



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORIA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

FUNDAMENTACIÓN

La experiencia educativa de Termodinámica del equilibrio dentro del plan curricular de la carrera de Ingeniería Química es fundamental ya que provee de los recursos académicos al alumno en su práctica profesional.

Termodinámica del equilibrio está dirigida, principalmente, a la aplicación de las leyes de la termodinámica clásica para la evaluación de propiedades fisicoquímicas de sustancias puras y de sistemas multicomponentes a fin de determinar la conversión de calor-trabajo y trabajo-calor en equipos industriales básicos. Así como también, los relacionados con el equilibrio de fases y químico en sistemas multicomponentes.

En general, la Termodinámica juega un papel supervisorio e intangible en la Ingeniería Química ya que sus aplicaciones son obvias en el área de diseño de equipos industriales que en la práctica alcanzan el equilibrio en casi un 100% y en los procesos que son gobernados por los cambios en función del tiempo, ésta establece los límites de diseño.

PROPÓSITO

El propósito de esta asignatura es proporcionar al estudiante de Ingeniería Química, los conceptos básicos de las transformaciones energéticas que le permitirán comprender los conocimientos en las experiencias consecuentes que integran las diversas áreas de la Ingeniería, así como también le permitirá al alumno la resolución de problemas que se le presenten durante su formación en la disciplina en el área de equilibrio de fases y equilibrio químico.

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso, el estudiante deberán estar en capacidad de:

- Manejar los principios termodinámicos para el cálculo de las propiedades para sistemas homogéneos y su aplicación en procesos industriales ideales.
- Extender el uso de los principios termodinámicos desarrollados para sustancias puras a las soluciones de composición fija, así como también para composiciones variables.
- Utilizar, adecuadamente, las herramientas termodinámicas para el estudio de la separación de fases, tanto de sustancias puras como de sistemas multicomponentes, sin reacción química.
- Emplear las ecuaciones termodinámicas aplicables a un sistema en equilibrio químico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tema 1. Evaluación de propiedades para cualquier fluido puro.

- 1.1 Deducir las correlaciones termodinámicas para resolver problemas de evaluación de propiedades termodinámicas en sistemas simples.
- 1.2 Aplicar las herramientas matemáticas que permiten calcular los cambios en propiedades expresados en variables físicamente inmedibles en términos de otras medibles (PVT).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 1/6
--	---	-------------------------------------	----------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORIA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

- 1.3 Seleccionar y aplicar las ecuaciones de estado o correlaciones específicas apropiadas para la solución de un problema termodinámico dado.
- 1.4 Familiarizarse con el método de evaluación de propiedades de un sistema real a partir de las propiedades que tendrían si el mismo se comportara como sistema ideal. Uso de las cartas generalizadas.

Tema 2. Evaluación de propiedades de sistemas multicomponentes homogéneos.

- 2.1 Aplicar las herramientas termodinámicas para resolver problemas de soluciones ideales.
- 2.2 Aplicar las herramientas de cálculo para extender las herramientas de evaluación de propiedades de sistemas simples a sistemas multicomponentes. Así como definir las propiedades termodinámicas propias de este tipo de sistema.
- 2.3 Entender cómo los principios termodinámicos pueden ser aplicados a soluciones de composición fija y variable a fin de calcular sus propiedades termodinámicas.
- 2.4 Familiarizarse con el estudio de soluciones no ideales y calcular los parámetros que permiten caracterizar dichos sistemas.
- 2.5 Analizar la respuesta del sistema al proceso de mezclado.

Tema 3. Equilibrio de fases.

- 3.1 Deducir los criterios de equilibrio de fases para sistemas simples y su extensión a sistemas multicomponentes.
- 3.2 Aplicar las herramientas termodinámicas para resolver problemas de sistemas en equilibrio de fases a bajas presiones.
- 3.3 Aprender los procedimientos de cálculo para punto de burbuja, rocío y evaporación instantánea.
- 3.4 Aplicar las técnicas básicas para el tratamiento de sistemas no ideales en equilibrio líquido vapor.

Tema 4. Equilibrio químico.

- 4.1 Deducir y aplicar criterios de equilibrio en sistemas con reacciones químicas.
- 4.2 Aplicar las herramientas termodinámicas para resolver problemas de sistemas en equilibrio químico.
- 4.3 Determinar la constante de equilibrio para una reacción dada a cualquier temperatura y presión.
- 4.4 Calcular la coordenada de reacción y la composición de equilibrio para reacciones simples y múltiples (reactor isotérmico o adiabático).

CONTENIDO PROGRAMÁTICO SINÓPTICO

Evaluación de propiedades para cualquier fluido puro. Evaluación de propiedades de sistemas multicomponentes homogéneos. Equilibrio fásico. Equilibrio químico.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 2/6
--	---	-------------------------------------	----------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORIA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DETALLADO

Tema No. 1. Evaluación de propiedades para cualquier fluido puro.

Relaciones entre propiedades termodinámicas para fluidos homogéneos. Relaciones de Maxwell. Relación C_p y C_v , Coeficiente de Joule-Thomson. Evaluación de propiedades para gases ideales. Principio de estado correspondiente de tres parámetros. Uso de tablas generalizadas para evaluación de propiedades termodinámicas: tablas de Pitzer y Lee-Kesler. Ecuación de estado de El Virial. Ecuaciones de estado cúbicas: Raíces de las ecuaciones cúbicas, significado físico y limitaciones. Propiedades residuales. Métodos para evaluar las propiedades residuales. Fugacidad y coeficiente de fugacidad. Estimación de fugacidad para gases empleando ecuaciones de estado y el principio de los estados correspondientes.

Tema No. 2. Evaluación de propiedades de sistemas multicomponentes homogéneos.

Ecuación generalizada de Gibbs-Duhem. Propiedades molares parciales: definición y cálculo. Definición de potencial químico. Evaluación de propiedades termodinámicas para un sistema multicomponente gaseoso. Regla de mezclado para ecuaciones de estado. Definición de solución líquida ideal. Ley de Henry y Ley de Lewis-Randall. Características de mezclado en soluciones ideales. Propiedad cambio de mezclado. Predicción de calores de mezclado: Diagrama entalpía-concentración. Mezclador adiabático. Definición de actividad y coeficiente de actividad. Escogencia de estados de referencia y su dependencia con la presión, temperatura y composición. Prueba de consistencia termodinámica. Propiedades de exceso. Cálculo de coeficiente de actividad a partir de modelos de energía libre de Gibbs de exceso.

Tema No. 3. Equilibrio fásico.

Criterio de equilibrio de fases. Regla de las fases de Gibbs. Equilibrio fásico para fluido puro: Ecuación de Clausius-Clayperon, Ecuación de Antoine, Estimación de fugacidad para líquidos. Equilibrio fásico para sistemas multicomponentes: Diagramas binarios de fases: $P-x,y$; $T-x,y$; $y-x$, Constante de reparto (K). Equilibrio líquido-vapor (ELV). Soluciones ideales: Ley de Raoult. Punto de burbuja y rocío. Soluciones no ideales: Ley de Raoult modificada. Método $\gamma-\phi$ para equilibrio de fases. Comportamiento azeotrópico. Vaporización instantánea. Volatilidad relativa. Razón de vaporización. Flash isotérmico y adiabático.

Tema No. 4. Equilibrio químico.

Coordenada de reacción. Criterios de equilibrio de un sistema reactante. Cambio de energía libre de Gibbs estándar. Constante de Equilibrio (K): definición y cálculo. Efecto de la temperatura (Ecuación de van't Hoff) y presión sobre la constante de equilibrio. Relación de la constante de equilibrio con la composición (reacción en fase gaseosa, líquida y sistema con equilibrio de fases y químico). Conversión de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos. Equilibrio en sistemas de reacciones simultáneas. Entalpía de reacción y formación. Balance de energía en sistemas reactivos. Reactores adiabáticos. Temperatura de flama adiabática.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 3/6
--	---	-------------------------------------	----------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORIA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

TEMA	HORAS TEÓRICAS Y PRÁCTICAS
1	22
2	28
3	22
4	16
Evaluaciones	8
Total	96

ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES

A modo de recordatorio y ubicación en el contexto del curso, al inicio de la clase el profesor hace un breve recuento de lo tratado en la clase anterior.

Se estimula el estudio y la lectura del texto de la temática de la asignatura mediante preguntas del profesor al estudiante, efectuadas después del recuento inicial y otras intercaladas en la clase. Durante la clase se hace uso principalmente de la técnica de analogías para vincular los conceptos nuevos con los ya aprendidos.

Al culminar la clase, se realiza un resumen de los conceptos nuevos claves y su aplicación, así como también una breve introducción de los conceptos que serán estudiados en la próxima sesión de clases.

MEDIOS INSTRUCCIONALES O RECURSOS

Para permitir la comunicación efectiva entre el estudiante y el proceso educativo, se utilizan como recursos didácticos la proyección de transparencias, la pizarra, proyector de presentaciones y videos (Video Beam), material impreso, presentaciones en Power Point®, computadora, entre otros.

Para alcanzar los objetivos planteados se emplean el texto y la bibliografía citados en el programa de la asignatura, todos disponibles en la Biblioteca de la EIQ.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 4/6
--	---	--	-------------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORIA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

PLAN DE EVALUACIÓN

Semanas	Temas	Objetivos	Estrategia de evaluación			Tipo de Evaluac.	%
			Técnicas	Instrumentos	Actividades		
1	1	1.1, 1.2	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
3	1	1.3, 1.4	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
1-3	1	1.1, 1.2, 1.3, 1.4	Formal	Prueba corta	Aplicación de la Prueba	Diagnóstica	2,5%
4	1	1.1, 1.2, 1.3, 1.4	Formal	Prueba objetiva	Aplicación de la Prueba	Sumativa	20%
7	2	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
7-10	2	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	Formal	Prueba Corta	Aplicación de la prueba	Diagnóstica	2,5
10	3	3.1, 3.2, 3.3, 3.4	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
10-12	3	3.1, 3.2, 3.3, 3.4	Formal	Prueba corta	Aplicación de la Prueba	Diagnóstica	2,5%
12	2, 3	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	Formal	Prueba objetiva	Aplicación de la Prueba	Sumativa	25%
13	4	4.1, 4.2	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
14	4	4.3, 4.4	Semiformal	Tareas	Ejercicios prácticos	Formativa	2,5%
13-15	4	4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Formal	Prueba corta	Aplicación de la Prueba	Diagnóstica	2,5%
16	4	4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Formal	Prueba objetiva	Aplicación de la Prueba	Sumativa	30%

Nota: Las pruebas cortas se realizarán sin previo aviso al inicio de la clase y se evaluará el(los) tópico(s) que será(n) tratado(s) en la clase correspondiente al día de su aplicación. Las mismas cumplirán dos funciones: (1) Fomentar el estudio detallado de las clases. (2) Incentivo para llegar puntual a las sesiones de clases.

REQUISITOS

Para aprobar la materia:

- Asistencia al 75% de las clases.
- Tener un promedio aritmético de diez (10) puntos entre los exámenes parciales para que le sean tomadas en cuenta las notas prácticas (tareas).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 5/6
--	---	-------------------------------------	----------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO. DE TERMODINÁMICA Y FENÓMENOS DE
TRANSPORTE



ASIGNATURA: TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO				TIPO DE ASIGNATURA: OBLIGATORIA			
CODIGO: 5311	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 5310, 5411			
HORAS/SEMANA: 6	TEORÍA: 4	PRACTICA: 2	LABORATORIO:	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 6	SEMESTRE: 5to

Formales: Termodinámica para Ingenieros Químicos (5310). Métodos Numéricos para Ingenieros Químicos (5411).

Académicos: Antes de iniciar el curso el estudiante debe estar en capacidad de:

- Plantear y resolver balances de masa y energía en equipos industriales básicos empleando sustancias puras.
- Realizar el manejo adecuados de las propiedades matemáticas para ecuaciones en derivadas parciales, diferenciales exactas e inecuaciones.
- Comprender y resolver derivadas de forma numérica y gráfica.
- Resolver integrales numéricamente.

BIBLIOGRAFÍA

Texto básico

- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbot, M. M. (2007). *Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*. Séptima ed. Mc Graw Hill.

Texto consultas

- Elliot, J. R., Lira C. T. (1999). *Introductory Chemical Engineering Thermodynamics*, Prentice Hall International Series
- Sandler, S.I. (1999). *Chemical and Engineering Thermodynamics*. 3rd ed. John Wiley and Sons.
- Balzhiser, R.E., Samuels, M. R., Eliassen J. D. (1972). *Termodinámica Química para Ingenieros*. Prentice Hall International Series.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 28/03/2015	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD: 22/11/1994	VIGENCIA DESDE: 03/2015 HASTA: 2015	HOJA 6/6
--	---	-------------------------------------	----------

Una vez impreso este documento se considera una copia no controlada. Documento solo válido con el sello húmedo y firma de las autoridades de la Facultad de Ingeniería – UCV