



INGENIERÍA QUÍMICA PROGRAMA DE ASIGNATURA

ACTIVIDAD CURRICULAR Termodinámica

Código 95-1125 **Año Académico** 2017

Área: Química

Bloque: Tecnologías Básicas

Nivel: 3° **Tipo:** Obligatoria

Modalidad: Cuatrimestral

Carga Horaria total: Horas Reloj: 96 h. Cátedra: 128

Carga horaria semanal: Horas Reloj: 6 h. Cátedra: 8

FUNDAMENTACIÓN

La palabra termodinámica proviene de dos vocablos griegos thermos (calor) y dynamis (potencia), describe los primeros esfuerzos por convertir calor en potencia.

Hoy el mismo concepto abarca todos los aspectos de la energía y sus transformaciones y las relaciones entre las propiedades físicas de las sustancias afectadas por dichas transformaciones.

Las propiedades termodinámicas y las relaciones de energía pueden estudiarse mediante el análisis del comportamiento a escala macroscópica de una sustancia, o bien mediante el promedio estadístico del comportamiento de las partículas individuales que componen la sustancia.

El enfoque macroscópico recibe el nombre de termodinámica clásica y proporciona una manera fácil y directa para resolver problemas de ingeniería, por lo que éste es el enfoque de este curso.

El enfoque microscópico recibe el nombre de termodinámica estadística y sólo se usará como un apoyo para la comprensión de algunos temas.

Las dos leyes fundamentales de la termodinámica, la Primera y Segunda Ley, tienen que ver de manera directa o indirecta con la energía. La Primera Ley es un enunciado de la conservación de la energía, o sea trata de la cantidad de energía.

La Segunda Ley trata de la calidad de energía y los procesos reales tienden a la disminución de la calidad de energía.

La termodinámica técnica incluye el estudio de áreas tan diversas como el diseño de motores, bombas de calor, plantas generadoras de energía, turbinas de gas, equipos de aire acondicionado, refinerías de productos químicos, sistemas de calefacción por medio de energía solar, producción comercial de energía a partir de fuentes geotérmica, plantas de energía biomásica y nuclear, etc.

La Termodinámica junto con Físico Química y Fenómenos de Transporte constituyen las bases fundamentales de la carrera Ingeniería Química.

OBJETIVOS

- Comprender y aplicar conceptos, principios, relaciones y base experimental de la teoría termodinámica para la evaluación de energía y el sentido de evolución natural, de los fenómenos y procesos en el campo de la Ingeniería Química.



- Comprender la fundamentación y aplicaciones rigurosas del Primero y Segundo Principio de la Termodinámica, tanto para sistemas abiertos como para sistemas cerrados de interés en el campo de la Ingeniería Química.
- Identificar y relacionar las vinculaciones verticales de la asignatura con Integración I y II y las horizontales con la asignatura Integración III.

CONTENIDOS

a) Contenidos mínimos

- Formas de energía y trabajo.
- Principios.
- Entropía y exergía.
- Procesos reversibles e irreversibles.
- Balances.
- Gases y sustancias puras, ecuaciones de estado.
- Equilibrio de fases.
- Cálculo de propiedades.
- Conversión de energía.
- Análisis termodinámico.

b) Contenidos analíticos

Unidad Temática 1: CONCEPTOS BÁSICOS

Energías moleculares. Energías macroscópicas de un sistema físico. Sistemas cerrados y abiertos. Equilibrio y cambio. Procesos cíclicos y no cíclicos. Postulado de Estado. Funciones Termodinámicas. La importancia de los principios de la termodinámica en el campo de la Ingeniería Química.

Unidad Temática 2: PROPIEDADES PVT DE LAS SUSTANCIAS PURAS

Superficie PVT. Regla de las fases. Diagrama de Punto triple. Diagrama de campana de fases. Punto crítico: P_c , T_c , V_c , Z_c . La ecuación de estado: sólidos, líquidos y gases. Ec. cubicas de Estado para gases: gas ideal, Van der Waals (VDW); Redlich-Kwong (RK); Peng-Robinson (PR). Factor de compresibilidad Z . Método generalizado: Houghen y Watson, Pitzer. Factor acéntrico y propiedades reducidas. Aplicaciones en Ingeniería Química.

Unidad Temática 3: 1er y 2do PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA: SISTEMAS CERRADOS

La energía interna U . Calor. Trabajo. Fuentes térmicas y medio ambiente. Formulación de la primera Ley para sistemas cerrados. Procesos reversibles e irreversibles. Trabajo de expansión. Trabajo útil. Entalpía. Calores específicos a presión o volumen constante. Proceso adiabático reversible e irreversible. Caso especial de gas ideal. Evoluciones Politrópicas. Calor y fricción en sistemas mecánicos y fluidos. Tablas de vapor de sustancias puras. Caso especial del agua. Aplicaciones en Ingeniería Química. La Entropía. Enfoques de Clausius, Kelvin-Planck y Caratheodory. Ciclo de Carnot. Desigualdad de Clausius. Generación de Entropía y aumento de Entropía en el Universo. Los procesos reversibles, irreversibles y la generación de Entropía. La Exergía: su concepto. Destrucción de Exergía en procesos naturales. Estado "muerto". Fuentes de generación de Entropía en sistemas de Ingeniería Química. Nociones sobre teoría molecular de la Entropía.

Unidad Temática 4: 1er y 2do PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA: SISTEMAS ABIERTOS

Volumen de control. Balance de masa. Balance de energía en sistemas abiertos. Sistemas abiertos en estado estacionario y no estacionario. Aplicaciones a la Ingeniería: bomba, compresor, turbina, Difusor, tobera. intercambiador de calor. Cálculo del trabajo de eje. Eficiencia Isoentrópica. Caso especial de equipos con gases ideales y líquidos. Aplicaciones en Ingeniería



Química. Balances de Entropía y Exergía en sistemas abiertos. Aplicaciones a la Ingeniería: bomba, compresor, turbina, difusor, tobera, intercambiador de calor. Interacción de los balances de masa, Energía y Entropía para el volumen de control. Aproximaciones para procesos irreversibles. Deducción Termodinámica de la Ecuación de Bernoulli. Nociones sobre Termodinámica económica. Optimización de la generación de Entropía. Eficiencia Termodinámica.

Unidad Temática 5: CICLOS TERMODINÁMICOS: APLICACIONES INGENIERILES

Obtención de trabajo a partir del calor. Ciclo de Potencia. Ciclo de Carnot, Otto y Diesel, con gases ideales. Ciclo Rankine: ideal y real simple. Ciclo Rankine de recalentamiento y regenerativo. Balances de Energía, Entropía y Exergía en ciclos de potencia. Nociones sobre ciclos de refrigeración. La Central hidroeléctrica y la Exergía.

Unidad Temática 6: CONSECUENCIAS MATEMÁTICAS DEL 1er Y 2do PRINCIPIO

Condiciones de Equilibrio Termodinámico. Los potenciales termodinámicos G y H. Las funciones de Gibbs y Helmholtz. Condiciones para equilibrio termodinámico. Diferenciales naturales. Ecuaciones de Maxwell. Caso especial del equilibrio de fases para una sustancia pura. Estudio Termodinámico del diagrama pto. triple. Equilibrio L/V (Ec. Clausius Clapeyron). Equilibrio S/L. Equilibrio S/V. Diferenciales naturales. Ecuaciones de Maxwell. Ecuaciones para calculo de variaciones de U y S a V y T cte.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	46	61
Formación Práctica	50	67
Formación experimental	10	14
Resolución de problemas	40	53
Proyectos y diseño	0	0
Práctica supervisada	0	0

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

En la primera clase se introduce a los alumnos en la materia, poniendo énfasis en que es la base de las materias de especialidad que a ellos más los entusiasma conocer.

Además, se les da a conocer los contenidos de la asignatura, la forma de trabajo utilizada a lo largo del curso y la metodología de evaluación. Se les explican los fundamentos de estas decisiones y se los pone a su consideración, quedando así establecido el contrato pedagógico.

Durante las primeras clases se realizará un diagnóstico consistente en determinar si existen los conceptos previos necesarios para la incorporación de los nuevos contenidos que aporta la asignatura.

La metodología aplicada al desarrollo de las clases genera paralelismos entre los ejemplos que se plantean en clase y las experiencias cotidianas de los estudiantes, de manera que los puedan relacionar con lo que ya conocen. O sea establecer los puentes cognitivos necesarios para lograr que los nuevos conceptos sean incorporados a la estructura cognitiva en forma significativa.

Se trata de no hacer una separación abrupta entre la teoría y la práctica, sino todo lo



contrario, integrar teoría con práctica.

El programa analítico se presenta siguiendo un orden lógico. Primero se repasan varios conceptos y se definen algunos nuevos con el objeto de establecer una estructura cognitiva básica necesaria para anclar los principios termodinámicos.

Cada Unidad Temática cuenta con una Serie de Problemas, la que está armada siguiendo un orden de complejidad creciente, esto es, se comienza con el caso más sencillo y poco a poco se van añadiendo complejidades. De esta manera, los principios básicos son aplicados repetitivamente a diferentes sistemas que van incrementando su complejidad.

La resolución de estas Series de Problemas se realiza mayoritariamente en clase. Los alumnos se dividen libremente en grupos de 3 o 4 personas para encarar la solución de los problemas de las guías. Los docentes estamos atentos a la evolución de los distintos grupos y los orientamos cuando se les plantean dificultades. De esta forma evaluamos a los alumnos de manera continua.

Antes de finalizar la clase un representante de cada grupo explica al curso el problema por ellos resuelto. Se hace hincapié en un enfoque consistente y sistemático que se emplea en la resolución de los problemas; el planteo, el dibujo del sistema o diagrama del proceso, el uso apropiado de unidades, etc.

Prácticas de Laboratorio/Planta Piloto

- Estudio termodinámico de un Ciclo Rankine

Prácticas de Laboratorio de Simulación de Procesos Químicos

- Resolución de Ecuaciones cúbicas de estado
- Ciclo de potencia con vapor aplicando Hysys/Unisim
- Ciclo de Refrigeración aplicando Hysys/Unisim

b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Se estimulará el uso de PC (a través de la asistencia al Laboratorio de Simulación de Procesos Químicos y fuera del horario de clase) con los siguientes objetivos:

- Para realizar cálculos utilizando Ecuaciones de Estado
- Para realizar la práctica de simulación en Ingeniería cambiando parámetros.
- Uso de información de Internet.

EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

Evaluaciones Parciales

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de dos exámenes parciales teórico- prácticos. Los parciales no aprobados son recuperados según lo establecido en el Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional.

Las evaluaciones parciales se aprueban con la calificación 6(seis).

La primera evaluación parcial abarca los temas correspondientes a las tres primeras unidades temáticas. La segunda evaluación parcial tiene carácter integrador, abarca los temas correspondientes a las tres últimas unidades temáticas y una serie de cuestiones que pretenden integrar los principales conceptos desarrollados a lo largo de la asignatura.

Firma de Trabajos Prácticos

La firma de los trabajos prácticos supone la aprobación de los informes de laboratorio y práctico de simulación.



Promoción Directa

Los criterios para la Promoción Directa están establecidos en la Ordenanza de Consejo Superior 1549 y la Resolución de Consejo Directivo 276/17 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Buenos Aires.

En este contexto, la asignatura Termodinámica fija el Criterio 3 A (dos instancias de evaluación con nivel de exigencia creciente): La suma de las calificaciones para promocionar debe ser 15 puntos o más, siempre y cuando la primera instancia de evaluación esté aprobada y la calificación de la segunda instancia de evaluación sea de 8 puntos o más.

Se puede alcanzar la promoción recuperando sólo un parcial en su primera instancia.

Si el alumno no alcanza el puntaje necesario para promocionar, pero aprueba las evaluaciones firma la asignatura.

Tanto para promocionar como para firmar la asignatura se deben cumplir con las siguientes condiciones académicas: Porcentaje de asistencia establecido en el Reglamento de Estudios, aprobación y entrega en tiempo y forma de los informes correspondientes a los Trabajos Prácticos de laboratorio.

Evaluación Final

La evaluación final, requisito para la aprobación de la asignatura (cuando el estudiante no ha alcanzado la aprobación directa), está dirigida al análisis conceptual de los contenidos y a su interrelación. Se prioriza la integración de los temas. Generalmente, consta de una parte escrita en la cual el alumno desarrolla los conceptos de un determinado tema, seguida de una parte oral en la cual se hace hincapié en la integración de los diferentes temas de la asignatura.

La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza aprendizaje está garantizado por las Resoluciones N° 2352/03 y 1862/02 del Consejo Directivo de la FRBA

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

En lo que respecta a la integración horizontal y vertical, se hace a través de las asignaturas del Tronco Integrador. Por ejemplo, la integración horizontal se hace con Integración III que utiliza y aplica conceptos de Termodinámica para la resolución de Balances de energía en Procesos Industriales.

La integración vertical se hace con asignaturas del nivel inferior y superior. Por ejemplo, en Integración II se los introduce en el Primer Principio de la Termodinámica y usaremos esos conceptos como inclusores de los contenidos de nuestra materia.

Con las asignaturas de nivel superior se generan relaciones de significación de necesidad, ya que se pone de manifiesto las limitaciones de los conocimientos alcanzados hasta el momento para comprender en profundidad un problema, planteando la necesidad del estudio de otras disciplinas para superar tal desnivel.

Dado que esta materia es dictada a posteriori de Integración I y II, pero en forma paralela a Integración III, deberán resaltarse la relación vertical y horizontal entre las materias mencionadas.

Siendo Termodinámica correlativa de Físicoquímica su objetivo será establecer además la fundamentación del Primero y Segundo Principio de la Termodinámica, necesarios para el enfoque de Sistemas Multicomponentes que no serán tratados en este curso. Será de interés vincular los conceptos macroscópicos de Primero y Segundo Principio con conceptos de comportamiento molecular para una mejor comprensión de los temas mencionados.



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

El equipo docente participa de reuniones intercátedras convocadas por Departamento, a fin de generar acuerdos temáticos y de metodologías que faciliten la articulación horizontal y vertical entre las distintas asignaturas

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en horas cátedra
1	9
2	13
3	31
4	18
5	39
6	18

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- Çengel, J.- Boles, M. (2009), Termodinámica, McGraw- Hill.
- Wark, (2001), Termodinámica, Mc Graw Hill.
- Huang, (1997), Ingeniería Termodinámica, CECSA
- Smith, J. - Abbott, M. - Van Ness, H., (2007), Introducción a la Termodinámica para Ingenieros Químicos, Mc Graw Hill.
- Van Wylen, Sonntag y Borgnakke, (2003), Fundamentos de Termodinámica, Limusa Wiley
- Reynolds y Perkins (1980), Ingeniería Termodinámica, McGraw-Hill.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Rostein y Fornari, (1984), Termodinámica para Procesos Industriales, EDIGEM.
- Rolle (2006), Termodinámica, Pearson
- Çengel, J.- Boles, M. (2003), Termodinámica, McGraw- Hill.
- Moran, M. - Shapiro, H. (2004). Fundamentos de la Termodinámica Técnica. Reverté
- Moran, M. - Shapiro, H. (1999). Fundamentos de la Termodinámica Técnica Vol. I y II. Reverté
- Smith, J. - Abbott, M. - Van Ness, H., (1997), Introducción a la Termodinámica para Ingenieros Químicos, Mc Graw Hill.
- Van Wylen, Sonntag y Borgnakke, (1994), Fundamentals of Classical Thermodynamics, John Wiley & Sons, Inc.