerzo de 1000 kPa E) una masa de 75 kg F) una velocidad de 60 m/s	Respuesta: B A) extensiva B) extensiva C) intensiva D) intensiva E) extensiva F) intensiva
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA (S) RESPUESTA (S):

A) extensiva : si la masa se dobla el volumen incrementa B) extensiva : si la masa se dobla la E.C. incrementa. C) intensiva : la presión es independiente de la masa D) intensiva : el esfuerzo es independiente de la masa E) extensiva : si la masa se duplica, la masa se duplica F) intensiva : la velocidad es independiente de la masa.

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez :	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-------------------------------	----------------------------

ORIGEN

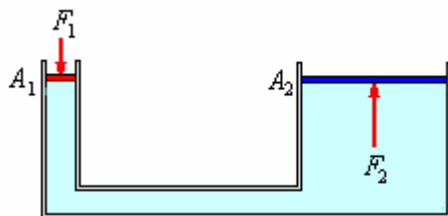
http://iqtermodinamica.blogspot.com/	Problemas de la primera unidad
---	--------------------------------

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
-Solución de problemas -Capacidad para trabajar en equipo -Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1 x	1.1, 1.2	1		1		4
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 8

Planteamiento: Un gato hidráulico consiste en un cilindro grande de área A conectado con un cilindro pequeño de área a . Ambos cilindros se llenan de aceite. Cuando la fuerza f se aplica al cilindro pequeño; la presión que resulta se transmite al cilindro grande, que entonces ejerce una fuerza ascendente F . Suponer que un auto pesa 12,000 N sobre el cilindro grande de área 0.10 m^2 .



Pregunta 1: ¿Qué fuerza se debe aplicar al cilindro pequeño de área 0.002 m^2 para soportar al auto?

Respuesta:

Datos:

$$F_2 = 12,000 \text{ N}$$

$$A_2 = 0.10 \text{ m}^2$$

$$A_1 = 0.002 \text{ m}^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \quad \therefore F_1 = F_2(A_1/A_2) = 12,000 \text{ N} (0.002/0.10) = 240 \text{ N}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez :	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-------------------------------	----------------------------

ORIGEN

http://iqtermodinamica.blogspot.com/	Problemas de la primera unidad
---	--------------------------------

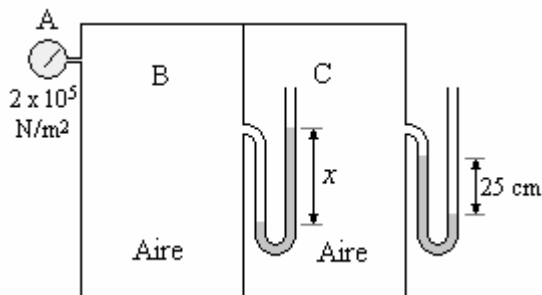
IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
-Solución de problemas -Capacidad para trabajar en equipo -Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1 x	1.1, 1.2	1		1		5
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 9

Planteamiento:

Los compartimientos B y C en la figura están cerrados y llenos con aire, el barómetro lee 76 cm de mercurio cuando los manómetros leen x y 25 cm.



Pregunta 1: ¿Cuál será el valor de x ? Los tubos en U están llenos de mercurio.

Respuesta:

Datos:

Densidad del Hg = $13,600 \text{ kg/m}^3$ $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Debemos hacer primero un balance de fuerzas:

$$P_C + \rho g h = P_{\text{atm}}$$

$$P_B - \rho g x = P_C$$

$$P_A = P_B$$

$$\rho g x = P_B + \rho g h - P_{\text{atm}} \text{ y despejando } x$$

$$x = \frac{P_B + \rho g h - P_{atm}}{\rho g}$$

$$x = \frac{2 \times 10^5 \text{ Pa} + \left(13,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0.25 \text{ m}) - 101,325 \text{ Pa}}{\left(13,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 0.98 \text{ m}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

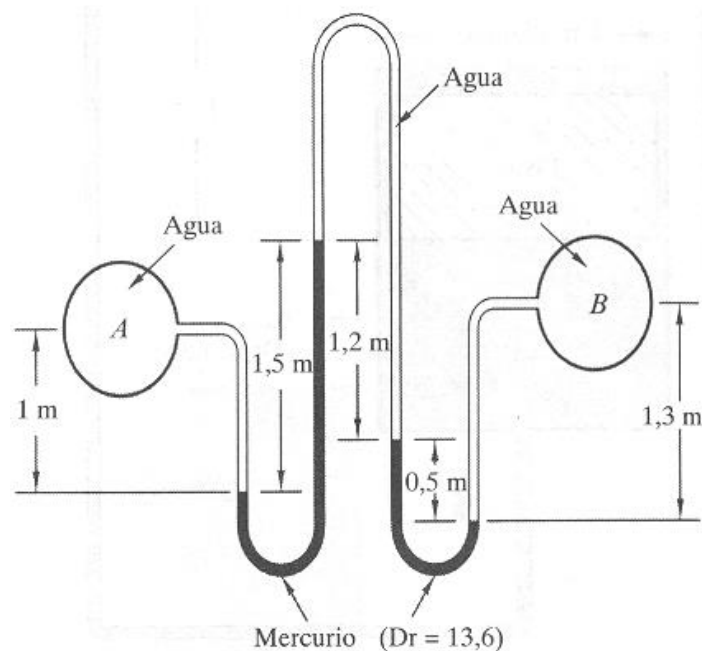
Tapia-González, J., Peñuñuri-Anguiano, F. (2012). <i>Termodinámica</i> . Universidad de Yucatán.
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas -Capacidad para trabajar en equipo -Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1 x	1.1, 1.2	1		1		5
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 10

Planteamiento: Analice la figura siguiente:



Pregunta No.1: Determinar la presión diferencial entre las tuberías A y B para la lectura del manómetro diferencial que se muestra en la figura.

Respuesta: Realizar un balance de fuerzas

$$P_A + (\rho gh)_{w1} - (\rho gh)_{Hg1} + (\rho gh)_{w2} + (\rho gh)_{Hg2} - (\rho gh)_{w3} = P_B$$

$$P_A - P_B = - (\rho gh)_{w1} + (\rho gh)_{Hg1} - (\rho gh)_{w2} - (\rho gh)_{Hg2} + (\rho gh)_{w3} \text{ rearreglando}$$

$$= \rho g (-h_{w1} - h_{w2} + h_{w3}) + \rho g (h_{Hg1} - h_{Hg2}) \text{ sustituyendo}$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(-1-1.2+1.3)\text{m} + (13,600 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(1.5-0.5)\text{m}$$

$$= -8,829 \text{ Pa} + 133,416 \text{ Pa} = 124,587 \text{ Pa} = \mathbf{124.587 \text{ kPa}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

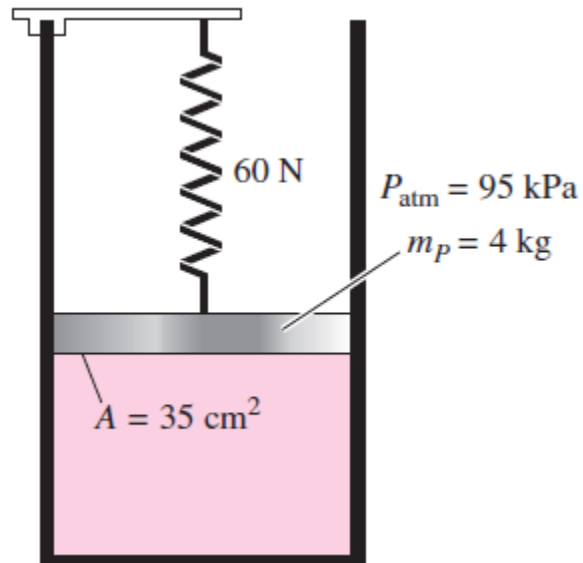
Termodinámica; Çengel, 6ta. Ed. Mc Graw Hill, Cap. 1
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas -Capacidad para trabajar en equipo -Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1 x	1.1, 1.2	1		1		5
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

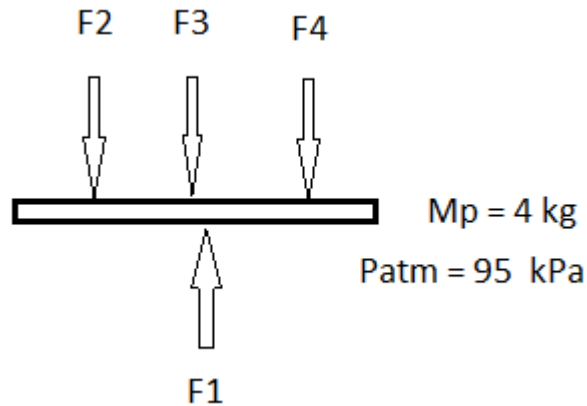
Reactivo No.: 11

Planteamiento: Un gas está contenido en un equipo vertical cilindro-pistón sin fricción. La masa del pistón es de 4 kg con un área de 35 cm^2 . Un resorte comprimido encima del pistón ejerce una fuerza sobre el mismo de 60 N. Si la presión atmosférica es de 95 kPa.



Pregunta No.1: Determine la presión dentro del cilindro

Respuesta: Realizar un balance de fuerzas



$$F_1 = F_2 + F_3 + F_4 \quad \text{Sabido que } F = PA$$

$$P_{\text{gas}} A = F_{\text{res}} + P_{\text{atm}} A + mg \quad \text{despejando } P_{\text{gas}} = F_{\text{res}}/A + P_{\text{atm}} + mg/A \text{ y sustituyendo}$$

$$P_{\text{gas}} = 60 \text{ N} / 3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 + 95000 \text{ Pa} + (4 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) / 3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= 17,142.86 \text{ Pa} + 95,000 \text{ Pa} + 11,211.43 \text{ Pa} = 123,354.3 \text{ Pa} = \mathbf{123.35 \text{ kPa}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Tomado de definición en https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Delisle

IDENTIFICACION

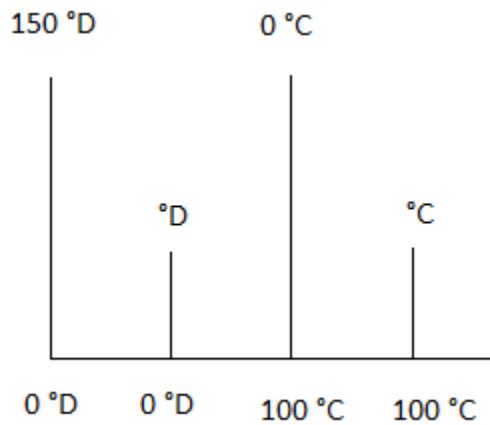
Competencias	Temas						Tiempo total (min)
-Solución de problemas -Capacidad para trabajar en equipo -Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1 x	1.1, 1.2, 1.3	1		1		5
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 12

Planteamiento: De acuerdo a Wikipedia, la escala de temperatura Delisle (creada por el astrónomo francés Joseph-Nicolas Delisle) cuyas unidades son los grados Delisle (o De Lisle), representados por °D, fue establecida tomando como el cero de la escala la temperatura de ebullición del agua y, fijando el valor de 150 °D para el punto de fusión del agua. Los termómetros de mercurio contruidos por Delisle contaban con 2400 graduaciones y fueron usados en Rusia en el siglo XVIII.

Pregunta No.1 Encuentre una ecuación que permita la conversión entre °D y °C

Respuesta: Utilizando un diagrama para correspondencias



$$\frac{150 - 0}{^{\circ}D - 0} = \frac{0 - 100}{^{\circ}C - 100}$$

$$\frac{150}{^{\circ}D} = \frac{-100}{^{\circ}C - 100}$$

$$\frac{150}{-100} = \frac{^{\circ}D}{^{\circ}C - 100} \therefore ^{\circ}D = -1.5 (^{\circ}C - 100)$$

Pregunta No. 2 ¿Cuál es el valor del cero absoluto (- 273.15 °C) en la escala Delisle?

Respuesta:

$^{\circ}D = -1.5 (^{\circ}C - 100)$ sustituyendo

$^{\circ}D = -1.5 (-273.15 ^{\circ}C - 100) = 559.7$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Tapia-González, J., Peñuñuri-Anguiano, F. (2012). <i>Termodinámica</i> . Universidad de Yucatán.
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	4
Calcula	1		1		1		
propiedades	2 X	2.5	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para su							
aplicación en							
los balances de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 13	
Planteamiento: Un tanque rígido contiene 7 kg de un gas ideal a 5 atm de presión y 30 °C. Ahora se abre una válvula, y la mitad de la masa del gas es permitido que se escape. Si la presión final en el tanque es de 1.5 atm:	
Pregunta 1: ¿Cuál es la temperatura final en el tanque?	Respuesta: A A) – 91 °C B) 18 °C C) -182 °C D) 91 °C
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Atendiendo la ecuación de los gases ideales $PV = mRT$ y considerando que el volumen y la constante R no cambian e igualándolas para dos estados quedaría: $m_1 T_1/P_1 = m_2 T_2/P_2$ y despejando $T_2 = m_1 T_1 P_2 / m_2 P_1$ y sustituyendo los datos: $T_2 = (7 \text{ kg}) (30 + 273)\text{K}(1.5 \text{ atm}) / (3.5 \text{ kg})(5 \text{ atm}) = 181.8 \text{ K} \approx -91 \text{ °C}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Çengel, Y., Boles, M. (2009). <i>Termodinámica</i> . Sexta edición. México: Mc Graw-Hill.

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	5
Calcula propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en los balances de energía.	1		1		1		
	2 X	2.1	2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Capacidad de análisis y síntesis							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 14

Planteamiento: Complete la tabla siguiente para el agua.

Pregunta 1

$T, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Desc. de fase
50		4.16	
	200		Vap. saturado
250	400		
110	600		

Pregunta 2:

Respuesta:

- A)
- B)
- C)
- D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

$T, ^\circ\text{C}$	P, kPa	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Desc. de fase
50	12.352	4.16	Mezcla liq-vap sat.
120.21	200	0.88578	Vap. saturado
250	400	0.5952	Vapor sobrecalentado
110	600	0.001052	Liq. comprimido

120.21: Como se puede ver de la descripción de fase se tiene una relación entre la presión y temperatura de saturación por lo que a 200 kPa le corresponde esta temperatura de sat.

12.352: Misma explicación anterior pero ahora a 50 °C le corresponden una presión de sat. de 12.352 kPa. Se sabe que es una mezcla porque el valor de v esta entre v_f y v_g .

0.88578: Este resultado se obtiene directo leyendo en la tabla a 200 kPa el valor de v_g .

0.5952: Analizando los datos se concluye que la fase es de vapor sobrecalentado ya que la presión dada es menor que la presión de sat. leyendo en la tabla de vap. sobrecalentado a esa temp. y a esa presión se obtiene este resultado.

0.001052: Analizando los datos se puede ver que la presión dada es mayor que la presión de sat. por lo que la fase es de liq. comprimido y como se considera incompresible se trata como liq. Saturado y se lee en la columna de v_f .

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, desmitificada: Potter, ed. Mc Graw Hill, No.2
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	4
Calcula	1		1		1		
propiedades	2 X	2.1	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para su							
aplicación en							
los balances de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 15	
Planteamiento: 4 kg de vapor a 200 °C y con una calidad del 80 %	
Pregunta 1: ¿Cuál es su volumen ocupado más cercano?	Respuesta: C A) 0.004 m ³ B) 0.104 m ³ C) 0.4 m ³ D) 4.1 m ³
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Se sabe que una manera de encontrar el volumen, que es una propiedad extensiva, es la de multiplicar el volumen específico por la masa (V = v m) por lo que debemos encontrar el volumen específico. Al tener una calidad de 80 % nos dice que es una mezcla liquido vapor, usando la ecuación $v = v_f + x v_{fg}$ y sustituyendo los valores encontrados en la tabla para agua saturada tenemos $v = 0.001157 \text{ m}^3/\text{kg} + 0.80 (0.12721 - 0.001157) \text{ m}^3/\text{kg} = 0.101999 \text{ m}^3/\text{kg}$. De donde V = 0.101999 m³/kg (4 kg) = 0.408 m³

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, Çengel, 6ta. Edición, exámenes propuestos cap. 3, problema 3.3

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	4
Calcula	1		1		1		
propiedades	2	X	2		2		
termodinámicas		2.1,2.3,2.4					
de los gases	3		3		3		
ideales, reales y	4		4		4		
de las	5		5		5		
sustancias	6		6		6		
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para su							
aplicación en							
los balances de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 16	
Planteamiento: El agua se hierve en una sartén en una estufa al nivel del mar. Durante 15 minutos de ebullición, se observa que se han evaporado 150 g de agua.	
Pregunta 1: ¿Cuál es la velocidad de la transferencia de calor al agua?	Respuesta: B A) 26.8 kJ/min B) 22.6 kJ/min C) 0.45 kJ/min D) 16.9 kJ/min
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Se considera un proceso a presión constante y sabemos que: $Q = \Delta H$
$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{m \Delta h}{t} = \frac{(0.15 \text{ kg})(2256.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})}{15 \text{ min}} = \mathbf{22.56 \text{ kJ/min}}$
$\Delta h = h_g - h_f = (2,675.6 - 419.17) = 2,256.4 \text{ kJ/kg a } 100 \text{ kPa.}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, desmitificada. Potter, Ed. Mc Graw Hill, cap 2.
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	4
Calcula	1		1		1		
propiedades	2 X	2.1,2.3,2.4	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para su							
aplicación en							
los balances de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 17	
Planteamiento: Vapor de agua a 120 °C ocupa un volumen de 1200 L como vapor y 2 L como líquido.	
Pregunta 1: ¿Encuentre la calidad del vapor?	Respuesta: A A) 42 % B) 28 % C) 18 % D) 4 %
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: El volumen del vapor es equivalente a la suma de los volúmenes gaseosos y líquidos $V = V_f + V_g$ y la calidad es $X = m_g/m_f + m_g$; se sabe que $V_f = m_f v_f$ y $V_g = m_g v_g$. A 120°C $v_f = 0.001060 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $v_g = 0.89133 \text{ m}^3/\text{kg}$ de donde $m_f = V_f/v_f = 2 \text{ L}(1 \text{ m}^3/1000\text{L})/(0.001060 \text{ m}^3/\text{kg}) = 1.887 \text{ kg}$ y $m_g = V_g/v_g = 1200 \text{ L}(1 \text{ m}^3/1000 \text{ L})/0.89133 \text{ m}^3/\text{kg} = 1.346 \text{ kg}$. Sustituyendo $X = 1.346 \text{ kg./} 1.887 \text{ kg} + 1.346 \text{ kg} = \mathbf{0.416}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Thermodynamics for Engineers, third ed. Serie Schaum, problema propuesto 2.12, cap 2.

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	3
Calcula propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en los balances de energía.	1		1		1		
	2 X	2.5	2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Capacidad de análisis y síntesis							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 18	
Planteamiento: Aire en una llanta ocupa un volumen de 0.2 m ³ si su presión manométrica es de 280 kPa a 25 °C.	
Pregunta 1: ¿Encuentre la masa del aire encerrado?	Respuesta: B A) 7.8 kg B) 0.888 kg C) 0.732 kg D) 0.655 kg
Pregunta 2:	Respuesta: A) B) C) D)

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: El aire es considerado gas ideal en esas condiciones, por lo que usando la ec. de gases ideales $PV = mRT$ y despejando la masa, podemos encontrar el resultado buscado. $m = PV/RT$ y sustituyendo usando la presión absoluta que es la $P_{atm} + P_{man}$: $m = (380 \text{ kPa})(0.2 \text{ m}^3)/(0.287 \text{ kJ/kg.K})(298 \text{ K}) = \mathbf{0.888 \text{ kg}}$.
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F DE T-81.htm

IDENTIFICACION

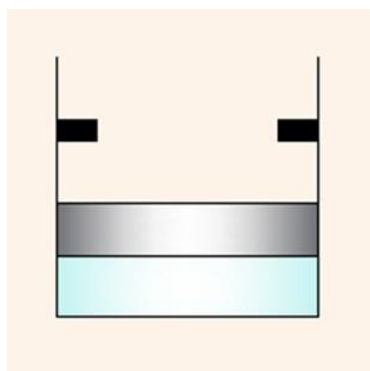
Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	10
Calcula	1		1		1		
propiedades	2 X	2.1,2.3,2.4	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para							
su aplicación							
en los balances							
de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 19

Planteamiento:

Cinco kilogramos de agua a 15 °C están contenidos en un cilindro vertical equipado con un pistón sin fricción con una masa tal que la presión del agua es 700 kPa. Se transfiere calor lentamente al agua, provocando que el émbolo suba hasta los topes punto en el cual el volumen interior del cilindro es de 0.5 m³. Se continúa el suministro de calor al agua hasta que se convierte en vapor saturado.



Pregunta 1:

Encuentre la presión final del cilindro.

Respuesta:

Datos:

$$P_1 = 700 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 15 \text{ °C}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$V_2 = 0.5 \text{ m}^3$$

$$v_3 = v_{g3}$$

Estado 1	Estado 2	Estado 3
$v_1 = 0.001001 \text{ m}^3/\text{kg}$	$v_2 = V_2/m = 0.1 \text{ m}^3$	$v_3 = v_2 = 0.1$
$V_1 = v_1 m$	$P_2 = 700 \text{ kPa}$	$v_3 = v_g$
$V_1 = 0.005005 \text{ m}^3$	$v_f < v_2 < v_g$	

Para hallar la presión

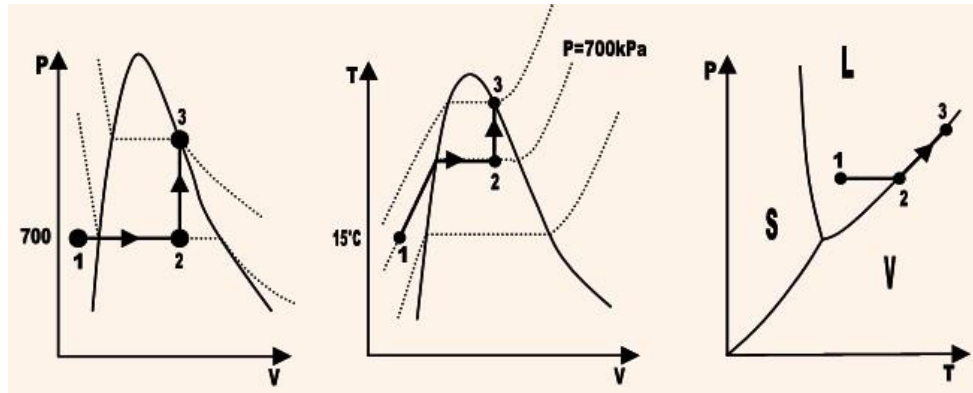
P (kPa)	$v_g \text{ (m}^3/\text{kg)}$
1,750	0.11344
P_3	0.1
2,000	0.099587

Interpolando se tiene que $P_3 = 1,992.5 \text{ kPa}$.

Pregunta 2:

Represente el proceso en los diagramas P-v, T-v y P-T

Respuesta:



PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F DE T-81.htm

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Calcula	1		1		1		10
propiedades	2 X	2.1,2.3,2.4	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para							
su aplicación							
en los balances							
de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

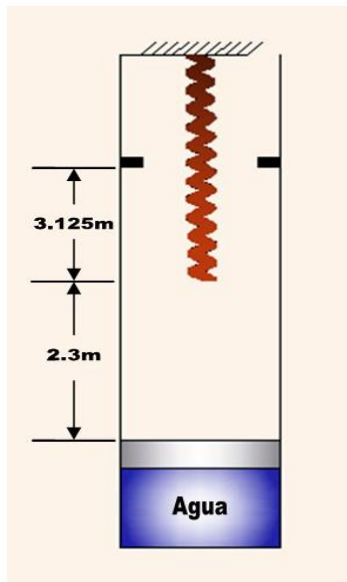
información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 20

Planteamiento:

Considere el arreglo cilindro-émbolo mostrado en la figura. La masa del pistón sin fricción es de 765.3 kg y su área de 0.3 m².

El cilindro contiene agua que inicialmente ocupa un volumen de 0.005 m³ y su temperatura es de 25°C. Se transfiere calor al cilindro hasta que la presión es de 1.8 MPa. La constante del resorte es de 180 kN/m. La presión atmosférica es de 0.1 MPa. Determine:



Pregunta 1:

La temperatura y calidad (si la hay) en el instante en que el pistón toca el resorte.

Respuesta:

Estado 1

Haciendo un balance de fuerzas:

$$P_1 = P_{atm} + \frac{W}{A} = 100 + \frac{765.3 \times 9.8 \times 10^{-3}}{0.3} = 125 \text{ kPa}$$

A esta presión y una temperatura de 25 °C la sustancia es un líquido comprimido.

$$v_1 = v_{f(a 25^\circ\text{C})} = 0.001003 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m = V_1/v_1 = 0.005/0.001003 = 4.985 \text{ kg}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + h_1 A = 0.005 + 2.3 \times 0.3 = 0.695 \text{ m}^3$$

$$v_2 = V_2/m = 0.695/4.985 = 0.1394 \text{ m}^3/\text{kg}$$

como $v_2 < v_g$ a 125 kPa se deduce que hay calidad

$$X = \frac{v - v_f}{v_{fg}} = \frac{0.1394 - 0.001048}{1.3750 - 0.001048} = 0.1 = \mathbf{10\%}$$

En estas condiciones le corresponde una temperatura de **105.97 °C**.

Pregunta 2:

Si el pistón llega a los topes determine la presión, temperatura y calidad (si la hay) en ese instante.

Respuesta:

Haremos un balance de fuerzas para determinar la presión 3

$$p_3 = P_2 + \frac{kx}{A} = 125 + \frac{180 \times 3.125}{0.3} = 2000 \text{ kPa}$$

Como $P_3 = 2 \text{ MPa} >$ que la presión final **el pistón no llega a los topes**.

Pregunta 3:

Si no llega a los topes calcule la altura y la temperatura en el momento de concluir el proceso.

Respuesta:

Sustituyendo datos en la ecuación anterior para obtener la altura máxima alcanzada por el pistón.

$$1800 = 125 + \frac{180 * x}{0.3} \therefore x = \mathbf{2.792 \text{ m}}$$

$$V_3 = V_2 + \Delta V = 0.695 + 2.792 * 0.3 = 1.5326 \text{ m}^3$$

$$v_3 = V_3/m = 1.5326/4.985 = 0.30744 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Interpolando.

Temperatura °C	$v \text{ m}^3/\text{kg}$
900	0.30020
T ?	0.30744
1000	0.32606

Aprox. **928 °C**

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, Çengel, 6ta.ed, Ed. Mc Graw Hill, Cap.3, similar a problema 3.130
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	10
Calcula	1		1		1		
propiedades	2 X	2.1,2.3,2.4	2		2		
termodinámicas	3		3		3		
de los gases	4		4		4		
ideales, reales y	5		5		5		
de las	6		6		6		
sustancias							
puras en							
procesos de							
cambio de fase							
mediante							
distintos							
métodos para							
su aplicación							
en los balances							
de							
energía.							
Genéricas:							
• Capacidad de							
análisis y							
síntesis							
• Solución de							
problemas							
• Capacidad							
para trabajar en							
equipo							
• Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en							
la práctica							
• Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 21

Planteamiento:

Calcule la presión de vapor de agua a una temperatura de 500°C y una densidad de 24 kg/m³ usando:

Pregunta 1:

La ecuación de un gas ideal

Respuesta:

$$T = 500\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 773\text{ K}$$

$$\rho = 24\text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 1/v$$

$$Pv = RT$$

$$PV = mRT$$

$$P = mRT/V$$

$$\mathbf{P = \rho RT}$$

$$P = 24 \frac{kg}{m^3} * \frac{0.4615\text{ kJ}}{kg * K} * 773\text{ K} = \mathbf{8561.75\text{ kPa}}$$

Pregunta 2:

La ecuación de van der Waals

Respuesta:

$$a = 1.703\text{ kPa m}^6/\text{kg}^2$$

$$b = 0.00169\text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v^2} = \frac{(0.4615)(773)}{\frac{1}{24} - 0.00169} - \frac{1.703}{\left(\frac{1}{24}\right)^2} = 8923.7 - 980.93 = \mathbf{7942.8\text{ kPa}}$$

Pregunta 3:

Factor de compresibilidad

Respuesta:

$$T_R = \frac{T}{T_{cr}} = \frac{773}{647.1} = 1.19$$

$$P_R = \frac{P}{P_{cr}} = \frac{8,000}{22060} = 0.363$$

Usando la carta de compresibilidad se determina que el valor $z = 0.93$ y sustituyendo este valor en la ecuación:

$$P = \frac{zRT}{v} = \frac{(0.93)(0.4615)(773)}{1/24} = \mathbf{7962.4 \text{ kPa}}$$

Pregunta 3:

Respuesta:

Tabla de vapor

A una temperatura de 773 K con un $v = 0.04166$ le corresponde una presión de **8,000 kPa**.

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica, Çengel, séptima edición, problema 3.31.
--

IDENTIFICACION

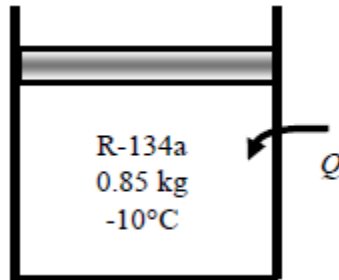
Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	12
Calcula propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en los balances de energía.	1		1		1		
	2 X	2.1,2.3,2.4,2.6	2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Capacidad de análisis y síntesis							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 22

Planteamiento:

Un dispositivo de cilindro- embolo contiene 0.85 kg de refrigerante 134a, a -10°C . El émbolo tiene movimiento libre y su masa es de 12 kg, con diámetro de 25 cm. La presión atmosférica local es 88 kPa. Ahora bien, se transfiere calor al refrigerante 134a hasta que su temperatura es 15°C . Determine:



Pregunta 1:

La presión final.

Respuesta:

La presión final es igual a la presión inicial, que se determina desde:

$$P_2 = P_1 = P_{atm} + \frac{m_p g}{\frac{\pi D^2}{4}} = 88 \text{ kPa} + \frac{(12 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}{\pi \frac{(0.25 \text{ m})^2}{4}} \frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 90.4 \text{ kPa}$$

Pregunta 2:

El cambio de volumen del cilindro.

Respuesta:

El volumen específico y la entalpia de R-134a en el estado inicial de 90.4 kPa y -10°C y en el estado final de 90.4 kPa y 15°C son:

$$v_1 = 0.2302 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_1 = 247.76 \text{ kJ/kg}$$

$$v_2 = 0.2544 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_2 = 268.16 \text{ kJ/kg}$$

Los volúmenes, inicial y final del volumen y el cambio son:

$$v_1 = mv_1 = (0.85\text{kg})(0.2302\text{m}^3/\text{kg}) = 0.1957\text{m}^3$$

$$v_2 = mv_2 = (0.85\text{kg})(0.2544\text{m}^3/\text{kg}) = 0.2162\text{m}^3$$

$$\Delta V = 0.2162 - 0.1957 = \mathbf{0.0205\text{m}^3}$$

Pregunta 3:

El cambio de entalpia en el refrigerante 134a.

Respuesta:

El cambio de entalpía total se determina a partir de:

$$\Delta H = m(h_2 - h_1) = (0.85\text{kg})(218.16 - 247.76)\text{kJ/kg} = \mathbf{17.4\text{kJ/kg}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termodinámica; Çengel 6ta. Edición, problema 3:41

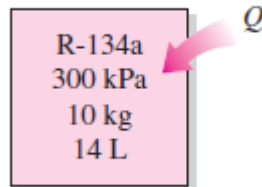
IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	10
Calcula propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en los balances de energía.	1		1		1		
	2 X	2.1,2.3,2.4,2.6	2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Capacidad de análisis y síntesis							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de							

información y comunicación.							
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.: 23

Planteamiento: 10 kg de refrigerante 134a llenan un contenedor rígido cuyo volumen y presión son de 14 L y 300 kPa respectivamente. a) Determine la temperatura y la entalpía total del contenedor. El contenedor es ahora calentado hasta que la presión es de 600 kPa. b) Determine la temperatura y la entalpía total cuando se complete el calentamiento.



Pregunta 1: Determine la temperatura y la entalpía total en el contenedor.

Respuesta: Debido a que es un proceso a volumen constante el volumen específico es:

$$\nu_1 = \nu_2 = \frac{\nu}{m} = \frac{0.014 \text{ m}^3}{10 \text{ kg}} = 0.0014 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Con las condiciones iniciales se determina que el volumen inicial es una mezcla, por lo que su temperatura es la temperatura de saturación a la presión dada. De la Tabla A-12 y por interpolación

$$T_1 = T_{\text{sat}@300 \text{ kPa}} = \mathbf{0.61^\circ\text{C}} \text{ y}$$

$$x_1 = \frac{\nu_1 - \nu_f}{\nu_{fg}} = \frac{(0.0014 - 0.0007736) \text{ m}^3/\text{kg}}{(0.067978 - 0.0007736) \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.009321$$

$$h_1 = h_f + x_1 h_{fg} = 52.67 + (0.009321)(198.13) = 54.52 \text{ kJ/kg}$$

Por lo que la entalpía total es entonces:

$$H_1 = m h_1 = (10 \text{ kg})(54.52 \text{ kJ/kg}) = \mathbf{545.2 \text{ kJ}}$$

Pregunta 2: Determine la temperatura y la entalpía total cuando se complete el calentamiento.
Respuesta: El estado final es también una mezcla saturada. Repitiendo los cálculos en éste estado,

$$T_2 = T_{\text{sat}@600 \text{ kPa}} = \mathbf{21.55^\circ\text{C}}$$

$$x_2 = \frac{\nu_2 - \nu_f}{\nu_{fg}} = \frac{(0.0014 - 0.0008199) \text{ m}^3/\text{kg}}{(0.034295 - 0.0008199) \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.01733$$

$$h_2 = h_f + x_2 h_{fg} = 81.51 + (0.01733)(180.90) = 84.64 \text{ kJ/kg}$$

$$H_2 = m h_2 = (10 \text{ kg})(84.64 \text{ kJ/kg}) = \mathbf{846.4 \text{ kJ}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

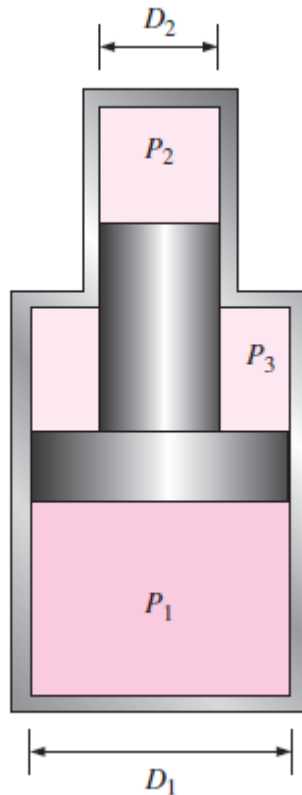
Termodinámica; Çengel 6ta. Edición, problema 3:120
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	10
Calcula propiedades termodinámicas de los gases ideales, reales y de las sustancias puras en procesos de cambio de fase mediante distintos métodos para su aplicación en los balances de energía.	1		1		1		
	2 X	2.1,2.3,2.4,2.6	2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Capacidad de análisis y síntesis							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.							

Reactivo No.: 24

Planteamiento: Los diámetros del pistón en la figura son $D_1 = 10$ cm y $D_2 = 4$ cm. La cámara 1 contiene 1 kg de helio, la cámara 2 está llena con vapor de agua condensada, y la cámara 3 está evacuada. Todo el conjunto se coloca en un ambiente cuya temperatura es de 200°C .



Pregunta 1: Determine el volumen de la cámara 1 cuando el equilibrio termodinámico se ha alcanzado.

Respuesta: Considerando que el helio tiene un comportamiento de gas ideal y que su constante es $R = 2.0769$ kJ/kg·K (Tabla A-1).

Tomando en cuenta que en la cámara 2 se tiene vapor de agua condensada, la presión en ésta cámara es la presión de saturación,

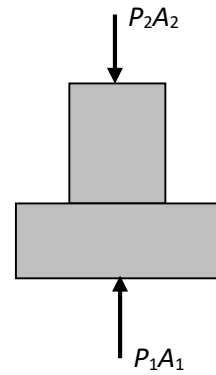
$$P_2 = P_{\text{sat}@200^\circ\text{C}} = 1555 \text{ kPa} \quad (\text{Tabla A-4})$$

Sumando las fuerzas que actúan sobre el pistón en la dirección vertical tenemos

$$P_1 = P_2 \frac{A_2}{A_1} = P_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = (1555 \text{ kPa}) \left(\frac{4}{10} \right)^2 = 248.8 \text{ kPa}$$

De acuerdo con la ecuación de estado de gas ideal,

$$V_1 = \frac{mRT}{P_1} = \frac{(1 \text{ kg})(2.0769 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{K})(200 + 273 \text{ K})}{248.8 \text{ kPa}} = \mathbf{3.95 \text{ m}^3}$$



PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

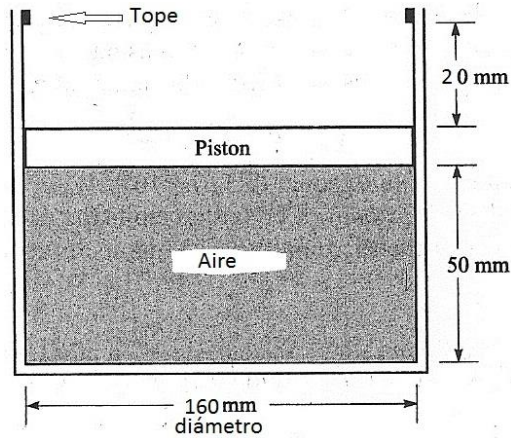
Thermodynamics demystified, Potter, Merle C. Mc Graw Hill: 2009 U.S.A. Quiz No.1. Problema 3
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3 X	3.2	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación							
• Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.: 25

Planteamiento: Un tope se coloca 20 mm arriba del pistón como se aprecia en la figura. Si la masa del pistón sin fricción es de 64 kg, ¿qué trabajo debe hacer el aire sobre el pistón de tal modo que la presión en el cilindro se incremente a 500 kPa?



Pregunta 1: ¿qué trabajo debe hacer el aire sobre el pistón de tal modo que la presión en el cilindro se incremente a 500 kPa?

Respuesta: D

A) 22 J

B) 28 J

C) 41 J

D) 53 J

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

Si analizamos el planteamiento en un diagrama de cuerpo libre, veríamos que el gas está ejerciendo una fuerza opositora a las fuerzas ejercidas por la atmósfera y el peso del pistón, por lo que haciendo un balance de dichas fuerzas tendríamos:

$F_{\text{aire}} = F_{\text{atm}} + F_{\text{pistón}}$ sabemos que $P = F/A$ de donde $F = PA$: sustituyendo;

$PA = P_{\text{atm}}A + mg$ y despejando la presión $P = P_{\text{atm}} + mg/A$ y sustituyendo valores tendríamos:

$$P = 101,300 \text{ Pa} + \frac{(64 \text{ kg})(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{(3.1416)(0.08 \text{ m})^2} = 132,526 \text{ Pa}$$
 sustituyendo en la ecuación del trabajo a presión constante:

$W = \int_{v_1}^{v_2} PdV$ y resolviendo

$W_{1-2} = PV = PA\Delta h = (132,526 \text{ Pa})(3.1416)(0.08 \text{ m})^2 (0.020 \text{ m}) = 53.3 \text{ J}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Thermodynamics demystified, Potter, Merle C. Mc Graw Hill: 2009 U.S.A. Quiz No.2. Problema 11, Cap. 3

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3 X	3.2	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación							
• Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.: 26

Planteamiento: Aire se somete a un ciclo de tres procesos. La información necesaria es $T_1 = 100^\circ\text{C}$, $T_2 = 600^\circ\text{C}$, y $P_1 = 200 \text{ kPa}$.

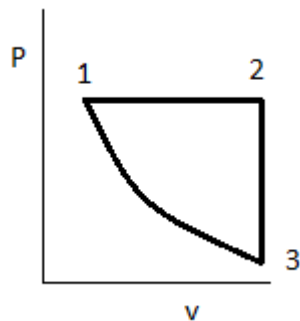
Pregunta 1:

Encuentre el trabajo neto hecho por 2 kg de aire si los procesos son:

1 $\longrightarrow$ 2: Expansión a presión constante

2 $\longrightarrow$ 3: Volumen constante

3 $\longrightarrow$ 1: Compresión a temperatura constante



Respuesta: A

A) 105 kJ

B) 96 kJ

C) 66 kJ

D) 11.5 kJ

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

$$W_{1-2} = pm(v_2 - v_1) = 200 \times 2 \times \left(\frac{0.287 \times 873}{200} - \frac{0.287 \times 373}{200} \right) = 287 \text{ kJ}$$

$$W_{3-1} = mRT \ln \frac{v_2}{v_1} = 2 \times 0.287 \times 373 \ln \frac{0.287 \times \frac{873}{200}}{0.287 \times \frac{373}{200}} = -182 \text{ kJ}$$

$$W_{2-3} = 0 \quad \therefore W_{\text{neto}} = 287 + (-182) + 0 = \mathbf{105 \text{ kJ}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Thermodynamics for engineers, serie Schaum, Potter, Merle C. Mc Graw Hill: 2014. Problema 4.10, Cap. 4
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3 X	3.2	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación							
• Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.: 27	
Planteamiento: Aire es calentado de 300 K a 700 K.	
Pregunta 1: Calcule el cambio en entalpía si: $C_p = 1.006 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$	Respuesta: D A) 300 kJ/kg B) 700 kJ/kg C) 400 kJ/kg D) 402.4 kJ/kg
Pregunta 2: Calcule el cambio en entalpía si: $C_p = (0.946 + 0.213 \times 10^{-3} T - 0.031 \times 10^{-6} T^2) \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$	Respuesta: A A) 417.7 kJ/kg B) 300 kJ/kg C) 400 kJ/kg D) 402.4 kJ/kg
Pregunta 3: Calcule el cambio en entalpía usando la tabla del gas	Respuesta: B A) 402.4 kJ/kg B) 413.1 kJ/kg C) 417.7 kJ/kg D) 400 kJ/kg
Pregunta 4: Compare los cálculos del 1), el 2) con el 3) y prediga si cualquier resultado puede ser usado como solución de este problema.	Respuesta: Como los errores de 1) y 2) no son muy grandes con respecto a 3), los tres métodos se aceptan como resultado de este problema.

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Suponiendo el calor específico constante, podemos encontrar que: $\Delta h = C_p (T_2 - T_1) = (1.006) (700 - 300) = \mathbf{402.4 \text{ kJ/kg}}$
Pregunta 2: Si C_p depende de la temperatura, debemos integrar como sigue: $\Delta h = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \int_{300}^{700} (0.946 + 0.213 \times 10^{-3} T - 0.031 \times 10^{-6} T^2) dT = \mathbf{417.7 \text{ kJ/kg}}$
Pregunta 3: Usando la tabla A-17 del texto Termodinámica de Çengel, se encuentra que: $\Delta h = h_2 - h_1 = 713.27 - 300.19 = \mathbf{413.1 \text{ kJ/kg}}$
Pregunta 4: La suposición de un calor específico constante resulta en un error de -2.59 %; la expresión para C_p produce un error de + 1.11%. Como los errores no son muy grandes los tres métodos se aceptan como resultado de este problema.

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, Merle C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . Mc Graw Hill: Problema 4.16, Cap. 4

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s): Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos. Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
	1		1		1		
	2		2		2		
	3 X	3.2	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 28	
Planteamiento: Aire entra a un compresor aislado a una presión de 100 kPa y 20 °C y sale a una presión de 800 kPa.	
Pregunta 1: Estime la temperatura de salida del aire	Respuesta: D A) 530 °C B) 462 °C C) 323 °C D) 258 °C
Pregunta 2: Si $\dot{m}_1 = 2$ kg/s para el compresor y $d_1 = 20$ cm, V_1 es cercano a:	Respuesta: B A) 62 m/s B) 53 m/s C) 41 m/s D) 33 m/s

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: La temperatura a la salida para un proceso adiabático casi en equilibrio se encuentra con la fórmula: $k = 1.4$ $T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{(k-1)}{k}} = 293 \times 8^{0.2857} = 530.7 \text{ K o } \mathbf{258^\circ C}$
Pregunta 2: Usando la ecuación de la continuidad ($\dot{m} = \rho_1 A_1 V_1$) y la ecuación de los gases ideales $P = \rho RT$ de donde $\rho = P/RT$ $\dot{m} = \frac{P_1}{RT_1} A_1 V_1$ Despejando $V_1 = \frac{\dot{m} R T_1}{P_1 A_1} = \frac{(2)(0.287)(293)}{100 \pi (0.10)^2} = \mathbf{53.5 \text{ m/s}}$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez:	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	------------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, Merle C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . Mc Graw Hill: Problema 4.21, Cap. 4

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3 X	3.2	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas:							
• Solución de problemas							
• Capacidad para trabajar en equipo							
• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica							
• Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación							
• Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.: 29	
Planteamiento: Vapor sobrecalentado entra a una turbina aislada a 4000 kPa y 500 °C y sale a una presión de 20 kPa con una calidad $x_2 = 0.9$. Si el flujo másico es de 6 kg/s:	
Pregunta 1: Calcule la potencia de salida	Respuesta: B A) 5.22 MW B) 6.43 MW C) 7.77 MW D) 8.42 MW

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Analizando la ecuación de la masa y la energía para un sistema abierto (turbina), se puede deducir para este problema en específico que la potencia se puede calcular de la manera siguiente: $\dot{W}_t = -\dot{m}(h_2 - h_1)$ La entalpía a la entrada de la turbina se puede obtener usando la tabla de vapor sobrecalentado del Çengel (A-6). $h_1 = 3,446 \text{ kJ/kg}$, la entalpía a la salida se calcula usando la ecuación para las mezclas de líquido vapor saturado: Tabla A-5 con una $P = 20 \text{ kPa}$ $h_f = 251.42 \text{ kJ/kg}$ $h_{fg} = 2357.5 \text{ kJ/kg}$ $h_2 = h_f + x_2 h_{fg} = 251.42 + (0.9)(2357.5) = 2373.17 \text{ kJ/kg}$ Sustituyendo en la ecuación de la energía: $\dot{W}_t = -\dot{m}(h_2 - h_1) = -6(2373.17 - 3446) = 6436.98 \text{ kW}$
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, Merle C.(2006). <i>Termodinámica</i> . Thomson: Problema 4.10, Cap. 4

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s): Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos. Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.	Termodinámica	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	7
	1		1		1		
	2		2		2		
	3	X	3		3		
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 30	
Planteamiento: Un mecanismo de pistón y cilindro contiene 0.02 m ³ de aire a 50 °C y 400 kPa. Se agrega calor en la cantidad de 50 kJ y una rueda de paletas realiza trabajo hasta que la temperatura alcanza 700 °C. Si la presión se mantiene constante:	
Pregunta 1: ¿Cuánto trabajo de la rueda de paletas debe agregarse al aire? Suponga calores específicos constantes.	Respuesta: B A) 5.222 kJ B) 6.096 kJ C) 7.777 kJ D) 8.422 kJ

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: El proceso no puede aproximarse por un proceso casi en equilibrio debido al trabajo de la rueda de paletas. Por lo tanto, la transferencia térmica no es igual al cambio de entalpía. La primera ley se puede escribir como:
$Q - W_{paleta} = m(h_2 - h_1) = mc_p(T_2 - T_1)$
Para encontrar m , usamos la ecuación de gas ideal:
$m = \frac{PV}{RT} = \frac{(400,000)(0.02)}{287(273 + 50)} = 0.0863 \text{ kg}$
De la primera ley, se encuentra que el trabajo de la rueda de paletas es:
$W_{paleta} = Q - mc_p(T_2 - T_1) = 50 - 0.0863(1.0)(700 - 50) = -6.096 \text{ kJ}$
Este problema se pudo haber resuelto también de la manera siguiente:
Usando la primera ley como $Q - W_{neto} = m(u_2 - u_1)$ y luego hacer $W_{paleta} - W_{neto} - P(V_2 - V_1)$.
Necesitaríamos entonces calcular V_2 .

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Wark,K.(1988) Thermodynamics, 6th.ed. Problema 4.10

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Aplica la	1		1		1		
primera Ley	2		2		2		
de la	3	3.2	3		3		10
termodinámica	4		4		4		
para realizar	5		5		5		
cálculos de	6		6		6		
energía en							
sistemas							
cerrados y							
abiertos.							
Genéricas: •							
Solución de							
problemas •							
Capacidad							
para trabajar							
en equipo •							
Capacidad de							
aplicar los							
conocimientos							
en la práctica •							
Habilidad en							
el uso de							
tecnologías de							
información y							
comunicación							
•							
Comunicación							
oral y escrita.							

Reactivo No.:31

Planteamiento:

Un tanque rígido aislado que está vacío, es conectado por medio de una válvula a una línea de alimentación que conduce vapor a 1 MPa y 300°C. Luego al abrir la válvula el vapor fluye lentamente al interior del tanque hasta que la presión alcanza 1 MPa, punto en el cual se cierra la válvula.

Pregunta 1: Determine la temperatura final del vapor en el tanque.

Respuesta:

Datos

$$P_1 = 1 \text{ Mpa}$$

$$P_2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$T_1 = 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_1 = 0$$

$$m_{\text{sal}} = 0$$

la ecuación de la conservación de la masa para este sistema de una entrada, sin salida y flujo uniforme se reduce a:

$$\Sigma m_{\text{ent}} - \Sigma m_{\text{sal}} = (m_2 - m_1)$$

$$m_{\text{ent}} = m_2$$

Así, la masa final dentro del tanque es igual a la cantidad de masa que entra al tanque durante el proceso. El tanque está aislado ($Q = 0$), no hay trabajo ($W = 0$), la energía interna inicial es cero ($u_1 = 0$, puesto que $m_1 = 0$) y las energías cinética y potencial pueden omitirse debido a que no hay ninguna indicación de que sean significativa. De acuerdo con lo anterior, la ecuación de la conservación de

la energía en este caso se reduce a

$$Q - W = \Sigma m_{\text{sal}} h_{\text{sal}} - \Sigma m_{\text{ent}} h_{\text{ent}} + (m_2 u_2 - m_1 u_1)$$

la energía interna final del vapor en el tanque es igual a la entalpía del vapor que entra al tanque

$$u_2 = h_{\text{ent}}$$

Con la P_{ent} y la T_{ent} se busca en la tabla A-6 del Çengel la entalpía de entrada:

$$h_{\text{ent}} = 3051.6 \text{ kJ/kg}$$

Como la entalpía de entrada es equivalente a u_2 se busca de nuevo en la tabla A-6 ahora la temperatura

Con P_2 y u_2 e interpolando se encuentra que la temperatura es de **456.1 °C**

Esto es, la temperatura del vapor en el tanque ha aumentado en 156.1°C . Resultado sorpresivo al principio, y es posible que le intrigue saber de dónde vino la energía para elevar la temperatura del vapor. La respuesta radica en el término de la entalpía $h=u+Pv$. Parte de la energía representada por la entalpía es la energía del flujo Pv y este flujo de energía se convierte en energía interna sensible una vez que cesa el flujo en la salida del volumen de control, y aparece como un aumento en la temperatura.

TECNOLOGICO: Instituto Tecnológico de Tijuana

Fecha: 21/08/2019

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Wark,K.(1988) Thermodynamics, 6th.ed. Problema 5-1M

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3	3.2	3		3		10
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación •							

Comunicación oral y escrita.							
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Reactivo No.:32

Planteamiento:

Refrigerante 134^a a 8 bares y 50 °C entra a un volumen de control en estado estacionario a través de una tubería de 1.5 cm de diámetro interno a una velocidad de 4.53 m/s. El refrigerante sale del volumen de control a través de un área de 0.35 cm² a 6 bares y 60 °C. Determine:

Pregunta 1: La masa de flujo en kg/min

Respuesta:

Sabemos que la masa de flujo se puede encontrar utilizando la fórmula siguiente:

$$\dot{m} = \rho AV = \frac{AV}{\vartheta} \quad \text{El área de la tubería normal a la velocidad de flujo es:}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (1.5)^2}{4} = 1.77 \text{ cm}^2 = 1.77 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

A una presión de 8 bares (800 kPa) se aprecia en la tabla A-12 una temperatura de saturación de 31.31 °C por lo que el fluido a 50°C está sobrecalentado. En la tabla A-13 a 800 kPa y 50 °C se obtiene el volumen específico de 0.028547 m³/kg.

Sustituyendo:

$$\dot{m} = \rho AV = \frac{AV}{\vartheta} = \frac{(1.77 \times 10^{-4} \text{ m}^2)(4.53 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{0.028547 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 0.02808 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = \mathbf{1.685 \text{ kg/min}}$$

Pregunta 1: La velocidad de salida del refrigerante en m/s.

Respuesta: La velocidad a la salida se puede encontrar con la fórmula $V = \frac{\dot{m}\vartheta}{A}$

El volumen específico (0.041389 m³/kg)) se encuentra en la tabla A-13 a 600 kPa y 60 °C.

$$V = \frac{\dot{m}\vartheta}{A} = \frac{(0.02808 \frac{\text{kg}}{\text{s}})(0.041389 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}})}{3.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = \mathbf{33.2 \text{ m/s}}$$
 un método alternativo es usar

$$\text{la fórmula } V_2 = \frac{V_1 A_1 \vartheta_2}{A_2 \vartheta_1} = \frac{4.53(1.77 \times 10^{-4})(0.041389)}{3.5 \times 10^{-5}(0.028547)} = \mathbf{33.2 \text{ m/s}}$$

Velocidades en el rango de 4 a 40 m/s son bastante comunes en el flujo de gases de procesos comerciales.

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

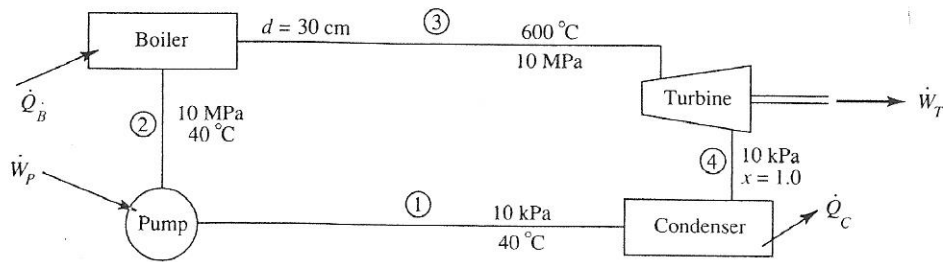
Potter, M.C., Somerton, C.W. (2014). <i>Thermodynamics for Engineers</i> . 3ra. Ed. Problema 4.29

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3	3.2	3		3		10
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.:33

Planteamiento: Una planta de energía opera con 20 kg/s de vapor, como se observa en la figura. Despreciando pérdidas en sus varios componentes, calcule:



Pregunta 1: La razón de transferencia de calor al boiler

Respuesta: $\dot{Q}_B = \dot{m} (h_3 - h_2) = (20)(3625.8 - 167.53) = 69.16 \text{ MW}$, donde se ha tomado la entalpía h_2 como h_f a 40 °C leída en tabla A-5 del Çengel.

Pregunta 2: El trabajo realizado por la turbina

Respuesta: $\dot{W}_T = \dot{m} (h_4 - h_3) = -(20)(2583.9 - 3625.8) = 20.84 \text{ MW}$

Pregunta 3: La razón de transferencia de calor del condensador

Respuesta: $\dot{Q}_C = \dot{m} (h_1 - h_4) = (20)(167.53 - 2583.9) = -48.33 \text{ MW}$

Pregunta 4: El requerimiento de trabajo de bomba

Respuesta: $\dot{W}_P = \frac{\dot{m}(P_2 - P_1)}{\rho} = (20)(10000 - 10)/1000 = 0.2 \text{ MW}$

Pregunta 5: La velocidad en la tubería a la salida del boiler

Respuesta: De la ecuación de la continuidad $\dot{m} = \rho VA$

$$V = \frac{\dot{m} \vartheta}{A} = \frac{20(0.038378)}{\pi(0.15)^2} = 10.89 \text{ m/s}$$

Pregunta 6: La eficiencia térmica del ciclo

Respuesta:

$$\varepsilon = \frac{\dot{W}_T - \dot{W}_P}{\dot{Q}_B} = \frac{(20.84 - 0.2)}{69.16} = 0.298 \text{ o } 29.8\%$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Wark, K.(1988). <i>Thermodynamics</i> . Fifth, ed.Ed. Mc. Graw Hill. Problema 5-3M
--

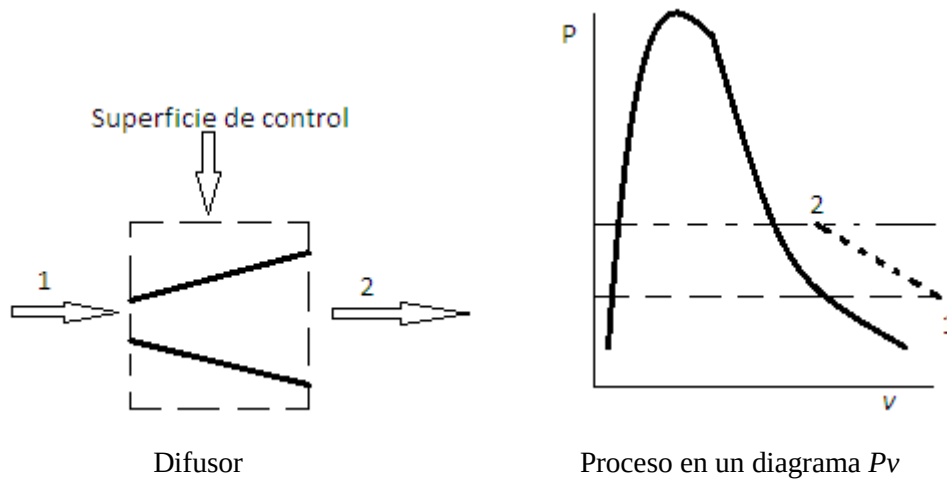
IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s): Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos. Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3	3.3	3		3		10
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:34

Planteamiento:

Vapor de agua entra a un difusor subsónico a una presión de 0.7 bares, a una temperatura de 160 °C, y a una velocidad de 180 m/s. La entrada al difusor es de 100 cm². Durante el paso del fluido a través del difusor su velocidad es reducida a 60 m/s, la presión es incrementada a 1.0 bar, y 0.6 J/g de calor es transferido a los alrededores. Determine:



Pregunta 1: La temperatura final

Respuesta: La temperatura final es una función de la presión final, la cual es de 1.0 bar y de otra propiedad. Ya que la ecuación de continuidad es insuficiente para nuestro propósito usaremos la ecuación de balance y energía para un sistema abierto y en estado estacionario tomando como base una unidad de masa y $w = 0$

$q = h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$ Todos los valores se conocen excepto h_2 y se obtiene mediante despeje y sustitución.

$$-0.6 = h_2 - 2798.2 + \frac{60^2 - 180^2}{2(1000)}$$

De la tabla de vapor en la región de vapor sobrecalentado (tabla A-14M de Wark) o haciendo interpolaciones en la tabla de Çengel se obtiene $h_1 = 2798.2$ kJ/kg.

$$h_2 = 2798.2 - 0.6 + 14.4 = 2812.0 \text{ kJ/kg}$$

Conociendo P_2 y h_2 podemos establecer los valores de las demás propiedades como la temperatura. La entalpía de vapor saturado a 1.0 bar está dada en tabla A-13M como 2675.5 kJ/kg. Puesto que $h_2 = 2812.0$ kJ/kg, el estado final está en la región de sobrecalentado. En la tabla A-14M a la presión de 1.0 bar y con entalpía h_2 calculada podemos obtener la temperatura correspondiente que es de **168 °C**

Pregunta 2: El flujo másico

Respuesta: El flujo másico se obtiene de la ecuación de la continuidad.

$$\dot{m} = \frac{V_1 A_1}{v_1} = \frac{(180 \frac{m}{s})(100 \text{ cm}^2)}{2841 \text{ cm}^3/\text{g}} \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 634 \frac{\text{g}}{\text{s}} = 0.634 \text{ kg/s}$$

Pregunta 3: El área de salida en cm^2 .

Respuesta: El área a la salida se encuentra también usando la ecuación de la continuidad. De la tabla de vapor sobrecalentado A-14M o A-6 (0.1 MPa y 168 °C) se obtiene el valor de v_2 por interpolación que es aproximadamente de 2022 cm^3/g .

$$A_2 = \frac{A_1 V_1 v_2}{V_2 v_1} = 100 \text{ cm}^2 \frac{180}{60} \frac{2022}{2841} = 214 \text{ cm}^2$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

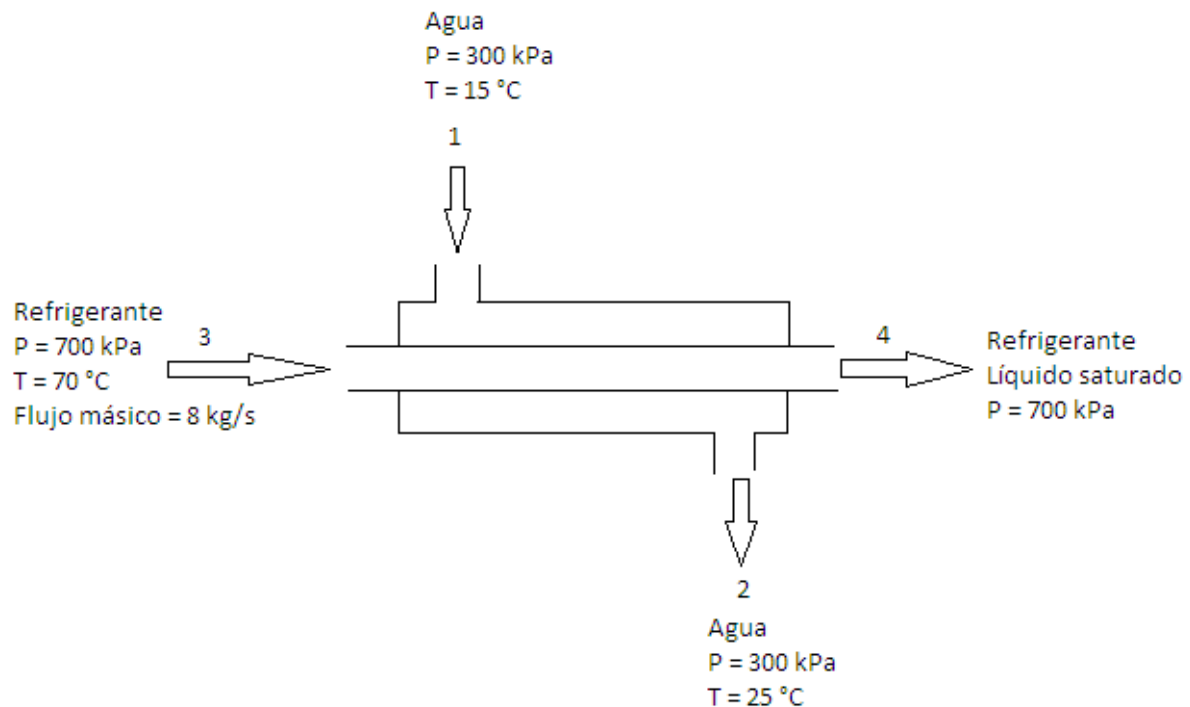
Çengel, Y, Boles, M.(2009). <i>Termodinámica</i> . Sexta ed. Ed. Mc. Graw Hill. Problema 5.82

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos. Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.	1		1		1		
	2		2		2		
	3	3.3	3		3		10
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:35

Planteamiento: En un condensador, a una razón de 8 kg/s, se enfría refrigerante 134a a 700 kPa y 70 °C, con agua hasta que sale como líquido saturado a la misma presión. El agua de enfriamiento entra al condensador a 300 kPa y 15 °C y sale a 25 °C con la misma presión.



Pregunta 1: Determine el flujo de masa del agua de enfriamiento necesario para enfriar el refrigerante

Respuesta:

$$P_3 = 700 \text{ kPa} \quad h_3 = 308.33 \text{ kJ/kg}$$

$$T_3 = 70^\circ\text{C}$$

$$P_4 = 700 \text{ kPa} \quad h_4 = h_f @ 700 \text{ kPa} = 88.82 \text{ kJ/kg}$$

liquido sat.

$$h_1 = h_f @ 15^\circ\text{C} = 62.98 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = h_f @ 25^\circ\text{C} = 104.83 \text{ kJ/kg}$$

Balance de masa

$$\dot{m}_{\text{ent}} - \dot{m}_{\text{sal}} = \Delta \dot{m}_{\text{sist}} = 0$$

$$\dot{m}_{\text{ent}} = \dot{m}_{\text{sal}}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_1 = \dot{m}_W$$

$$\dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_R$$

Balance de energía

$$\dot{E}_{\text{ent}} - \dot{E}_{\text{sal}} = \Delta \dot{E}_{\text{sist}} = 0$$

$$\dot{E}_{\text{ent}} = \dot{E}_{\text{sal}}$$

Energía cinética y potencial despreciable

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_4 h_4$$

$$\dot{m}_W (h_2 - h_1) = \dot{m}_R (h_3 - h_4)$$

$$\dot{m}_W = \frac{\dot{m}_R (h_3 - h_4)}{(h_2 - h_1)} = \frac{8 \text{ kg/min}(308.33 - 88.82) \text{ kJ/kg}}{(104.83 - 62.98) \text{ kJ/kg}} = 42 \text{ kg/min}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Çengel, Y, Boles, M.(2009). <i>Termodinámica</i> . Sexta ed. Ed. Mc. Graw Hill. Problema 5.11

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Específica(s):	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
Aplica la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.	1		1		1		
	2		2		2		
	3	3.3	3		3		10
	4		4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		
Genéricas: • Solución de problemas • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación • Comunicación oral y escrita.							

Reactivo No.:36**Planteamiento:**

Un calentador eléctrico de 110 V se usa para calentar 0.31 m³/s de aire a 101 kPa y 15 °C a 101 kPa y 30 °C.

Pregunta 1: ¿Cuánta corriente, en amperes debe de ser suministrada a este calentador?**Respuesta:**

Suposiciones: Proceso en estado estacionario, energía cinética y potencial despreciables y pérdida de calor del aire también despreciable.

Propiedades:Constante del aire gas $R = 0.287 \text{ kPa m}^3/\text{kg K}$

Tabla A-1

Calor específico constante $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$

Tabla A-2a

Tomando el tubo en el cual el aire es calentado como el sistema el cual es el volumen de control. El balance de energía para ese sistema estacionario se expresa como:

$$\dot{E}_{\text{ent}} - \dot{E}_{\text{sal}} = \Delta \dot{E}_{\text{sist}} = 0 \text{ (estacionario)}$$

$$\dot{E}_{\text{ent}} = \dot{E}_{\text{sal}}$$

$$\dot{m}h_1 + \dot{W}_{\text{e, ent}} = \dot{m}h_2$$

$$\dot{W}_{\text{e, ent}} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$VI = \dot{m}C_p(T_2 - T_1)$$

El volumen específico y el flujo de masa de aire son:

$$\vartheta_1 = \frac{R T_1}{P_1} = \frac{(0.287 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{K})(288 \text{ K})}{101 \text{ kPa}} = 0.8184 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}_1}{\vartheta_1} = \frac{0.31 \text{ m}^3/\text{s}}{0.8184 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.3788 \text{ kg/s}$$

Sustituyendo en la ecuación de balance de energía:

$$I = \frac{\dot{m}C_p(T_2 - T_1)}{V} = \frac{(0.3788 \frac{\text{kg}}{\text{s}})(1.005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{C})(15 ^\circ\text{C})}{110 \text{ V}} \left(\frac{1,000 \text{ VA}}{1 \text{ kJ/s}} \right) = \mathbf{51.9 \text{ Amperes}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, M.C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . McGraw-Hill.U.S.A. Chapter 5, problema 1
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.1	4		4		5
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:37	
Planteamiento: Un inventor afirma que una máquina térmica opera entre capas del océano a 27 y 10 °C. Produce 10 kW y descarga 9900 kJ/min.	
Pregunta 1: Tal máquina es:	Respuesta: A A) Imposible B) Reversible C) Posible D) Probable

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Calculemos primero la eficiencia de Carnot (máquina ideal) $\eta_{max} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{283}{300} = \mathbf{0.0566}$ De la ecuación del trabajo despejamos el calor de entrada $\dot{Q}_{in} = \dot{W} + \dot{Q}_{out}$ De la ecuación para calcular la eficiencia de una máquina térmica $\eta_{prop} = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}_{in}} = \frac{10}{10 + \frac{9900}{60}} = \mathbf{0.0571}$ Esta eficiencia es mayor que la eficiencia máxima térmica posible por lo tanto la máquina es imposible o la afirmación es falsa
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, M.C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . McGraw-Hill.U.S.A. Chapter 5, problema 2
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.1	4		4		5
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:38	
Planteamiento: Una bomba de calor debe proporcionar 2000 kJ/h para mantener una casa a 20 °C. Si la temperatura externa es de -20 °C.	
Pregunta 1: ¿Cuál es la potencia mínima requerida?	Respuesta: C A) 385 kJ/h B) 316 kJ/h C) 273 kJ/h D) 184 kJ/h

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

Calculemos primero el COP máximo (bomba de calor reversible)

$$COP = \frac{T_H}{T_H - T_L} = \frac{293}{293 - 253} = 7.325$$

De la ecuación para calcular el COP de una bomba de calor

$$COP = 7.325 = \frac{Q_H}{W} = \frac{2000}{W} \quad \therefore W = 273 \text{ kJ/h}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, M.C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . McGraw-Hill.U.S.A. Chapter 5, problema 18 y 19
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.3	4		4		10
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:39	
Planteamiento: Dos kg de aire son almacenados en un volumen rígido de 2 m ³ con la temperatura inicialmente a 300 °C. Calor es transferido del aire hasta que la presión alcanza 120 kPa.	
Pregunta 1: Calcule el cambio de entropía del aire.	Respuesta: C A) -0.292 kJ/K B) -0.357 kJ/K C) -0.453 kJ/K D) -0.498 kJ/K
Pregunta 2: Calcule el cambio de entropía del universo si el alrededor está a 27 °C. Deduzca si el proceso es reversible, irreversible o imposible	Respuesta: B A) 0.252 kJ/K B) 0.289 kJ/K C) 0.328 kJ/K D) 0.371 kJ/K

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: El aire es nuestro sistema y es considerado un gas ideal por lo que de su ecuación $PV=mRT$ se puede encontrar la presión inicial:

$$P = \frac{mRT}{V} = \frac{(2 \text{ kg})\left(\frac{0.287 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}\right)(573 \text{ K})}{2 \text{ m}^3} = 164.5 \text{ kPa}$$

Usando la relación de estados $(P_1 V_1)/T_1 = (P_2 V_2)/T_2$ para un volumen fijo podemos conocer la temperatura en el estado 2:

$$T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{(120 \text{ kPa})(573 \text{ K})}{164.5 \text{ kPa}} = 418 \text{ K}$$

Sustituyendo en la ecuación para encontrar el cambio de entropía a Calor específico y volumen constante y para gases ideales:

$$\Delta S_{\text{aire}} = m C_v \ln \frac{T_2}{T_1} = (2 \text{ kg}) \left(\frac{0.718 \text{ kJ}}{\text{kg K}} \right) \ln \frac{418 \text{ K}}{573 \text{ K}} = -0.453 \text{ kJ/K}$$

Pregunta 2: El universo está compuesto del sistema y los alrededores por lo que:

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sist}} + \Delta S_{\text{alrr}}$$

Ahora calcularemos el cambio de entropía de los alrededores

$$\Delta S_{alrr} = \frac{Q}{T} = \frac{mC_v\Delta T}{T} = \frac{(2kg) \left(\frac{0.718kJ}{kgK} \right) (573 - 418)K}{300K} = 0.742kJ/K$$

$$\Delta S_{univ} = -0.453 + 0.742 = \mathbf{0.289kJ/K}$$

La entropía del universo es positiva para los procesos irreversibles

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

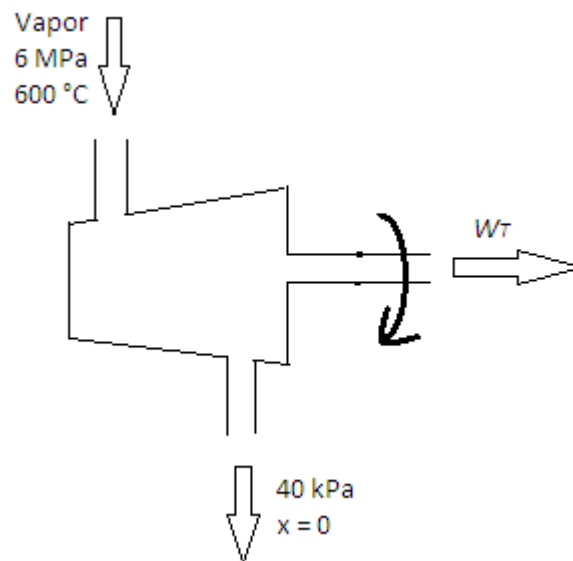
Potter, M.C., Scott, E.P. (2006). <i>Termodinámica</i> . Thomson editors. Mex. Chapter 5, problema 5.17FE

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.1	4		4		5
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:40

Planteamiento: De la turbina aislada que se muestra en la figura



Pregunta 1: Encuentre $\dot{W}_T$

Respuesta: D

A) 1410 kJ/kg

B) 1360 kJ/kg

C) 1200 kJ/kg

D) 1022 kJ/kg

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: La ecuación de la energía para una turbina como esta es $w_T = h_1 - h_2$ usando las tablas podemos encontrar las entalpías necesarias.

Por las condiciones de la entrada tenemos un vapor sobrecalentado y consultando la tabla A-6 del Çengel tenemos un valor de 3658.8 kJ/kg.

Del mismo modo podemos encontrar la entalpía del sistema a la salida. Como la calidad vale cero se trata de un vapor saturado por lo que leemos en la tabla A-5 dando un valor de 2636.1 kJ/kg. Sustituyendo:

$$w_T = h_1 - h_2 = 3658.8 - 2636.1 = \mathbf{1022.7 \text{ kJ/kg}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Potter, M.C., Craig, W.S. (2014). <i>Thermodynamics for Engineers</i> . McGraw-Hill. U.S.A. Chapter 6, problema 6.4

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3	4		4		7
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:41

Planteamiento: Un pistón permite que aire se expanda de 6 MPa a 200 kPa. El volumen inicial y temperatura son 500 cm³ y 800 °C. Si la temperatura se mantiene constante:

Pregunta 1: Calcule La transferencia de calor

Respuesta: A

A) 10.20 kJ

B) 9.51 kJ

C) 8.57 kJ

D) 7.41 kJ

Pregunta 2: Calcule el cambio de entropía

Respuesta: B

A) 10.9 J/K

B) 9.51 J/K

C) 8.57 J/K

D) 7.41 J/K

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: La primera ley, usando el trabajo para un proceso isotérmico, nos proporciona

$$Q = W = mRT \ln \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{P_1 V_1}{RT_1} \right) RT_1 \ln \frac{P_1}{P_2} = (6000)(500 \times 10^{-6}) \ln \frac{6000}{200} = \mathbf{10.20 \text{ kJ}}$$

Pregunta 2: Si suponemos que el aire es considerado como un gas ideal y con calor específico constante podemos usar la relación siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta S &= mc_p \ln \frac{T_2}{T_1} - mR \ln \frac{P_2}{P_1} = 0 - \frac{P_1 V_1}{T_1} \ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{(6000 \text{ kPa})(5 \times 10^{-4} \text{ m}^3)}{1073 \text{ K}} \ln \frac{200}{6000} = \\ &= \mathbf{9.51 \text{ J/K}} \end{aligned}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

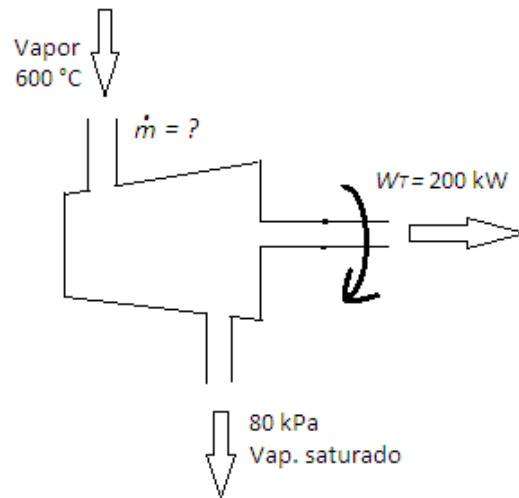
Potter, M.C.(2009). <i>Thermodynamics demystified</i> . McGraw-Hill.U.S.A. Chapter 5, problema 20

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.1	4		4		5
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.:42

Planteamiento: Doscientos kilowatts deben ser producidos por una turbina de vapor. El vapor de salida es saturado a 80 kPa y el vapor de entrada tiene una temperatura de 600 °C. Para un proceso isentrópico:



Pregunta 1: Determine el flujo másico del vapor.

Respuesta: C
A) 0.342 kg/s
B) 0.287 kg/s
C) 0.198 kg/s
D) 0.116 kg/s

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

De la ecuación de balance de energía para una turbina $\dot{W}_T = \dot{m}(h_2 - h_1) \therefore$ despejamos el flujo másico previamente encontrando las entalpías.

Por las condiciones a la salida del vapor y con la presión tenemos de la tabla A-5 un valor de entalpía de $h_2 = 2666 \text{ kJ/kg}$ y una entalpía de $s_2 = 7.435 \text{ kJ/kgK}$ interpolando. Como el proceso es isentrópico $s_2 = s_1$ y con la temperatura de entrada en la tabla A-6 del Çengel encontramos $h_1 = 3678 \text{ kJ/kg}$.

Sustituyendo estos datos en la ecuación de la energía:

$$200 \text{ kW} = \dot{m} (3678 - 2666) \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \therefore \dot{m} = \mathbf{0.198 \text{ kg/s}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Manrique, J.A., Cárdenas, R.S.(1976). <i>Termodinámica</i> . Ed.Harla:Mex. Problema 6.17
--

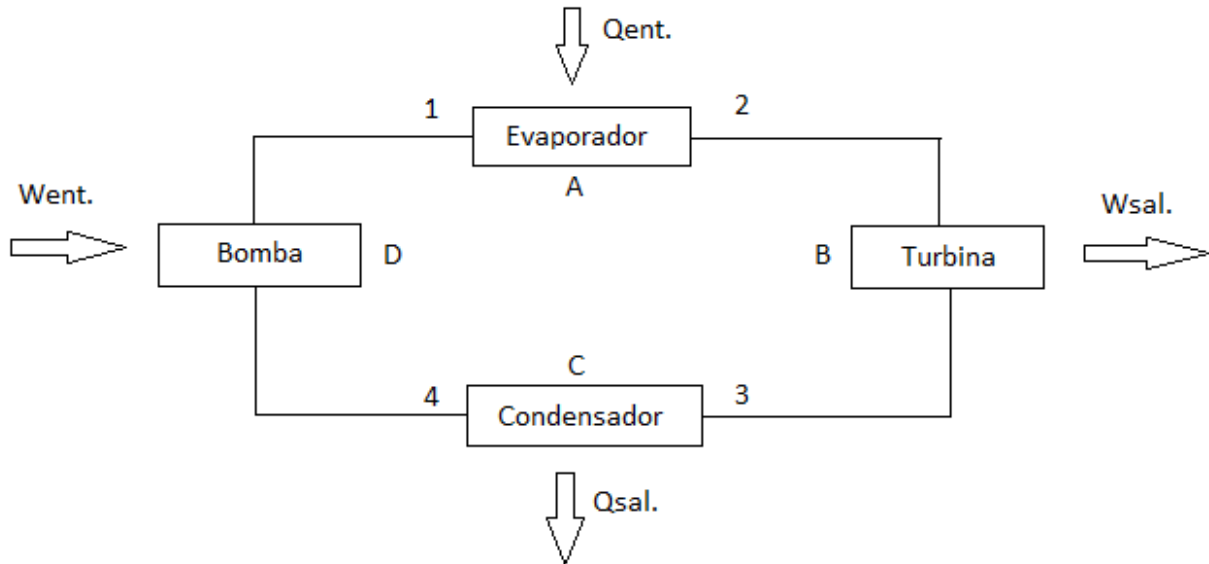
IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3,4.4	4		4		10
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 43

Planteamiento: Una máquina de Carnot está constituida por un condensador, una turbina, un evaporador y una bomba; y su medio de trabajo es vapor de agua. Los estados termodinámicos en el ciclo están determinados por las siguientes propiedades:

Estado	A Evaporador	B Turbina	C Condensador	D Bomba
Presión (Bar)	10	10	2	2
Calidad (x)	0.8	1	0.9	?



Pregunta 1: Calcule la eficiencia térmica de la máquina.

Respuesta: Utilizando la fórmula para encontrar la eficiencia de una máquina de Carnot:

$$\eta_{ter,rev} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Usando la tabla A-5 del Çengel

$$T_{H@1000kPa} = T_{sat@1000kPa} = 179.88^\circ\text{C}$$

$$T_{L@200kPa} = T_{sat@200kPa} = 120.21^\circ\text{C}$$

Sustituyendo:

$$\eta_{ter,rev} = 1 - \frac{120.21 + 273}{179.88 + 273} = 13.2\%$$

Pregunta 2: Calcule el calor suministrado al ciclo.

Respuesta: Haciendo un balance de energía en el evaporador

$$\dot{m}h_1 + \dot{Q}_H = \dot{m}h_2 = \frac{\dot{m}h_1 + \dot{Q}_H}{\dot{m}} = h_1 + q_H = h_2$$

$$h_{1@1000\text{kPa}} = h_f + xh_{fg} = 762.51 + 0.8(2014.6) = 2374.19 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{2@1000\text{kPa}} = h_f + xh_{fg} = 762.51 + 1.0(2014.6) = 2777.11 \text{ kJ/kg}$$

$$q_h = h_2 - h_1$$

$$q_h = (2777.11 - 2374.19) \text{ kJ/kg} = \mathbf{402.92 \text{ kJ/kg}}$$

Pregunta 3: Calcule el trabajo neto desarrollado por la máquina.

Respuesta:

$$\eta_{ter,rev} = \frac{W_{neto,sal}}{q_H} \therefore W_{neto,sal} = (\eta_{ter,rev})(q_H)$$

$$W_{neto} = 0.13(402.92 \text{ kJ/kg}) = \mathbf{52.479 \text{ kJ/kg}}$$

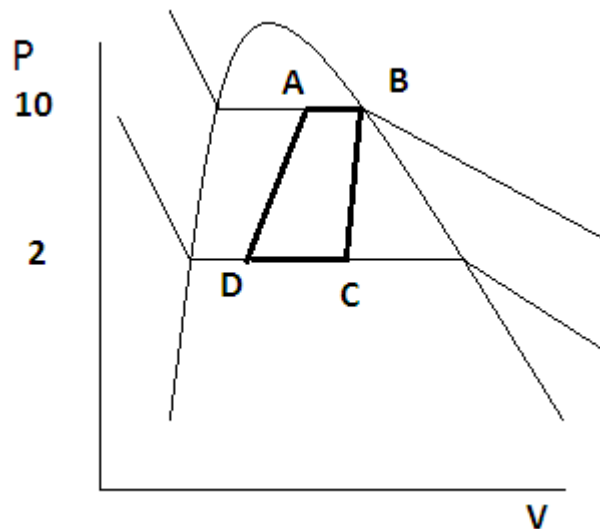
Pregunta 4: Calcule el calor disipado por la máquina.

Respuesta:

$$q_L = q_H - W_{neto,sal} \therefore q_L = (402.92 - 52.379) \text{ kJ/kg} = \mathbf{350.541 \text{ kJ/kg}}$$

Pregunta 5: Dibuje el ciclo termodinámico en un diagrama presión volumen.

Respuesta:



Pregunta 6: Calcule el título del vapor en estado D.

Respuesta: Haciendo un balance de energía en el condensador donde $x = 0.9$ y $P = 200\text{kPa}$

$$h_3 = h_4 + q_L \quad \therefore h_4 = h_3 - q_L$$

$$h_3 = h_f + xh_{fg} = 50471 + 0.9(2201.6) = 2486.15\text{kJ/kg}$$

$$h_4 = (2486.15 - 350.41)\text{kJ/kg} = 2135.609\text{kJ/kg}$$

$$x_4 = \frac{h_4 - h_{f@200\text{kPa}}}{h_{fg@200\text{kPa}}} = \frac{2135.609 - 504.71}{2201.6} = \mathbf{0.74}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Wark,K.(1988). <i>Thermodynamics</i> .Ed. McGraw-Hill. U.S.A. Problema 7-6M

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3	4		4		
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 44

Planteamiento: Vapor de agua a 40 bares (4000 kPa) y 280 °C (553 K), se enfrían a volumen constante hasta un estado de 9 bares (900 kPa). El calor extraído del vapor entra en el ambiente a 15 °C (288 K).

Pregunta 1: Cambio de entropía del vapor de agua.

Respuesta:

El agua es nuestro sistema, por lo que si queremos encontrar un cambio de entropía debemos establecer el estado inicial y final del sistema: $\Delta S_{agua} = S_2 - S_1$

Como la Temp > Tsat deducimos que es un vapor sobrecalentado el estado inicial por lo que haciendo uso de las tablas encontramos que $s_1 = 6.25774$ kJ/kg K interpolando.

De la misma manera interpolando encontramos $v_1 = 0.055426$ m³/kg.

Como el proceso es a Vol. Constante $v_1 = v_2$ y $v_f < v_2 < v_g$ a 900 kPa se deduce que el estado final del sistema es una mezcla liq-vap. Saturado.

Usando la ecuación $\vartheta = \vartheta_f + x\vartheta_{fg}$ y despejando x podemos encontrar la calidad:

$$x = \frac{\vartheta - \vartheta_f}{\vartheta_{fg}} = \frac{0.554266 - 0.001121}{0.21489 - 0.001121} = 0.2540$$

Usando la fórmula y sustituyendo datos podemos encontrar la entropía para la mezcla.

$$s_2 = s_f + xs_{fg} = 2.0941 + 0.2540(4.5273) = 3.2440 \text{ kJ/kgK}$$

$$\Delta s_{agua} = s_2 - s_1 = 3.2440 - 6.25774 = -3.01 \text{ kJ/kgK}$$

Pregunta 2: Cambio total de entropía en kJ/kg K

Respuesta: El cambio total de entropía consiste en la suma del cambio de entropía del sistema y de los alrededores. Como ya se calculó el cambio del sistema ahora calcularemos el cambio de entropía de los alrededores.

$$\Delta S_{alr.} = \frac{q}{T}$$

Dela primera ley para un sistema a volumen constante $\Delta U = Q - W$ donde $W = 0$ por lo que $Q = \Delta U = U_2 - U_1$.

Con las condiciones iniciales y usando las tablas e interpolando podemos encontrar u_1 que es equivalente a 2680.4 kJ/kg y u_2 con la ecuación para la región de mezcla liq-vap saturado

$$u = u_f + xu_{fg} \quad \therefore \quad u_2 = 741.55 + 0.2540(1838.1) = 1208.4 \text{ kJ/kg}$$

$$q = u_2 - u_1 = 1208.4 - 2680.4 = -1472 \text{ kJ/kg} \quad \text{de donde } \Delta_s = \frac{q}{T} = \frac{1471.6}{288} = 5.11 \text{ kJ/kgK}$$

$$\Delta S_u = \Delta s_{sist} + \Delta s_{alr} = -3.01 + 5.11 = 2.09 \text{ kJ/kgK}$$

Pregunta 3: Determinar el proceso (reversible, irreversible o imposible)

Respuesta:

$\Delta S_u = \Delta S_{sist} + \Delta S_{atr} > 0$ se dice que el proceso es irreversible

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

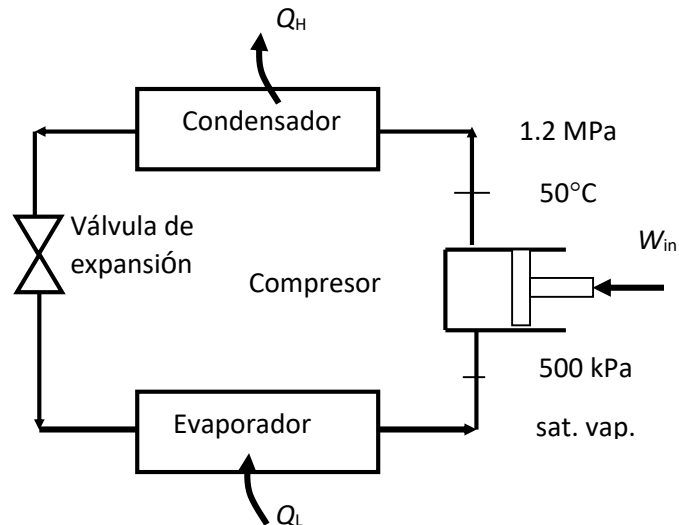
Yunus, A.C.,Boles,M.A.(2009). Ed. McGRAW-HILL. Mex. Capítulo 6 problema 113

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3,4.4	4		4		20
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 45

Planteamiento: Se usa un acondicionador de aire con refrigerante 134a como fluido de trabajo para mantener un cuarto a 26 °C rechazando el calor de deshecho al aire exterior a 34 °C. El cuarto gana calor a través de las paredes y las ventanas a razón de 250 kJ/min, mientras que el calor generado por la computadora, la TV y las luces es de 900 W. El refrigerante entra al compresor a 500 kPa como vapor saturado a razón de 100 L/min y sale a 1200 kPa y 50 °C. Determine:



Pregunta 1: El COP real.

Respuesta: Las propiedades del R-134a en los estados a la salida y entrada del compresor son encontrados en las tablas A-11 a A-13.

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 500 \text{ kPa} \\ x_1 = 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_1 = 259.30 \text{ kJ/kg} \\ v_1 = 0.04112 \text{ m}^3/\text{kg} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 1.2 \text{ MPa} \\ T_2 = 50^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_2 = 278.27 \text{ kJ/kg}$$

El flujo másico del refrigerante y el consumo de energía del compresor son:

$$\dot{m}_R = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{100 \text{ L/min} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right)}{0.04112 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0.04053 \text{ kg/s}$$

$$\dot{W}_{\text{in}} = \dot{m}_R (h_2 - h_1) = (0.04053 \text{ kg/s})(278.27 - 259.30) \text{ kJ/kg} = 0.7686 \text{ kW}$$

El calor ganado por el cuarto debe de ser liberado por el aire acondicionado. Esto es,

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{\text{heat}} + \dot{Q}_{\text{equipment}} = (250 \text{ kJ/min}) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) + 0.9 \text{ kW} = 5.067 \text{ kW}$$

Entonces el COP real se convierte en:

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{\text{in}}} = \frac{5.067 \text{ kW}}{0.7686 \text{ kW}} = \mathbf{6.59}$$

Pregunta 2: El COP máximo

Respuesta:

El COP de un refrigerador reversible que opera entre los mismos límites de temperatura es

$$\text{COP}_{\text{max}} = \frac{1}{T_H / T_L - 1} = \frac{1}{(34 + 273) / (26 + 273) - 1} = \mathbf{37.4}$$

Pregunta 3: El flujo volumétrico mínimo del refrigerante en la entrada del compresor para las mismas condiciones de entrada y salida del compresor

Respuesta:

La entrada de potencia mínima al compresor para la misma carga de refrigeración sería

$$\dot{W}_{\text{in,min}} = \frac{\dot{Q}_L}{\text{COP}_{\text{max}}} = \frac{5.067 \text{ kW}}{37.38} = 0.1356 \text{ kW}$$

La razón de flujo másico mínimo es

$$\dot{m}_{R,\text{min}} = \frac{\dot{W}_{\text{in,min}}}{h_2 - h_1} = \frac{0.1356 \text{ kW}}{(278.27 - 259.30) \text{ kJ/kg}} = 0.007149 \text{ kg/s}$$

Finalmente, el caudal (flujo volumétrico) mínimo en la entrada del compresor es

$$\dot{V}_{\text{min},1} = \dot{m}_{R,\text{min}} \nu_1 = (0.007149 \text{ kg/s})(0.04112 \text{ m}^3/\text{kg}) = 0.000294 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{17.64 \text{ L/min}}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Wark,K.(1988). <i>Thermodynamics</i> .Ed. McGraw-Hill. U.S.A. Problema 7-7M

IDENTIFICACION

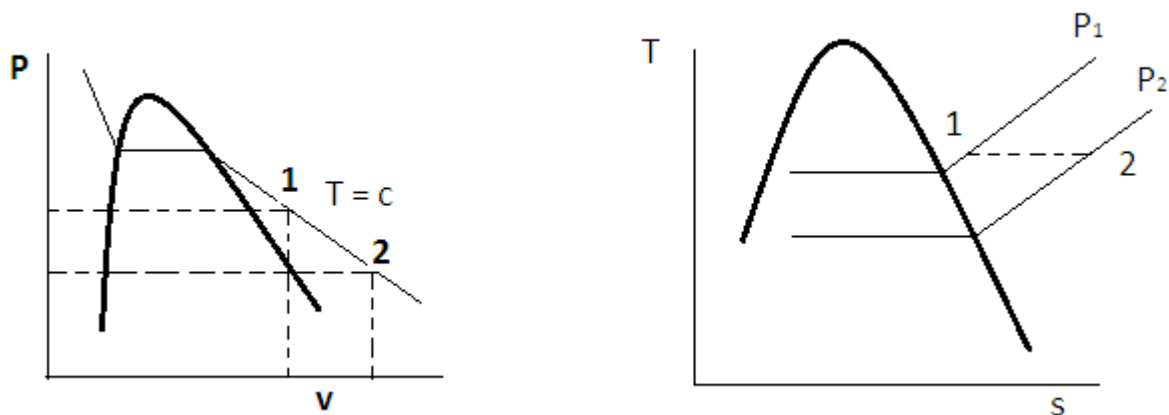
Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3,4.4	4		4		15
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 46

Planteamiento: Refrigerante 134a inicialmente a 2 bares (200 kPa) y 30 °C (303 K) es expandido isotérmicamente e internamente reversible a 1 bar (100 kPa) en un proceso de flujo estacionario. Un depósito de calor a 400 K y el ambiente a 20 °C están disponibles externamente al volumen de control si es necesaria transferencia de calor.

Pregunta 1: En la ausencia de efectos de trabajo, y despreciando cambios en la energía potencial, determine el cambio de energía cinética del fluido en kJ/kg

Respuesta: La ecuación de la energía para un flujo estacionario se reduce a $q = \Delta h + \Delta EC$. Dado que el proceso es isotérmico e internamente reversible, q está dado por $T \Delta s$. Por lo tanto el cambio en energía cinética se convierte en $\Delta EC = T \Delta s - \Delta h = T(s_2 - s_1) - (h_2 - h_1)$. Un bosquejo del proceso se muestra en la figura siguiente en un diagrama Pv y Ts. La temperatura de saturación es -10.09 °C a 200 kPa y -26.37 °C a 100 kPa. Puesto que el proceso ocurre a 30 °C, el fluido está en la región de sobrecalentado a través del proceso. De la tabla A-13



$$P_1 = 200 \text{ kPa} \quad T_1 = 30 \text{ °C} \quad s_1 = 1.0595 \text{ kJ/kgK} \quad h_1 = 278.89 \text{ kJ/kg}$$

$$P_1 = 100 \text{ kPa} \quad T_1 = 30 \text{ °C} \quad s_2 = 1.1203 \text{ kJ/kgK} \quad h_2 = 280.68 \text{ kJ/kg}$$

La sustitución de estos valores en la ecuación precedente produce:

$$\Delta EC = T \Delta s - \Delta h = T(s_2 - s_1) - (h_2 - h_1) = 303(1.1203 - 1.0595) - (280.68 - 278.89) = 18.42 - 1.79 = \mathbf{16.63 \text{ kJ/kg}}$$

Observe que para mantener la temperatura constante, un total de 18.42 kJ/kg de calor deben de ser añadidos al sistema.

Pregunta 2: Verifique la segunda ley para el proceso total.

Respuesta: En términos de la segunda ley, la ecuación $\Delta s_{total} = s_{sal} - s_{ent} + \frac{q_s}{T_s} \geq 0$ requiere que $s_2 - s_1 + \frac{q_s}{T_s} \geq 0$. Puesto que calor es añadido, este debe ser suministrado por el recipiente a 400 K. De aquí :

$$\Delta s_{total} = 1.1203 - 1.0595 + \frac{-18.42}{400} = 0.0608 - 0.04605 = \mathbf{0.0147kJ/kgK}$$

Puesto que el cambio de entropía total es positivo, el proceso (por la segunda ley) es posible e irreversible. **El sistema es internamente reversible, pero el proceso en general es externamente irreversible**

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

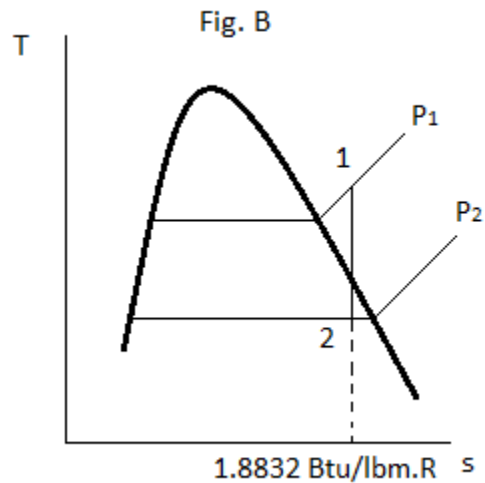
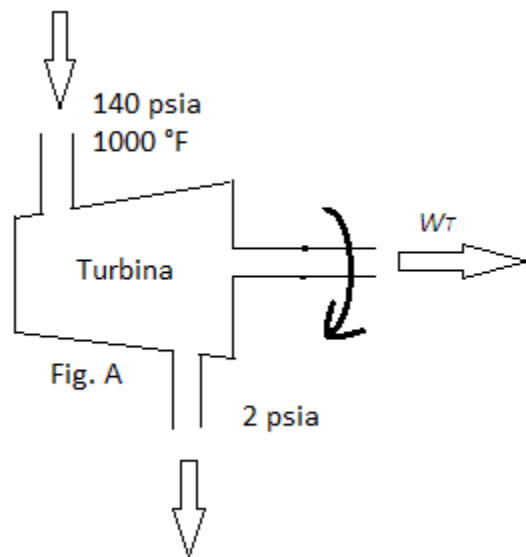
Potter, M.C., Scott, E.P. (2006). <i>Termodinámica</i> . Thomson editors. Mex. Chapter 5, problema 5.16

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3,4.4	4		4		20
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 47

Planteamiento: En una turbina entra vapor recalentado, como se muestra en la figura A, y sale a 2 psia. Si el gasto másico es de 4 lbm/sec.



Pregunta 1: Determine la máxima salida de potencia.

Respuesta: Si despreciamos los cambios de energía cinética y energía potencial, la primera ley, para un proceso adiabático, es $-W_T = m(h_2 - h_1)$. Como deseamos la máxima salida de potencia, se supone que el proceso sea reversible. La entropía de salida es la misma que la entropía de entrada, como se observa en la fig.B (este dibujo es bastante útil para visualizar el proceso).

De las tabla de vapor (A-6E Çengel), a 1000 °F y 140 psia, $h_1 = 1531.3 \text{ Btu/lbm}$, $s_1 = s_2 = 1.8832$

Btu/lbm.R. Con este valor para s_2 , vemos que el estado 2 está en la región de calidad. La calidad se determina como sigue:

$s_2 = s_f + x_2 s_{fg}$ sustituyendo los valores y despejando la calidad:

$$1.8832 = 0.17499 + 1.74444 x_2 \quad \text{de donde} \quad x_2 = 0.9792 \quad \text{entonces}$$

$$h_2 = h_f + x_2 h_{fg} = 94.02 + 0.9792(1021.7) = 1094.47 \text{ Btu/lbm} \quad \text{de modo que}$$

$$\dot{W}_T = \dot{m}(h_1 - h_2) = 4(1531.3 - 1094.47) = 1747.32 \text{ Btu/seg} \quad \text{o} \quad 2472 \text{ hp}$$

Suponiendo que la turbina tiene una eficiencia del 80%

Pregunta 2: Determine la entropía y temperatura del estado final y además trace el proceso real en un diagrama T-s.

Respuesta: Con el uso de la definición de eficiencia, se encuentra que la salida real de potencia es $\dot{W}_a = \eta_T \dot{W}_s = 0.8 \times 1747.32 = 1398 \text{ Btu/seg}$ de la primera ley

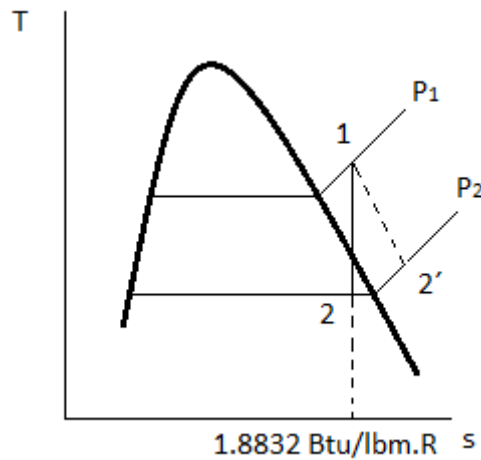
$$-\dot{W}_a = \dot{m}(h_{2'} - h_1) \text{ tenemos } h_{2'} = h_1 - \frac{\dot{W}_a}{\dot{m}} = 1531 - \frac{1398}{4} = 1182 \text{ Btu/lbm}$$

Si usamos este valor y $p_{2'} = 2 \text{ psia}$, vemos que el estado 2' se encuentra en la región

recalentada, porque $h_{2'} > h_g$. Esto se muestra esquemáticamente en la figura siguiente. A $p_2 =$

2 psia y $h_{2'} = 1182$, interpolando podemos hallar el valor de $T_{2'}$: que equivale a 271°F

$$T_{2'} = \frac{1186-1182}{1186-1168} (280 - 240) = 271^\circ\text{F} \text{ la entropía se interpola y es } s_{2'} = 2.053 \text{ Btu/lbm} \cdot \text{R}$$



Nótese que la irreversibilidad tiene el efecto deseado de mover el estado 2 hacia la región recalentada 2', con lo cual se elimina la formación de gotas debido a la condensación de humedad. En una turbina real, la formación de humedad no se puede tolerar porque daña los álabes de la turbina de modo que la irreversibilidad es un tanto deseable.

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Çengel, Y. A. y Boles, M. A. (2012). <i>Termodinámica</i> . México: sexta edición McGraw – Hill.
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Específica: Evalúa los diferentes tipos de procesos reversibles e irreversibles, aplicando la segunda ley de la termodinámica para determinar la eficiencia de los mismos. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis • Solución de problemas • Habilidad para búsqueda de información • Capacidad para trabajar en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4	4.2,4.3,4.4	4		4		12
	5		5		5		
	6		6		6		

Reactivo No.: 48

Planteamiento: Un tanque rígido de 214 litros contiene 0.024 kg mol de oxígeno inicialmente a 37 °C. El tanque se coloca en un ambiente a temperatura constante de 197 °C. El tanque permanece en este ambiente hasta que el oxígeno alcanza 117 °C. Para este cambio de estado, utilice las tablas para el gas y halle:

Pregunta 1: El cambio de entropía del oxígeno

Respuesta: El oxígeno es considerado un gas ideal por lo que su cambio de entropía se encuentra con la fórmula:

$$\Delta S = mC_v \ln \frac{T_2}{T_1}$$

La masa la encontramos convirtiendo los kg mol de O₂ a kg:

0.024 kg mol (32 kg/1 kg mol) = 0.768 kg, el valor de C_v se calcula a una temperatura promedio de 37 °C y 117 °C (310 K y 390 K) de 350 K. En la tabla A-2 del Çengel a esta temperatura se encuentra el valor de C_v de 0.668 kJ/kg•K sustituyendo en la fórmula anterior:

$$\Delta S = mC_v \ln \frac{T_2}{T_1} = (0.768 \text{ kg}) \left(0.668 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) \ln \frac{390\text{K}}{310\text{K}} = \mathbf{0.1178 \text{ kJ/K}}$$

Pregunta 2: El cambio de entropía del ambiente

Respuesta: El cambio de entropía de los alrededores se calcula con la fórmula $\Delta S = \frac{q}{T}$

$$-q = m(u_2 - u_1)$$

Los valores de u (energía interna) se obtienen de la tabla A-19 a su respectiva temperatura y se sustituyen en la fórmula anterior

$$q = m(u_1 - u_2) = 0.768 \text{ kg}(6453 - 8166) \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K} \frac{1 \text{ kmol de O}_2}{32 \text{ kg}} = \mathbf{-41.112 \text{ kJ}}$$

Sustituyendo en la fórmula

$$\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{-41.112 \text{ kJ}}{470\text{K}} = \mathbf{-0.0875 \text{ kJ/K}}$$

Pregunta 3: El cambio total de entropía del proceso, todas las respuestas en kJ/K

Respuesta: Con la fórmula siguiente se calcula el cambio total de entropía:

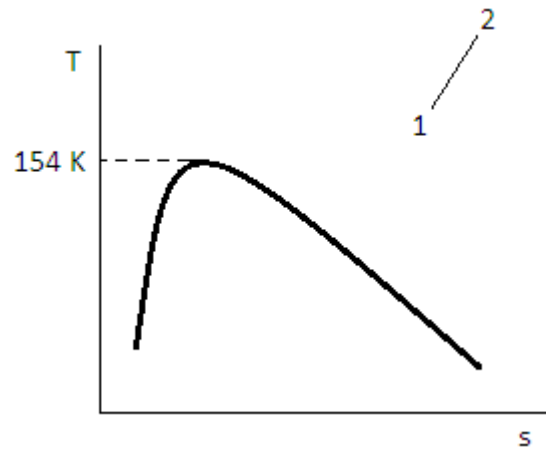
$$\Delta S_{univ.} = \Delta S_{sist.} + \Delta S_{atrr.} = 0.1178 + (-0.0875) = \mathbf{0.0303 \text{ kJ/K}}$$

Pregunta 4: ¿La respuesta en la parte 3 satisface la segunda ley?

Respuesta: Si, puesto que el cambio de entropía de un proceso irreversible (posible) siempre es positiva.

Pregunta 5: Haga un diagrama Ts del proceso

Respuesta:



PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Schaum.(1969). <i>Química General</i> . Quinta edición. McGraw-Hill: Colombia. Problema 15.8
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total (min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.2	5		5		5
	6		6		6		

Reactivo No.: 49	
Planteamiento: Cuando 150 g de hielo a 0 °C se mezclan con 300 g de agua a 50 °C.	
Pregunta 1: Determinar la temperatura resultante, t .	Respuesta: B A) 5.5 °C B) 6.7 °C C) 7.6 °C D) 8.5 °C

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Calor necesario para fundir el hielo = masa x calor de fusión = 150 g 80 cal/g = 1.20×10^4 cal. Calor para elevar la temperatura de 150 g de agua desde 0°C hasta la temperatura final = masa x calor específico x variación de temperatura = $150 \times 1 \times (t - 0)$ cal. Calor perdido por 300 g de agua = masa x calor específico x variación de temperatura = $300 \times 1 \times (50 - t)$ cal. Calor perdido = calor ganado $300 (50 - t) = 1.20 \times 10^4 + 150 t$ de donde $t = 6.7$ °C

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Schaum.(1969). <i>Química General</i> . Quinta edición. McGraw-Hill: Colombia. Problema 15.10

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.2	5		5		7
	6		6		6		

Reactivo No.: 50	
Planteamiento: Se necesitan convertir 40 g de hielo a -10 °C en vapor a 120 °C. Calor específico del hielo 0.5; del vapor = 0.5 cal/g °C	
Pregunta 1: Calcule la cantidad de calor necesario	Respuesta: A A) 29.4 kcal B) 29 kcal C) 25.6 kcal D) 28 kcal

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Calor para elevar la temperatura del hielo desde -10 hasta 0 °C $= \text{masa} \times \text{calor específico} \times \text{variación de temperatura} = 40 \times 0.5 \times 10 = 200 \text{ cal} = 0.2 \text{ kcal}.$ Calor para fundir el hielo a 0°C = masa x calor de fusión = 40 g x 80 cal/g = 3.2 kcal. Calor para elevar la temperatura de 40 g de agua a 0 °C hasta 100 °C $= \text{masa} \times \text{calor específico} \times \text{variación de temperatura} = 40 \times 1 \times 100 = 4 \text{ kcal}.$ Calor para pasar de agua a 100 °C a vapor a 100 °C $= \text{masa} \times \text{calor de vaporización} = 40 \text{ g} \times 540 \text{ cal/g} = 21.6 \text{ kcal}.$ Calor para elevar la temperatura del vapor desde 100 hasta 120 °C $= \text{masa} \times \text{calor específico} \times \text{variación de temperatura} = 40 \times 0.5 \times 20 = 0.4 \text{ kcal}.$ Calor total necesario = (0.2 + 3.2 + 4.0 + 21.6 + 0.4) kcal = 29.4 kcal

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Schaum.(2007). <i>College Chemistry</i> . Ninth edition. McGraw-Hill: U.S.A. Problema 7.6

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.1	5		5		5
	6		6		6		

Reactivo No.: 51	
Planteamiento: Una muestra de 25 g de una aleación se calentó a 100 °C y se sumergió en un recipiente que contenía 90 g de agua a 25.32 °C. La temperatura del agua se elevó a 27.18 °C. Suponiendo una eficiencia del 100 %	
Pregunta 1: ¿Cuál es el calor específico de la aleación?	Respuesta: A A) 0.385 J/g K B) 0.300 J/g K C) 0.395 J/g K D) 0.350 J/g K

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Calor perdido por la aleación = calor absorbido por el agua Calor específico_{aleac.} x masa_{aleac.} x $\Delta T_{aleación}$ = Calor específico_{agua.} x masa_{agua.} x ΔT_{agua} $C_{paleación} \times w_{aleación} \times \Delta T_{aleación} = C_{pagua} \times w_{agua} \times \Delta T_{agua}$ $(C_{paleación}) (25.0 \text{ g}) [(100.0 - 27.18)K] = (4.184 \text{ J/g K}) (90 \text{ g}) [(27.18 - 25.32)K]$ Y, resolviendo para C, $C_{paleación} = 0.385 \text{ J/g K}$
--

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Libros McGraw-Hill. (1969). *Teoría y problemas Química General*. Quinta edición.
Colombia: Schaum Mc Graw-Hill. Problema 15.9

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.2	5		5		5
	6		6		6		

Reactivo No.: 52

Planteamiento: Cuando 20 g de vapor a 100 °C se condensan y se refrigeran a 20 °C

Pregunta 1: ¿Cuál será la cantidad de calor desprendida?

Respuesta: A
A) 1.24×10^4 cal
B) 1.24×10^4 kJ
C) 1.08×10^4 cal
D) 1.6×10^3 cal

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1:

Calor desprendido en la condensación de 20 g de vapor a 100 °C a agua a 100 °C
= masa x calor de vaporización = 20 g x 540 cal/g = 1.08×10^4 cal.

Calor desprendido en la refrigeración de agua a 100 °C hasta 20 °C
= masa x calor específico x variación de temperatura = 20 g x 1 cal/g °C x (100 -20) °C = 0.16×10^4 cal.

Calor total = $(1.08 + 0.16) \times 10^4 = 1.24 \times 10^4$ cal

Aprox. = 51.9 kJ

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Chang, R. (2007). <i>Química</i> . Novena edición. México: Mc Graw-Hill. Problema 6.36
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.1	5		5		6
	6		6		6		

Reactivo No.: 53	
Planteamiento: Una hoja de oro que pesa 10.0 g y se encuentra a una temperatura de 18 °C se coloca sobre una hoja de hierro que pesa 20.0 g y que está a una temperatura de 55.6 °C. Suponga que no hay pérdida de calor hacia los alrededores.	
Pregunta 1: ¿Cuál es la temperatura final de la combinación de los dos metales?	Respuesta: B A) 36.8 °C B) 50.7 °C C) 18 °C D) 55.6 °C

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: (<i>sugerencia</i>: el calor ganado por el oro debe de ser igual al calor perdido por el hierro. El calor específico de los metales son para el oro y el hierro respectivamente de 0.129 J/g °C y 0.444 J/g °C) Se conocen las masas del oro y del hierro, así como sus calores específicos además de sus temperaturas iniciales. Suponiendo que no hay pérdida de calor hacia los alrededores, se puede igualar el calor perdido por la hoja de hierro con el calor ganado por la hoja de oro. Con esta información, con esta información se puede obtener la temperatura final de los metales combinados
--

Solución: tratando el calorímetro como un sistema aislado (no hay pérdida de calor hacia los alrededores), se puede escribir:

$$q_{\text{Au}} + q_{\text{Fe}} = 0 \text{ o } q_{\text{Au}} = -q_{\text{Fe}}$$

El calor ganado por la hoja de oro está dado por:

$$q_{\text{Au}} = m_{\text{Au}} c_{\text{pAu}} \Delta t = (10.0 \text{ g})(0.129 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C})(t_{\text{f}} - 18.0)^{\circ}\text{C}$$

donde m y c_{p} son la masa y el calor específico, y $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$.

La pérdida de calor por la hoja de hierro esta dado por:

$$q_{\text{Fe}} = m_{\text{Fe}} c_{\text{pFe}} \Delta t = (20.0 \text{ g})(0.444 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C})(t_{\text{f}} - 55.6)^{\circ}\text{C}$$

Sustituyendo en la ecuación anteriormente derivada, se puede resolver para t_{f} .

$$q_{\text{Au}} = -q_{\text{Fe}}$$

$$(10.0 \text{ g})(0.129 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C})(t_{\text{f}} - 18.0)^{\circ}\text{C} = -(20.0 \text{ g})(0.444 \text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C})(t_{\text{f}} - 55.6)^{\circ}\text{C}$$

$$1.29 t_{\text{f}} - 23.2 = -8.88 t_{\text{f}} + 494$$

$$10.2 t_{\text{f}} = 517$$

$$t_{\text{f}} = 50.7^{\circ}\text{C}$$

Revise: ¿Debe la temperatura final estar entre los dos valores iniciales?

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Rosenberg, J., Epstein, L. y Krieger, P. (2007). *College Chemistry*. Ninth edition. Schaum's Outlines. U.S.A.: Mc Graw-Hill. Problema 7.5

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		4
	6		6		6		

Reactivo No.: 54

Planteamiento: Se introduce una muestra de 1.250 g de ácido benzoico, $C_7H_6O_2$ en una bomba calorimétrica. La bomba está llena con un exceso de oxígeno a alta presión, cerrándose herméticamente e introduciéndose en una cubeta de agua que actúa como calorímetro. Se determinó la capacidad calorífica de todo el aparato, incluida la bomba, la cubeta, un termómetro y el agua, resultando ser de 10,134 J/K. Se inicia la oxidación del ácido benzoico haciendo saltar una chispa eléctrica en el seno de la muestra. Después de la combustión completa de la muestra, el termómetro inmerso en el agua señala una temperatura de 3.256 K superior a la que señalaba antes de la combustión.

Pregunta 1: ¿Cuál ha sido el calor liberado (ΔE) por mol de ácido benzoico quemado en la bomba?

Respuesta: C
 A) -33.00 kJ
 B) 7.89×10^3 cal
 C) -3,223 kJ/mol
 D) 3,223 kJ/mol

FUNDAMENTO DE LA(S) RESPUESTA(S)

Pregunta 1: Se admite que no hay que efectuar ninguna corrección por el proceso de iniciación.

$$q_{\text{ácido}} = -q_{\text{calorímetro}} = -(10,134 \text{ J/K})(3.256 \text{ K}) = -33.00 \text{ kJ}$$

$$\Delta E_{\text{combustión}} = \frac{q_{\text{ácido}}}{\text{núm.de moles de ácido}} = \frac{\frac{-33.00 \text{ kJ}}{\frac{1.250 \text{ g}}{122.1 \text{ g/mol}}}}{1} = -3,223 \text{ kJ/mol}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

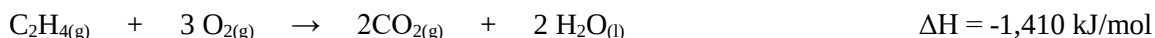
Rosenberg, J., Epstein, L. y Krieger, P. (2007). *College Chemistry*. Ninth edition. Schaum's Outlines. U.S.A.: Mc Graw-Hill. Problema 7.11

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		10
	6		6		6		

Reactivo No.: 55

Planteamiento: La ecuación termoquímica para la combustión del gas etileno, C_2H_4 es



Suponiendo 70% de eficiencia

Pregunta 1: ¿Cuántos kg de agua a 20 °C pueden ser convertidos en vapor a 100 °C quemando 1 m³ de gas C_2H_4 medidos en condiciones normales?

Respuesta:

$$n(C_2H_4) = \frac{(1m^3) \left(1000 \frac{L}{m^3}\right)}{22.4 \frac{L}{mol}} = 44.6 \text{ mol}$$

$$\Delta H(1m^3) = n(C_2H_4) \times \Delta H(1 \text{ mol}) = (44.6 \text{ mol}) \left(-1,410 \frac{kJ}{mol}\right) = -6.29 \times 10^4 \text{ kJ}$$

El calor útil al 70% de eficiencia es $(0.70)(6.29 \times 10^4 \text{ kJ}) = 4.40 \times 10^4 \text{ kJ}$

El próximo paso es considerar la conversión de agua de 20 °C a 100 °C, la cual ocurre en dos etapas.

$$\text{H}_2\text{O}_{(l, 20^\circ\text{C})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l, 100^\circ\text{C})} \quad \Delta H = (4.184 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K})(80 \text{ K}) = 335 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{H}_2\text{O}_{(l, 100^\circ\text{C})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g, 100^\circ\text{C})} \quad \Delta H = (40.7 \text{ kJ/mol}) / (0.01802 \text{ kg/mol}) = 2259 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_{(\text{total})} = 2594 \text{ kJ/kg}$$

La masa de agua convertida ,w, es igual a la cantidad de calor disponible dividida entre el calor requerido por kilogramo de agua a ser convertido.

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4.40 \times 10^4 \text{ kJ}}{2594 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 17.0 \text{ kg}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Termoquímica.(s.f).(s.n). Recuperado de
http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosHTML/Teo_1_princ.htm

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		10
	6		6		6		

Reactivo No.: 56

Planteamiento:

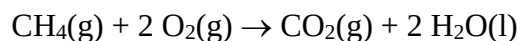
En una fábrica de cemento es necesario aportar al horno 3300 kJ por cada kilogramo de producto. La energía se obtiene por combustión de gas natural (que se considerará metano puro) con aire.

ΔH°_f : metano: -74.8 kJ/mol ; CO_2 : -393.5 kJ/mol y H_2O : -285.8 kJ/mol $R = 0.082 \text{ atm L/mol K}$; Masas atómicas: C=12, H=1, O=16

Considere que la combustión del gas natural se realiza en condiciones estándar y que el aire contiene un 21% en volumen de oxígeno.

Pregunta 1: Formule y ajuste la reacción de combustión del gas natural.

Respuesta:



Pregunta 2: Determine el calor de la combustión completa del gas natural.

Respuesta:

$$\Delta H = \sum n_p \cdot \Delta H_f(\text{prod}) - \sum n_r \cdot \Delta H_f(\text{react}) = -393.5 \text{ kJ} + 2 (-285.8 \text{ kJ}) - (-74.8 \text{ kJ}) = -890.3 \text{ kJ};$$

$$\Delta H_{\text{comb}} = -890,3 \text{ kJ/mol}$$

Pregunta 3: Calcule, por tonelada de cemento producido, la cantidad necesaria del gas natural expresada en kg.

Respuesta:

$$\frac{3300 \text{ kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \cdot \frac{\text{mol}}{890.3 \text{ kJ}} \cdot \frac{0.016 \text{ kg}}{\text{mol}} = 59.3 \text{ kg}$$

Pregunta 4: ¿Cuántos metros cúbicos de aire medidos a 1 atm y 25°C serán necesarios para la combustión completa de la cantidad de gas natural de la pregunta anterior?

Respuesta:

$$59.3 \text{ kg} \cdot \frac{\text{mol}(\text{CH}_4)}{0.016 \text{ kg}} \cdot \frac{2 \text{ mol}(\text{O}_2)}{\text{mol}(\text{CH}_4)} = 7412.5 \text{ mol O}_2$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{7412.5 \cdot 0.082 \cdot 298}{1} = 1.811 \cdot 10^5 \text{ L O}_2$$

$$V(\text{aire}) = 1.811 \times 10^5 \text{ L O}_2 \times \frac{100}{21} = 8.624 \times 10^5 \text{ L de aire } (1 \text{ m}^3/1000 \text{ L}) = 862.4 \text{ m}^3 \text{ de aire}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Mata, T.(s.f). *Cuestiones y problemas de Termoquímica*. Recuperado de <https://docplayer.es/13024850-Cuestiones-problemas-termoquimica-autor-tomas-mata-garcia.html>

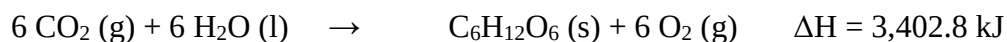
IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		8
	6		6		6		

Reactivo No.: 57

Planteamiento:

El proceso de fotosíntesis se puede representar por la ecuación:



Calcule con los datos siguientes

$$\Delta H_f^0 [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285.8 \text{ kJ/mol}; \quad \Delta H_f^0 [\text{CO}_2 (\text{g})] = -393 \text{ kJ/mol}.$$

Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16.

Pregunta 1: La entalpía de formación estándar de la glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})$.

Respuesta:

$$\Delta H_{\text{rx}}^0 = \sum n_p \cdot \Delta H_f^0 (\text{productos}) - \sum n_r \cdot \Delta H_f^0 (\text{reactivos})$$

$$\Delta H_{\text{rx}}^0 = \Delta H_f^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - [6 \cdot \Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{O}) + 6 \cdot \Delta H_f^0 (\text{CO}_2)] = 3402.8 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - [6 (-285.8) + 6 (-393)] = 3402.8 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = (3402.8 - 1714.8 - 2358) \text{ kJ/mol} = -670 \text{ kJ/mol}$$

Pregunta 2: La energía necesaria para la formación de 500 g de glucosa mediante fotosíntesis.
Respuesta:

P.M. ($C_6H_{12}O_6$) = 180 g/mol

$$500 \text{ g } C_6H_{12}O_6 \frac{3402.8 \text{ kJ}}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} = 9452.2 \text{ kJ}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Mata, T.(s.f). <i>Cuestiones y problemas de Termoquímica</i> . Recuperado de https://docplayer.es/13024850-Cuestiones-problemas-termoquimica-autor-tomas-mata-garcia.html
--

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		10
	6		6		6		

Reactivo No.: 58
Planteamiento: Utilizando la Ley de Hess y reacciones conocidas.
Masas atómicas: H = 1; C = 12.
Pregunta 1: Calcule la variación de entalpía estándar de formación del acetileno (etino) a partir de las entalpías estándares de combustión (kJ/mol) del hidrógeno, C (grafito) y acetileno cuyos valores son, respectivamente: -285.3; -393.3 y -1298.3. Respuesta $2 \text{C}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{2(g)} \quad \Delta H_f^0 [\text{C}_2\text{H}_{2(g)}]$ 1) $\text{C}_2\text{H}_{2(g)} + 5/2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H_c^0 [\text{C}_2\text{H}_{2(g)}] = -1298.3 \text{ kJ/mol}$ 2) $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H_c^0 [\text{C}_{(s)}] = -393.3 \text{ kJ/mol}$ 3) $\text{H}_{2(g)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H_c^0 [\text{H}_{2(g)}] = -285.3 \text{ kJ/mol}$ Multiplicando la ecuación 2) por 2, sumándole la ecuación 3) y restándole la ecuación 1) se obtiene: $2 \text{C}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{2(g)}$

$$\Delta H^0_f [\text{C}_2\text{H}_{2(g)}] = 2 (-393.3) + (-285.3) - (-1298.3) = 226.4 \text{ kJ/mol}$$

Pregunta 2:

Calcule el calor desprendido, a presión constante, cuando se quema 1 kg de acetileno.

Masa de $\text{C}_2\text{H}_2 = 26 \text{ g/mol}$

$$1000 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_2 \frac{-1298.3 \text{ kJ}}{26 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_2} = 49,934.62 \text{ kJ}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

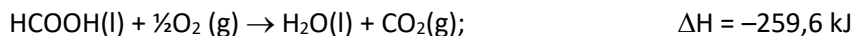
Termoquímica.(s.f.).(s.n). Recuperado de
http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosHTML/Teo_1_princ.htm

IDENTIFICACION

Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		10
	6		6		6		

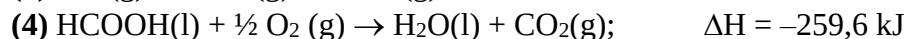
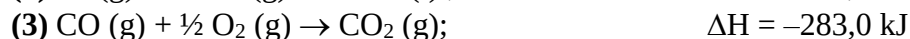
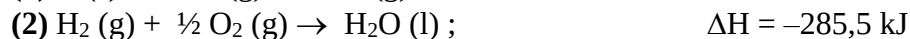
Reactivo No.: 59

Planteamiento: A partir de los siguientes calores de reacción:

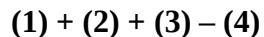


Pregunta 1: Calcula el calor de formación del ácido metanoico (HCOOH).

Respuesta:



La reacción de formación: $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{HCOOH(l)}$ puede considerarse como:



$$\Delta H = -110,4 \text{ kJ} + (-285,5 \text{ kJ}) + (-283,0 \text{ kJ}) - (-259,6 \text{ kJ})$$

$$\Delta H_f = -419,3 \text{ kJ/mol}$$

PROFESOR:	M.C. Marco A. Zazueta Gómez	mzazueta@tectijuana.edu.mx
-----------	-----------------------------	----------------------------

ORIGEN

Suárez, T. (2005). *Principios de termoquímica*. Venezuela: Universidad de los Andes. Recuperado de <http://saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16744/termoquimica.pdf;jsessionid=A0A19F4F6F989F25F9FB3A731DB77C03?sequence=1>

IDENTIFICACION

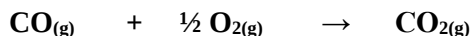
Competencias	Temas						Tiempo total(min)
Resuelve problemas de cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas para procesos termodinámicos.	X	Subtemas	Y	Subtemas	N	Subtemas	
	1		1		1		
	2		2		2		
	3		3		3		
	4		4		4		
	5	5.3	5		5		10
	6		6		6		

Reactivo No.: 60

Planteamiento: Utilizando la ecuación propuesta para la variación de la entalpía con la temperatura

$$\Delta H = \Delta H_{298}^0 + \int (C_p(\text{productos}) - C_p(\text{reactivos}))dT = \Delta H^0 + \int \Delta C_p dT$$

Pregunta 1: ¿Cuál es el valor de ΔH a 400 K para la reacción siguiente?



Respuesta: Datos adicionales que se deben buscar en tablas:

Entalpías de formación, ΔH_f^0 , en kJ/mol; $\text{CO}_{(g)} = -110.53$; $\text{CO}_{2(g)} = -393.51$

Capacidades caloríficas molares a presión constante, C_p , en J/mol•K;

$\text{CO}_{(g)} 29.14$; $\text{O}_{2(g)} = 29.36$; $\text{CO}_{2(g)} = 37.11$

Entonces: $\Delta H_{298}^0 = -393.51 - (-110.53) = -282.98 \text{ kJ}$ y

$\Delta C_p = C_{p(\text{productos})} - C_{p(\text{reactivos})} = 37.11 - [29.14 + \frac{1}{2}(29.36)] = -6.71 \text{ J/K} = -6.71 \times 10^{-3} \text{ kJ/K}$

Si asumimos que ΔC_p no cambia con la temperatura entonces:

$$\Delta H_{400} = \Delta H_{298}^0 + \Delta C_p (T_2 - T_1) = -282.98 - 6.71 \times 10^{-3} (400 - 298) = -283.67 \text{ kJ}$$

CONCLUSIONES

Realizar reactivos de evaluación que sirvan para la evaluación sumativa de los estudiantes y que puedan dar un seguimiento al proceso de aprendizaje por medio de la retroalimentación, esto para la mejora de la calidad académica.

Los reactivos de evaluación son una herramienta valiosa para mejorar la calidad académica, sobre todo si se precisan los niveles de logro de los estudiantes, representado por el número con el que se les califica (evaluación sumativa) y si se lleva acabo el seguimiento del proceso (retroalimentación), permitirá tener una idea más clara acerca de los caminos más adecuados para elevar la calidad.

Los reactivos de evaluación deben no sólo valorar los resultados, sino todo el proceso de aprendizaje, en el que, a su vez, interviene el contexto, la motivación, los sistemas simbólicos y el desarrollo cognitivo. Ello implica hacer un seguimiento al proceso de aprendizaje desde la motivación misma hasta la ejecución de la acción y su consecuente resultado.

Un reactivo: es la formulación de una proposición o un problema para que sea contestado por un sujeto, con el fin de conocer el nivel de dominio de un tema o área de conocimiento determinado. A través de los reactivos se concreta la solicitud de información acerca del rendimiento del alumno en las diversas áreas curriculares.

Se espera que los reactivos de evaluación pueden ser usados en concursos, eventos, bancos de reactivos con colaboración interdisciplinaria o problemas para las asignaturas, pero sobre todo que coadyuven en la comprensión y entendimiento de la materia.

REFERENCIAS

- Abbott, M., Van Ness, H. (1989). *Theory and Problems of thermodynamics with Chemical Applications*. Second edition. Outline series Schaum's. U.S.A.: Mc Graw-Hill.
- Chang, R. (2007). *Química*. Novena edición. México: Mc Graw-Hill.
- Çengel, Y., Boles, M. (2009). *Termodinámica*. Sexta edición. México: Mc Graw-Hill.
- Holman, J.P. (1975). *Termodinámica*. 2ª. edición. México: Mc Graw-Hill
- Levenspiel, O. (1997). *Fundamentos de Termodinámica*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A.
- Libros McGraw-Hill. (1969). *Teoría y problemas Química General*. Quinta edición. Colombia: Schaum Mc Graw-Hill.
- Manrique, J., Cárdenas, R. (1976). *Termodinámica*. México: Harla.
- Moran, M., Shapiro, H. (2008). *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. 6th. Edition. U.S.A.: John Wiley & Sons.
- Moring, V. (1970). *Termodinámica*. México: UTEHA
- Potter, M. (2009). *Thermodynamics Demystified*. U.S.A.: Mc Graw-Hill.
- Potter, M., Scott, E. (2006). *Termodinámica*. México: Thomson.
- Potter, M., Somerton, C. (2014). *Thermodynamics for Engineers*. Third edition. Outline series Schaum's. U.S.A.: Mc Graw-Hill Education.
- Research and Education Association. (1984). *Problem solvers thermodynamics*. U.S.A.: REA.
- Rosenberg, J., Epstein, L. y Krieger, P. (2007). *College Chemistry*. Ninth edition. Schaum's Outlines. U.S.A.: Mc Graw-Hill.
- Rajput, R.K. (2011). *Ingeniería Termodinámica*. 3ª. edición. México: CENGAGE Learning
- Suárez, T. (2005). *Principios de termoquímica*. Venezuela: Universidad de los Andes. Recuperado de <http://saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16744/termoquimica.pdf;jsessionid=A0A19F4F6F989F25F9FB3A731DB77C03?sequence=1>
- Termoquímica. (s.f.). (s.n). Recuperado de http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosHTML/Teo_1_princ.htm
- Van Wylen, G., Sonntag, R. y Borgnakke, C. (2016). *Fundamentos de Termodinámica*. Segunda edición. México: Limusa.
- Wark, Jr, K. (1988). *Thermodynamics*. 5th Edition. U.S.A.: Mc Graw-Hill.