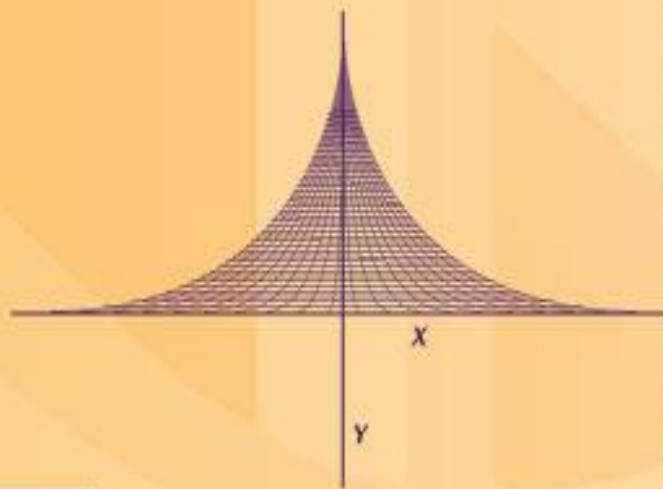




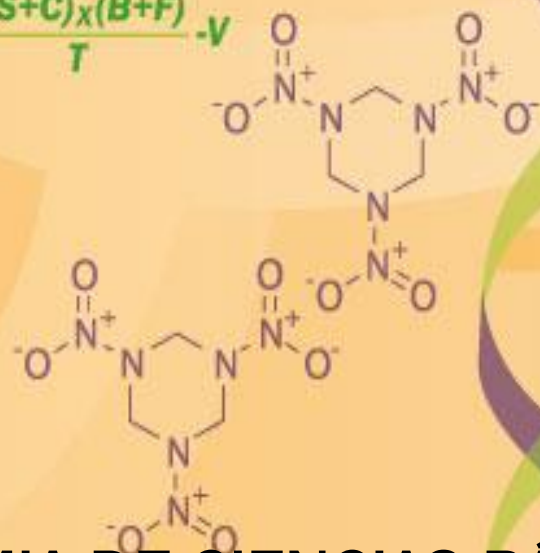
Subsistema de **Universidades  
Politécnicas**

# Manual de Asignatura

TER-CV  
REV00



$$i = \frac{(S+C)x(B+F)}{T} - v$$



**ACADEMIA DE CIENCIAS BÁSICAS**

**TERMODINÁMICA**

**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Subsistema de **Universidades  
Politécnicas**

## Directorio

Lic. Emilio Chuayffet Chemor  
Secretario de Educación

Dr. Fernando Serrano Migallón  
Subsecretario de Educación Superior

Mtro. Héctor Arreola Soria  
Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

Dr. Gustavo Flores Fernández  
Coordinador de Universidades Politécnicas.



SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Subsistema de **Universidades  
Politécnicas**

Página Legal.

Participantes

Mtra. María Gabriela Bravo Contreras - Universidad Politécnica de Chihuahua

Mtra. Erika Graciela Lazo Padilla - Universidad Politécnica de Chihuahua

Mtro. Hussein Maloof Flores - Universidad Politécnica de Chihuahua

Mtro. Marcos Alejandro Ortega Romero - Universidad Politécnica de Chihuahua

Primera Edición: 2013

DR © 2013 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN-----


## ÍNDICE

Introducción.....	1
Ficha técnica .....	2
Programa de estudio. ....	4
Desarrollo prácticas.....	5
Instrumentos de evaluación.....	7
Glosario.....	19
Bibliografía.....	20

## INTRODUCCIÓN

El mundo actual se encuentra al borde de sufrir una severa escasez de energía, por lo que cada vez es más importante formar ingenieros que sean capaces de generar sistemas o esquemas de producción en los cuales sea posible el ahorro de este recurso.

El primer paso para la formación de estos profesionales comprometidos con nuestro entorno, es proporcionarles herramientas técnicas básicas tales como el manejo de conceptos relacionados con el análisis de energético de procesos. Precisamente, la asignatura de termodinámica tiene como objetivo el iniciar al estudiante en los cálculos elementales de transferencia de masa y energía en procesos cerrados o abiertos. Para lograr esto, este curso se divide básicamente en cinco etapas. La primera parte incluye el cálculo de las diferentes formas de trabajo que se pueden realizar en procesos cerrados así como conceptos básicos sobre las principales variables extensivas e intensivas que se encuentran presentes en los procesos. En la segunda parte del curso, se introduce al alumno con la ecuación básica para cuantificar los cambios de energía que ocurren en procesos cerrados y abiertos. En la tercera parte, el alumno estimará diferentes propiedades de las sustancias puras considerando los cambios de fase que estas pueden sufrir, refiriéndose a tablas. En la cuarta parte, el alumno conocerá la forma de estimar propiedades de los gases mediante el uso de ecuaciones de estado que le permitan relacionar la temperatura y la presión de un gas con el volumen que este ocupa. En la última etapa, el alumno calculará la eficiencia de diferentes procesos y sugerirá cambios que se puedan hacer a los mismos para aumentar su rentabilidad.

 <p>Subsistema de Universidades <b>Politécnicas</b></p>	<b>FICHA TÉCNICA</b> <b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b>
--	--

Nombre:	Termodinámica
Clave:	TER-CV
Justificación:	La asignatura de termodinámica es importante porque sienta las bases para calcular las interacciones energéticas existentes en un proceso; un aspecto muy importante en la planeación de estrategias que permitan aumentar la eficiencia térmica y económica de procesos
Objetivo:	El alumno será capaz de aplicar el cálculo de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras para estimar las interacciones energéticas en sistemas cerrados y abiertos.
Conocimientos previos:	Física

Capacidades asociadas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar el lenguaje de la matemática para expresarse correctamente</li> <li>- Utilizar modelos matemáticos para la descripción de situaciones reales</li> <li>- Utilizar las herramientas computacionales de cálculo numérico y simbólico en el planteamiento y resolución de problemas</li> <li>- Aplicar el razonamiento lógico deductivo para la solución de problemas</li> <li>- Aplicar el conocimiento teórico de la física, química o biología a la realización e interpretación de experimentos.</li> <li>- Comprender los conceptos fundamentales y principios de la física, química o biología, universitarias.</li> <li>- Aplicar conceptos, teorías y principios físicos, químicos o biológicos para describir y explicar fenómenos naturales.</li> <li>- Aplicar principios, leyes y teorías generales para encontrar soluciones a problemas particulares.</li> <li>- Estimar órdenes de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.</li> </ul>

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencia I
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	1. Conceptos básicos de la termodinámica	4	0	6	3
	2. Primera ley de la termodinámica	4	0	16	3
	3. Propiedades de las sustancias puras	3	0	12	3
	4. Ecuaciones de Estado para gases	4	0	16	3
	5. Ciclos de potencia y segunda ley de la termodinámica	3	1	7	2
	Total de horas por cuatrimestre:	90			
Total de horas por semana:	5				
Créditos:	6				
Bibliografía:	<p><b>Básica</b>  Termodinámica  Wark, K.  Ed. Mc Graw Hill  2001 España  ISBN: 84-481-2829-X</p> <p>Termodinámica  Cengel, Y.  Ed. Mc Graw Hill  2009 México  ISBN: 9701072863</p> <p>Introducción a la termodinámica en ingeniería química  Smith, J. M., Van Ness, H.C., Abbott, M. M.  Ed. Mc Graw Hill  1996 México  ISBN: 970-10-1333-6</p>				

<b>NOBRE DEL GRUPO RESPONSABLE:</b>	Ciencias Básicas
<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	Termodinámica
<b>CLAVE DE LA ASIGNATURA:</b>	TER-CV
<b>OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:</b>	El alumno será capaz de aplicar el cálculo de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras para estimar las interacciones energéticas en sistemas cerrados y abiertos.
<b>TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:</b>	90
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	8 de junio 2010
<b>UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:</b>	Universidad Politécnica de Guanajuato, Universidad Politécnica de Durango

CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE														OBSERVACIÓN	
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TECNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA		INSTRUMENTO
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial			
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINAMICA.	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: * Identificar y manejar los conceptos básicos utilizados en la termodinámica * Cálculo de trabajo realizado por o sobre un sistema de émbolo y pistón.	<b>EC1.</b> Resolver cuestionario de los conceptos básicos de termodinámica (Sistema, medio, frontera, propiedades, procesos, ciclos, trayectoria, energía y tipos de energía, temperatura, fuerza, presión, trabajo y tipos de trabajo, calor, entalpía, energía interna, temperatura y ley cero) <b>EP1.</b> Resolver ejercicios de cálculo de trabajo realizado por o sobre un sistema de émbolo y pistón <b>EP2.</b> Construir un dispositivo para medición de la presión con la aplicación de la ley de la hidrostática	Actividad focal introductoria Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos	Conferencia o exposición Instrucción Programada Diagramas Esquemas Ilustraciones Investigaciones Subrayar Resolver situaciones problemáticas	X	N/A	X	Construcción de un dispositivo para la medición de la presión con la aplicación de la ley de la hidrostática	N/A	Material Impreso, Software libre, pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón	4	0	6	3	Documental	*Cuestionario sobre conceptos básicos de termodinámica *Lista de Cotejo para ejercicios de trabajo de émbolo y pistón *Lista de Cotejo para proyecto de aplicación de la ley de la hidrostática	La realización del prototipo se llevará a cabo en horas prácticas no presenciales y la evaluación del desempeño dentro de las horas prácticas presenciales
2. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA.	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: *Aplicar la primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados (Sistemas de émbolo y pistón). * Aplicar la primera ley de la termodinámica a sistemas abiertos (análisis de turbinas, difusores, toberas, válvulas de estrangulamiento). *Calcular las capacidades caloríficas de fluidos a volumen y presión constantes.	<b>EP1.</b> Resolver ejercicios de aplicación de la primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos <b>EP2.</b> Resolver ejercicios de aplicación de la primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados <b>EP3.</b> Resolver ejercicios con el uso del concepto de capacidad calorífica de fluidos a volumen y presión constante <b>EP4.</b> Construir un calorímetro para la medición de capacidades caloríficas de fluidos	Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos	Conferencia o exposición Instrucción Programada Diagramas Esquemas Ilustraciones Investigaciones Resolver situaciones problemáticas Lectura comentada Instrucción Programada Estudio de Caso Discusión Dirigida Lluvia de ideas Experiencia estructurada Resolver situaciones problemáticas	X	N/A	X	Construcción de un calorímetro para calcular la capacidad calorífica de una sustancia desconocida	N/A	Plumones, pizarrón, material impreso, software libre. Los necesarios para que los alumnos construyan sus prototipos	Calculadora, computadora, cañón	4	0	16	3	Documental	*Lista de cotejo para ejercicios de aplicación de la primera ley de la termodinámica a sistemas abiertos *Lista de cotejo para ejercicios de capacidad calorífica de fluidos a volumen y presión constante *Lista de cotejo para proyecto de construcción de un calorímetro	La realización del prototipo se llevará a cabo en horas prácticas no presenciales y la evaluación del desempeño dentro de las horas prácticas presenciales
3. PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: * Calcular las propiedades termodinámicas de sustancias puras utilizando los diagramas de fases y las tablas de vapor.	<b>EC1.</b> Resolver cuestionario sobre las principales propiedades de las sustancias puras y la relación entre ellas. <b>EP1.</b> Realizar ejercicios del cálculo de las propiedades fundamentales de las sustancias puras con el uso de las tablas de vapor	Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos Analogías Cuadros sinópticos	Conferencia o exposición Instrucción Programada Diagramas Esquemas Ilustraciones Investigaciones Resolver situaciones problemáticas Lectura comentada Instrucción Programada Discusión Dirigida Lluvia de ideas Resolver situaciones problemáticas	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Material Impreso, Software libre, pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón	3	0	12	3	Documental	*Cuestionario sobre propiedades fundamentales de las sustancias puras *Lista de cotejo para ejercicios de cálculo de propiedades de las sustancias puras con el uso de tablas de vapor	
4. ECUACIONES DE ESTADO PARA GASES	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: *Aplicar el modelo de gas ideal para describir el comportamiento PVT de gases. * Describir el comportamiento PVT de los gases reales a través de diferentes modelos * Cálculo del trabajo de compresión y expansión realizado por un gas ideal.	<b>EC1.</b> Resolver cuestionario sobre los diferentes modelos utilizados para describir el comportamiento PVT de gases <b>EP1.</b> Resolver ejercicios con el uso del modelo de gas ideal para describir el comportamiento PVT de gases <b>EP2.</b> Resolver ejercicios con el uso de los diferentes modelos que describen el comportamiento PVT para gases reales <b>EP3.</b> Resolver ejercicios de capacidad calorífica	Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos Analogías Cuadros sinópticos	Conferencia o exposición Instrucción Programada Diagramas Esquemas Ilustraciones Investigaciones Resolver situaciones problemáticas Lectura comentada Instrucción Programada Discusión Dirigida Lluvia de ideas Resolver situaciones problemáticas	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Material Impreso, Software libre, pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón Manómetros de Bourdon	4	0	16	3	Documental	*Cuestionario sobre los diferentes modelos para describir el comportamiento PVT de gases *Lista de cotejo para ejercicios con el uso del modelo de gas ideal *Lista de cotejo para ejercicios con el uso de diferentes modelos que describen el comportamiento de gases reales *Lista de cotejo para ejercicios de capacidades caloríficas aplicados a gases	
5. CICLOS DE POTENCIA Y SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: *Identificar los diferentes tipos de ciclos termodinámicos utilizados en la industria * Calcular la eficiencia térmica de una máquina * Aplicar la segunda ley de la termodinámica	<b>EC1.</b> Resolver cuestionario sobre los diferentes tipos de ciclos termodinámicos, la segunda ley de la termodinámica y sus implicaciones. <b>EP1.</b> Resolver ejercicios del cálculo de la eficiencia térmica de una máquina <b>EP2.</b> Resolver ejercicios de aplicación de la segunda ley de la termodinámica	Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos Analogías Cuadros sinópticos	Conferencia o exposición Instrucción Programada Diagramas Esquemas Ilustraciones Investigaciones Resolver situaciones problemáticas Lectura comentada Instrucción Programada Discusión Dirigida Lluvia de ideas Resolver situaciones problemáticas	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Material Impreso, Software libre, pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón	3	1	7	2	Documental	*Cuestionario sobre los diferentes tipos de ciclos termodinámicos, la segunda ley de la termodinámica y sus implicaciones *Lista de Cotejo para ejercicios de cálculo de eficiencia de máquinas térmicas *Lista de cotejo para ejercicios de aplicación de la segunda ley de la termodinámica	





Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Termodinámica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Conceptos básicos de termodinámica		
Nombre de la Actividad de aprendizaje	Construcción de un dispositivo para la medición de la presión con la aplicación de la ley de la hidrostática		
Número :	1	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	Identificar y manejar los conceptos básicos utilizados en la termodinámica		
Justificación	El alumno aplicará los conocimientos vistos en clase con respecto a la medición de la presión utilizando dispositivos de manómetro en U. Además aplicará su ingenio para resolver este problema.		
Desarrollo:	<p>1.- Conseguir un recipiente de preferencia de metal.</p> <p>2.- Hacer dos perforaciones en el mismo, una para introducir una manguera y la otra para un termómetro. Selle perfectamente de tal forma que no vaya a haber fugas de aire por el orificio en que se introdujo el termómetro ni por el espacio entre la manguera y el recipiente</p> <p>3.- Introducir agua dentro de la manguera y colocar esta última de forma que asemeje un manómetro de tubo en U.</p> <p>4.- Mida la altura de la columna de agua que se forma.</p> <p>5.- Aumente la temperatura del aire encerrado dentro del recipiente y mida a intervalos cortos de la misma, como varía la altura de la columna líquida. Estime la presión que hay en cada punto en el que midió la altura. Haga un gráfico de todas las variables.</p> <p>6.- Para cada punto experimental, con los valores de <math>V</math> y <math>T</math> medidos haga una estimación de <math>P</math> con varios modelos: (gas ideal, Van Der Waals, Redlich Kwong), ¿que modelo describe mejor el comportamiento del gas que usted está estudiando? Discuta los resultados.</p>		
Evidencia a generar en el desarrollo de la práctica, ejercicio o actividad de aprendizaje:	EP2. Construir un dispositivo para medición de la presión con la aplicación de la ley de la hidrostática		

Nombre de la asignatura:	Termodinámica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Primera Ley de la Termodinámica		
Nombre de la Actividad de aprendizaje	Construcción de un calorímetro para calcular la capacidad calorífica de una sustancia desconocida		
Número :	1	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	Aplicar la primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados Calcular las capacidades caloríficas de fluidos a volumen y presión constantes.		
Justificación	El reforzar los conocimientos adquiridos en clase con actividades que impliquen planeación, diseño, medición en el laboratorio, uso del ingenio, es de suma importancia porque es una alternativa para reforzar el aprendizaje. Así, en esta actividad, es el alumno quién gestionará la mejor forma de construir un dispositivo que le permita la medición de la capacidad calorífica.		
<p>Desarrollo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Consiga un recipiente construido de algún material aislante, por ejemplo unicel.</li> <li>2.- Coloque otro depósito dentro del recipiente mencionado en el paso 1, este depósito debe estar construido de un material tal que permita el paso fácil de calor</li> <li>3.- Coloque agua caliente en el recipiente no aislado y un líquido frío cuya capacidad calorífica desee determinar en el recipiente no aislado. Introduzca un termómetro para medir la evolución de la temperatura en ambos recipientes. Grafique dicha evolución contra el tiempo.</li> <li>4.- Para el agua, tome la temperatura inicial y cualquiera de las temperaturas que haya medido en el transcurso del experimento. Estime el cambio de energía interna y utilícelo para estimar el calor transferido en ese tiempo.</li> <li>5.- Utilice el valor de calor transferido estimado en 4 para calcular la capacidad calorífica de la sustancia problema, aplicando la primera ley de la termodinámica a la sustancia problema en el mismo intervalo de tiempo que se tomó para el agua. Por supuesto, para este cálculo necesitará las temperaturas inicial y final de la sustancia problema.</li> <li>6.- Repita los pasos 4 y 5 utilizando diferentes pares de temperatura inicial/temperatura final en el experimento. ¿La capacidad calorífica estimada permanece constante?</li> </ol>			
Evidencia a generar en el desarrollo de la práctica, ejercicio o actividad de aprendizaje: EP4. Construir un calorímetro para la medición de capacidades caloríficas de fluidos			



# **Instrumentos de Evaluación**

1. Se le conoce así a la fuerza aplicada por unidad de área
  - a) Trabajo
  - b) Presión
  - c) Energía
  - d) Calor
2. La tercera ley de newton establece que
  - a) Todo objeto permanece en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que se le aplique una fuerza externa que cambie su condición
  - b) A toda acción corresponde una reacción igual y contraria
  - c) La aceleración que adquiere un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que se le aplica e inversamente proporcional a su masa
  - d) Que la energía calorífica es aquella que se transfiere desde una zona de alta temperatura hacia una de baja.
3. Es la cantidad de materia presente en un cuerpo
  - a) Peso
  - b) Volumen
  - c) Temperatura
  - d) Masa
4. Es la diferencia entre peso y masa
  - a) El peso depende del campo gravitacional del planeta
  - b) Son lo mismo
  - c) La masa siempre es mayor que el peso
  - d) La masa se refiere al volumen ocupado por el cuerpo
5. Son las unidades fundamentales en el sistema MKS para la energía

- a) Joules
  - b) Ergios
  - c) Watts
  - d) Dinas
6. Es equivalente al peso molecular de una sustancia expresado en gramos
- a) Átomo
  - b) Molécula
  - c) Peso
  - d) Mol
7. ¿A cuantas psi equivalen 2.3 atm?
- a) 30.1
  - b) 22.3
  - c) 33.8
  - d) 35.2
8. Es el cociente entre la masa y el volumen de una sustancia
- a) Peso específico
  - b) Densidad
  - c) Volumen por unidad de masa
  - d) Densidad relativa
9. Convierta 99 kPa en a) atm, b) Pa, c) psi, d) bar, e) torr, f) mmHg, g) mmH<sub>2</sub>O
10. Convierta 5 N en a) dinas, b) lbf
11. Convierta 5000 BTU en a) lbf ft, b) ergios, c) Joules
12. Convierta 235.3 W en a) J/min, b) BTU/h, c) hp
13. Calcule la energía potencial contenida en una masa de 10 kg que está separada 5 m del suelo
14. Calcule la energía cinética de un automóvil de 1.2 ton que circula a 120 km/h en ergios

**INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SUMATIVA:**  
**CUESTIONARIO GUÍA SOBRE CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA**

- 1.- Describa lo que significa: densidad, volumen, presión, temperatura.
- 2.- ¿Qué significa temperatura absoluta?
- 3.- ¿Cuál es la diferencia entre presión manométrica y presión absoluta?
- 4.- La Figura 1 muestra un flujo de vapor de agua que pasa por una válvula y entra en una turbina que acciona un generador eléctrico. La masa sale de la turbina con un flujo másico de 10000kg/hr. Utilizando los datos de la figura, (a) convierta el flujo másico a kg/s, (b) exprese  $P_2$  en MPa, (c) exprese  $T_1$  en K, (d) exprese  $P_1$  en bar.
- 5.- Se conecta una línea de gasolina a un manómetro de carátula a través de un manómetro de U doble, como se muestra en la Figura 2. Si la lectura del manómetro de carátula es de 370kPa, cuál es el valor de la presión manométrica de la línea de gasolina.
- 6.- Un sistema que consiste en 1kg de gas sufre un proceso durante el cual la relación entre la presión y el volumen es  $PV^{1.3} = c$ , donde  $c$  es una constante. El proceso se inicia con  $P_1 = 1\text{bar}$ ,  $V_1 = 1\text{m}^3$  y finaliza con  $V_2 = 3\text{m}^3$ . Determine la presión final  $P_2$ , en bar, y representé el proceso en una gráfica de la presión contra el volumen.
- 7.- La tabla adjunta proporciona una serie de temperaturas y volúmenes específicos de vapor de agua para dos presiones. Utilizando los datos suministrados, estímesse: (a) El volumen específico para  $T = 200^\circ\text{C}$ ,  $P = 0.113\text{MPa}$ , en  $\text{m}^3/\text{kg}$ ; (b) La temperatura para  $P = 0.12\text{MPa}$ ,  $v = 1.85\text{m}^3/\text{kg}$ , en  $^\circ\text{C}$ ; (c) La temperatura para  $P = 0.11\text{MPa}$ ,  $v = 2.20\text{m}^3/\text{kg}$ , en K.

P = 0.1MPa		P = 0.12MPa	
T (°C)	v (m <sup>3</sup> /kg)	T (°C)	v(m <sup>3</sup> /kg)
200	2.172	200	1.808
240	2.359	240	1.965
280	2.546	280	2.120

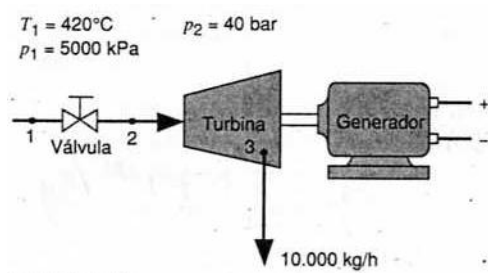


Figura 1

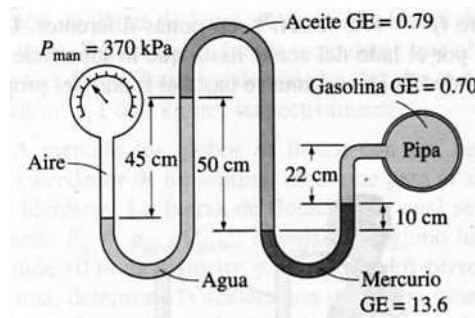


Figura 2



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

## LISTA DE COTEJO PARA EJERCICIOS

### LISTA DE COTEJO PARA EJERCICIOS DE:

#### UNIDAD 1:

**EP1. Resolver ejercicios de cálculo de trabajo realizado por o sobre un sistema de émbolo y pistón,**

#### UNIDAD 2:

**EP1. Resolver ejercicios de aplicación de la primera ley de la termodinámica para sistemas abiertos**

**EP2. Resolver ejercicios de aplicación de la primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados**

**EP3. Resolver ejercicios con el uso del concepto de capacidad calorífica de fluidos a volumen y presión constante**

#### UNIDAD 3:

**EP1. Realizar ejercicios del cálculo de las propiedades fundamentales de las sustancias puras con el uso de las tablas de vapor**

#### UNIDAD 4:

**EP1. Resolver ejercicios con el uso del modelo de gas ideal para describir el comportamiento PVT de gases**

**EP2. Resolver ejercicios con el uso de los diferentes modelos que describen el comportamiento PVT para gases reales**

**EP3. Resolver ejercicios de capacidad calorífica**

#### UNIDAD 5:

**EP1. Resolver ejercicios del cálculo de la eficiencia térmica de una máquina**

**EP2. Resolver ejercicios de aplicación de la segunda ley de la termodinámica**

### DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

Nombre(s) del alumno(s) y/o Equipo:

Firma del alumno(s):

Producto:

Nombre o tema del Ejercicio:

Fecha:

Asignatura:

Grupo:

Periodo cuatrimestral:

Nombre del Docente:

Firma del Docente:

### INSTRUCCIONES

Revisar las características que se solicitan y califique en la columna "Valor Obtenido" el valor asignado con respecto al "Valor del Reactivo". En la columna "OBSERVACIONES" haga las indicaciones que puedan ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	Valor Obtenido	OBSERVACIONES
5%	Es entregado puntualmente y en forma. Hora y fecha solicitada		
5%	Presentación (nombre del ejercicio, nombre de los integrantes/resumen/Introducción/desarrollo del ejercicio/análisis de resultados/conclusiones/referencias). Limpieza del trabajo y Ortografía		
	<b>Desarrollo</b>		
5%	Determinación de los objetivos tanto general como específicos		
5%	Planteamiento del ejercicio		
50%	Procedimiento y lógica de la solución.		



5%	Aplicación adecuada de formulas y tablas.		
20%	Resultados correctos.		
5%	Conclusión de los resultados obtenidos.		
100%	<b>CALIFICACIÓN:</b>		



Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**

## LISTA DE COTEJO PARA PROYECTOS

### LISTA DE COTEJO PARA PROYECTO DE:

**Construcción de un dispositivo para la medición de la presión con la aplicación de la ley de la hidrostática**  
**Construcción de un calorímetro para calcular la capacidad calorífica de una sustancia desconocida**

### DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

Nombre(s) del alumno(s) y/o Equipo:		Firma del alumno(s):	
Producto:	Nombre o tema del proyecto:	Fecha:	
Asignatura:	Grupo:	Periodo cuatrimestral:	
Nombre del Docente:		Firma del Docente:	

### INSTRUCCIONES


Revisar las características que se solicitan y califique en la columna "Valor Obtenido" el valor asignado con respecto al "Valor del Reactivo". En la columna "OBSERVACIONES" haga las indicaciones que puedan ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	Valor Obtenido	OBSERVACIONES
5%	Es entregado puntualmente. Hora y fecha solicitada (indispensable)		
10%	Exposición del desarrollo del prototipo (No más de 15 min).		
35%	Presentación física del prototipo.		
30%	Correcto funcionamiento.		
20%	Entrega de un informe en tiempo y forma. (Introducción, Planteamiento del problema, Objetivos, Marco Teórico, Desarrollo del prototipo, Conclusiones, Bibliografía).		
100%	<b>CALIFICACIÓN:</b>		

- 1.- ¿Que es una sustancia pura?
- 2.- Nombre por lo menos 6 ejemplos de sustancias puras
- 3.- Describa los cambios de fase de las sustancias puras.
- 4.- Qué significa: líquido comprimido, líquido saturado, mezcla saturada, vapor saturado, vapor sobrecalentado
- 5.- ¿Cuándo se dice que una sustancia pura tiene calidad?
- 6.- Determine la fase o fases en un sistema constituido por H<sub>2</sub>O en las condiciones siguientes y localice los estados sobre diagramas P - v y T - v adecuadamente caracterizados. (a) P = 500kPa, T = 200 °C, (b) P = 5MPa, T = 264 °C, (c) T = 180 °C, P = 0.9MPa, (d) P = 20MPa, T = 100 °C, (e) T = -10 °C, P = 1kPa.
- 7.- Determine la calidad (titulo) de las siguientes mezclas bifásicas líquido - vapor:  
(a) H<sub>2</sub>O a 200 °C con un volumen específico de 0.1m<sup>3</sup>/kg, (b) Refrigerante 134a a -40 °C con un volumen específico de 0.3569m<sup>3</sup>/kg.
- 8.- Un recipiente rígido de 1.8m<sup>3</sup> contiene vapor a 220°C. Un tercio del volumen está en la fase líquida y el resto en forma de vapor. Determine (a) la presión del vapor, (b) la calidad de la mezcla saturada y (c) la densidad de la mezcla
- 9.- Un dispositivo de cilindro - émbolo contiene 50Lts de agua líquida a 40 °C y 200kPa. Se transfiere calor al agua a presión constante hasta que se evapora toda. (a) ¿Cual es la masa del agua?, (b) ¿Cual es la temperatura final?, (c) Determine el cambio de entalpía total, (c) Muestre el proceso en un diagrama P - v y T - v adecuadamente caracterizados.

- 1.- Escriba la ecuación de estado del modelo de Van der Benedict-Webb-Rubin.
- 2.- Es una ecuación de estado basada en cinco constantes determinadas de forma experimental.  
a) Van der Waals   b) Beattie-Bridgeman   c) Benedict-Webb-Rubin   d) Ecuación de estado Virial.
- 3.- Cual es el significado físico de las dos constantes que aparecen en la ecuación de estado de Van der Waals y con qué base se determinan.
- 4.- Escriba la ecuación de estado de gas ideal y mencione quienes determinaron de modo experimental que a bajas presiones el volumen de un gas es proporcional a su temperatura.
- 5.- Determine la masa del aire en una habitación cuyas dimensiones son 4x5x6 m a 100 kPa y 25 °C.
- 6.- Haga la predicción de la presión del gas nitrógeno a  $T=175\text{ K}$  y  $v=0.00375\text{ m}^3/\text{kg}$  con base en a) la ecuación de estado de Van der Waals, b) La ecuación de estado de Beattie-Bridgeman y c) la ecuación de estado de Benedict-Webb-Rubin. Compare los valores obtenidos con el valor de 10,000 kPa, determinado en forma experimental.
- 7.- Un gas perfecto a 10 psia y 40 °F está encerrado en un tanque rígido de  $3\text{ ft}^3$ . Este gas se calienta a 540 °F y 20 psia, y en esas condiciones, su densidad es 0.1 lbm/ft<sup>3</sup>. Calcular la masa y la constante del gas R para este material.
- 8.- Hay oxígeno gaseoso en un tanque de 3m<sup>3</sup>, a 20 °C y 0,6 MPa de presión manométrica. La presión atmosférica es 101 KPa. ¿Cuántos kilogramos del gas hay en el tanque?

- 1.- ¿Qué diferencia existe entre la primera y la segunda ley de la termodinámica?
  
- 3.- ¿Qué es una máquina térmica de calor?
  
- 4.- ¿Cómo define la eficiencia térmica?
  
- 5.- Describa el enunciado de Planck.
  
- 6.- Defina los siguientes términos: refrigerador, COP, bomba de calor.
  
- 7.- Describa el enunciado de Clausius.
  
- 8.- ¿Qué significa un proceso reversible e irreversible?
  
- 9.- A que atribuye que existan irreversibilidades en los procesos.
  
- 10.- Explique el funcionamiento del ciclo de Carnot.
  
- 11.- ¿Por qué se dice que la segunda ley de la termodinámica considera la calidad de la energía?
  
- 12.- ¿Cómo se define el término entropía?
  
- 13.- ¿Cómo se determina la generación de entropía de un sistema?



14.- Considere un ciclo Rankine ideal con las condiciones de entrada del vapor de alimentación constantes, ¿cuál es el efecto de variar la presión en el condensador, la temperatura del vapor de alimentación, la presión del vapor a la salida de la turbina?

15.- ¿Describa cada uno de los componentes del ciclo de turbina de gas?

## GLOSARIO

**Alrededores.** Es la región que rodea a un sistema, con la que puede intercambiar materia y energía.

**atm.** Unidad de presión o tensión equivalente a la ejercida por la atmósfera al nivel del mar, y que es igual a la presión de una columna de mercurio de 760 mm de alto.

**Adiabático.** Se dice del recinto entre cuyo interior y exterior no es posible el intercambio térmico. Se dice de la transformación termodinámica que un sistema experimenta sin que haya intercambio de calor con otros sistemas.

**bar.** Unidad de medida de la presión atmosférica, equivalente a 100 000 pascales.

**Batería.** Acumulador o conjunto de varios acumuladores de electricidad.

**Bomba.** Máquina diseñada para impulsar fluidos.

**Calor.** Forma de energía que se transfiere entre dos zonas de diferentes temperaturas, siguiendo la dirección del gradiente negativo.

**Ciclo.** Consiste en una serie de procesos efectuados de manera consecutiva de tal forma que el estado final de un proceso es el estado inicial del siguiente, y el estado final del último proceso coincide con el estado inicial del primero.

**Compresor.** Máquina que produce trabajo aumentando la presión de un fluido.

**Condensador.** Intercambiador de calor cuya función es la condensación de vapores de proceso mediante el uso de agua fría.

**Densidad.** Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

**Eficiencia.** Es el cociente entre el trabajo útil extraído de una máquina entre la cantidad total de energía que entra en la misma.

**Energía.** Capacidad para realizar un trabajo.

**Energía mecánica.** Capacidad para realizar un trabajo mediante elementos mecánicos.

**Energía térmica.** Capacidad para realizar un trabajo mediante elementos térmicos.

**Entalpía.** Magnitud termodinámica de un cuerpo, igual a la suma de su energía interna más el producto de su volumen por la presión exterior.

**Estado.** Un estado para una sustancia está definido por el valor de sus propiedades intensivas

**Gases.** Fluidos que tienden a expandirse indefinidamente y que se caracterizan por su pequeña densidad, como el aire.

**Isocórico.** Es el proceso a volumen constante.

**Isotérmico.** Es el proceso a temperatura constante.

**Presión.** Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie. Su unidad en el Sistema Internacional es el *pascal*

**Proceso.** Es un cambio que sufren una sustancia o mezcla de sustancias en el que los estados inicial y final son diferentes.

**Refrigerante.** Conducto de doble pared por el que se hace pasar un fluido que se enfría por la acción de un líquido que circula en su cámara externa.

**Sistema.** Un sistema es un espacio delimitado por una frontera dentro de un proceso que es sujeto de estudio de la termodinámica, en el sentido de que se puede estimar la transferencia de masa y energía entre el sistema y sus alrededores.

**Trabajo:** Se define como el producto de la fuerza aplicada a una masa determinada por la distancia a la que se mueve esa masa.

**Vapor.** Fluido gaseoso cuya temperatura es inferior a su temperatura crítica. Su presión no aumenta al ser comprimido, sino que se transforma parcialmente en líquido

**Variable.** Magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto.

**Velocidad.** Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s).



## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Básica**

Termodinámica

WARK, K.

Ed. Mc Graw Hill

2001 (6a. Edición) España

ISBN: 84-481-2829-X

Termodinámica

CENGEL, Y.

Ed. Mc Graw Hill

2009 (6a. Edición) México

ISBN:

Introducción a la termodinámica en ingeniería química

SMITH, J. M., Van Ness, H.C., Abbott, M. M.

Ed. Mc Graw Hill

1996 México

970-10-1333-6