

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
IQ3201	Termodinámica Aplicada			
Nombre en Inglés				
Applied Thermodynamics				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
	10	3	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
CM2004, EI2001			Obligatorio Licenciatura en Ingeniería Química y Biotecnología •Electivo/Obligatorio de otras Licenciaturas	
Resultados de Aprendizaje				
Al final del curso los estudiantes deberán ser capaces de:				
a) Comprender los principios básicos de la Termodinámica en condiciones estáticas, de procesos de flujo y de equilibrio entre fases.				
b) Entender diferentes aplicaciones de la ingeniería al mundo real.				
c) Aplicar conceptos adquiridos para preparar y analizar tablas y diagramas de propiedades termodinámicas de los fluidos.				
d) Utilizar dichas propiedades para resolver en forma cuantitativa situaciones de tipo mecánico, expansión y compresión de fluidos, ciclos de potencia, ciclos de refrigeración y acondicionamiento de aire.				

Metodología Docente	Evaluación General
Clases presenciales del Profesor Clases auxiliares del Profesor Auxiliar Desarrollo semanal de ejercicios y tareas	3 Controles 6 Ejercicios 1 Examen Final

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Introducción	0,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción. • Ley Cero. • Termometría. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender los conceptos básicos en Termodinámica como sistema, estado, proceso, energía y formas de energía. 2. Comprender las nociones termodinámicas de temperatura y presión. 3. Distinguir entre variables intensivas y extensivas. 4. Identificar procesos adiabáticos, isotérmicos, isobáricos y otros. Calcular propiedades en estos procesos. 	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7^a Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5^a Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Primer Principio	1,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo. Calor. • Primer principio de la termodinámica. • Evoluciones reversibles de gases ideales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender los conceptos de Trabajo y Calor como diferentes expresiones de energía en tránsito. 2. Identificar procesos de transferencia de energía. 3. Entender la energía total como una propiedad termodinámica. 4. Reconocer el Primer Principio como un principio de Conservación de Energía. 5. Identificar procesos adiabáticos, isotérmicos, isobáricos y otros. Calcular propiedades en estos procesos. 	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7^a Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5^a Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Segundo principio	1,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - • Segundo principio de la termodinámica. - • Propiedades termodinámicas de los fluidos. - • Ciclo de Carnot. - • Entropía. Eficiencia. - • Relaciones de Maxwell. 	<p>1. Entender los conceptos de depósito de energía térmica, proceso reversible e irreversible, máquinas térmicas. 2. Describir el ciclo ideal de Carnot y su extensión a máquinas térmicas. 3. Comprender la Desigualdad de Clausius, la definición de Entropía, y el Principio de Aumento de Entropía. 4. Aplicar el concepto de Entropía en procesos comunes de Ingeniería y comprender el concepto de eficiencia isoentrópica.</p>	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Ecuaciones de Estado	1 semana
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> - • Gas Ideal vs. Gases reales • Ecuaciones de estado. • Propiedades termodinámicas. • Determinación de propiedades termodinámicas. • Ecuación de estado reducida. • Propiedades termodinámicas de fluidos generalizados. 	<p>1. Entender el concepto de Sustancia Pura y los procesos de cambio de fase. 2. Ser capaz de determinar propiedades termodinámicas de sustancias puras desde tablas y diagramas. 3. Describir la sustancia hipotética conocida como Gas Ideal y la ecuación de estado de gas ideal. 4. Entender la definición de Factor de Compresibilidad y su aplicación en la descripción de estados de gases reales. 5. Identificar algunas de las Ecuaciones de Estado más conocidas.</p>	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Tablas y Diagramas	1,5 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de propiedades termodinámicas del agua. • Diagramas H-T, T-S, H-S. • Tablas de propiedades termodinámicas para otros fluidos. • Construcción de diagramas termodinámicos de sistemas reales puros a partir de diagramas generalizados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar tablas de vapor y diagramas para determinar propiedades de distintos compuestos. 2. Describir diferentes procesos mediante su evolución en diagramas T-S, H-S. 	<p>"Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>"Termodinámica", 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Procesos de Flujos	1 semana
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Ecuación para procesos de flujo en estado de régimen. • Comparación con procesos de no-flujo. • Trabajo isotérmico y adiabático de flujo. • Expansión libre. Coeficiente de Joule-Thompson 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el principio de Conservación de Masa 2. Aplicar el Primer Principio de la Termodinámica y el Principio de Conservación de Masa a procesos de flujo 3. Relacionar la Entalpía con el concepto de trabajo o Energía de Flujo. 4. Resolver problemas de balance de energía en dispositivos operando en estado estacionario como toberas, difusores, válvulas de estrangulamiento, cámaras de mezclado, etc. 5. Entender el proceso de expansión libre y la utilidad del Coeficiente de Joule-Thompson. 	<p>"Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>"Termodinámica", 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
7	Expansión y compresión de fluidos	1 semana
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Compresor recíproco. • Eficiencia isoentrópica de compresión y eficiencia volumétrica. • Compresión en más de una etapa. • Trasvasijamientos. 	1. Describir la operación de un compresor recíproco. 2. Identificar los principales parámetros en la operación de un compresor. 3. Aplicar el balance de energía y describir procesos de carga y trasvasijamiento de gases.	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>
Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
8	Balances de calor y masa	1 semana
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Termoquímica. • Temperatura de llama. • Balances de calor y masa 	1. Manejar los conceptos de combustible y combustión. 2. Aplicar el principio de conservación de masa a sistemas de reacciones. 3. Describir parámetros como razón aire-combustible, cantidad de aire estequiométrico, aire en exceso. 4. Calcular entalpías de reacción, entalpías de combustión y el poder calorífico de un combustible. 5. Aplicar balances de energía para determinar la temperatura de llama adiabática de una mezcla de reactantes y la presión de explosión.	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
9	Ciclos de potencia	2,5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de Carnot • Ciclo de Rankine, con sobrecalentamiento, recalentamiento y regenerativo con vapor de agua. • Fluido ideal. Sistema de dos fluidos. Principio de la central termonuclear. • Máquinas de combustión interna. • Ciclos standard de Carnot, de Otto, de Diesel, Dual. • Máquinas Stirling, Celdas de Combustible • Determinación de eficiencias y comparación. • Turbina a gas. Ciclo de Joule y de Brayton. • Ciclos Térmicos Combinados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el uso de ciclos térmicos para la generación de trabajo y potencia. 2. Comprender las diferencias de los ciclos Rankine y Carnot. 3. Identificar formas de modificar el ciclo Rankine básico para aumentar su eficiencia térmica. 4. Comprender la operación de ciclos de potencia basados en generación interna de calor. 5. Identificar los ciclos de Otto, Diesel, Stirling y Brayton. 6. Entender el concepto de Regeneración y su uso en Ciclos de Potencia. 7. Describir la operación de Ciclos Binarios y Ciclos Combinados. 8. Describir el funcionamiento de otras máquinas, ciclos o procesos de transformación de energía: Celdas de Combustible. 	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p> <p>“Chemical and Engineering Thermodynamics”, 2nd Ed S.I. Sandler John Wiley & Sons, 1989</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
10	Producción de frío y Acondicionamiento de Aire	1,5 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Ciclos de refrigeración. • Máquina ideal de aire. • Ciclo de compresión de vapor o de dos fases. • Diagrama log P vs H. • Bomba de calor. Licuefacción de gases permanentes • Diagrama Psicrométrico. • Acondicionamiento de aire. Secado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender los conceptos de refrigerador y bomba de calor. 2. Describir el ciclo de refrigeración ideal y real de compresión de vapor. 3. Distinguir los factores relevantes en la selección del refrigerante. 4. Conocer el concepto de refrigeración por absorción. 5. Diferenciar entre aire seco y aire atmosférico. 6. Distinguir entre temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo. 7. Comprender y calcular la humedad absoluta y relativa de una mezcla aire-vapor de agua. 8. Utilizar el diagrama Psicrométrico para determinar propiedades de mezclas aire-vapor de agua. 9. Aplicar los 	<p>“Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>“Termodinámica”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p>

	principios de conservación de masa y energía a procesos de acondicionamiento de aire y secado.	"Chemical and Engineering Thermodynamics" , 2 nd Ed S.I. Sandler John Wiley & Sons, 1989
--	--	---

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
11	Termodinámica del Equilibrio	2 semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • Funciones de Gibbs y Helmholtz. Criterios de equilibrio. • Equilibrio de fases de una sustancia pura. • Fugacidad de una sustancia pura. Efecto de la presión y la temperatura sobre la fugacidad. • Propiedades de las soluciones • Propiedades molares parciales. Potencial químico. • Ecuación de Gibbs-Duhem. • Fugacidades de gases en solución. • Equilibrios físicos líquido-vapor de sistemas binarios • Ley de Raoult. Curvas de equilibrio para soluciones ideales. • Desviaciones a presiones moderadas: solución gaseosa ideal, solución líquida no-ideal. • Coeficientes de actividad. • Ecuaciones de Van Laar, Margules, Wilson, curvas de equilibrio. • Equilibrios químicos. Constante de equilibrio en función de actividades. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir las funciones de Gibbs y Helmholtz. 2. Desarrollar un criterio general de equilibrio químico basado en los valores de la función de Gibbs para un sistema. 3. Comprender el concepto de fugacidad. 4. Identificar propiedades termodinámicas de soluciones. 5. Describir el equilibrio de fases en sistemas binarios en términos de la función de Gibbs específica para cada sustancia pura. 6. Comprender el concepto de actividad. 7. Ser capaz de estimar constantes de equilibrio en función de actividades. 	<p>"Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", 7^a Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007</p> <p>"Termodinámica", 5^a Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006</p> <p>"Chemical and Engineering Thermodynamics", 2nd Ed S.I. Sandler John Wiley & Sons, 1989</p>

Bibliografía General

“**Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química**”, 7ª Ed. J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2007

“**Termodinámica**”, 5ª Ed. Y.A. Çengel, M.A. Boles McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2006

“**Chemical and Engineering Thermodynamics**”, 2nd Ed S.I. Sandler John Wiley & Sons, 1989

- “**The Properties of Gases and Liquids**”, 3rd Ed. R.C. Reid, J.M. Prausnitz, T.K. Sherwood McGraw-Hill Book Companies, 1977

Vigencia desde:	23-11-2009
Elaborado por:	Francisco Gracia
Revisado por:	Jefe Docente DIQBT