



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2014/15

42615 - TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO

CENTRO: 105 - *Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles*

TITULACIÓN: 4026 - *Grado en Ingeniería Química*

ASIGNATURA: 42615 - *TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO*

CÓDIGO UNESCO: 2213 **TIPO:** *Obligatoria* **CURSO:** 2 **SEMESTRE:** 2º *semestre*

CRÉDITOS ECTS: 4,5 **Especificar créditos de cada lengua:** **ESPAÑOL:** 4,5 **INGLÉS:**

SUMMARY

REQUISITOS PREVIOS

- 1.- Física I.
- 2.- Química.
- 3.- Cálculo I y II.
- 4.- Informática y programación

Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

Contribución de la asignatura al perfil profesional:

La mayoría de los procesos de la Industria Química se diseñan para operar en condiciones cercanas al equilibrio, incluso cuando no sea así en los casos reales. Por ello, es importante conocer con claridad (científica y técnicamente riguroso) lo que ocurre cuando se alcanzan los estados de equilibrio. Los procesos más importantes que se tratan en la ingeniería química son aquellos en los que se llevan a cabo operaciones como las de mezclado, conversión y separación con gases, líquidos y sólidos, etc. Por esta razón, la materia de Termodinámica del equilibrio estará dirigida a utilizar los conceptos termodinámicos para dirigirlos a ciertos aspectos prácticos de las condiciones de equilibrio de fases que surgen en multitud de procesos (especialmente aquellos relacionados con la separación). Por ello, estos son los objetivos que se plantean con la impartición de la asignatura, y su presencia en la carrera de Ingeniería Química es trascendental. Dicho de otra forma, no se concibe la formación de un ingeniero químico sin la base del contenido de esta materia.

Para llegar a plantear un proyecto docente de esta materia, hay que asumir la impartición en un periodo anterior de una Termodinámica donde se han analizado sus aspectos conceptuales y que por tanto el alumno no parte de cero. Por ello, a partir de este momento es importante dirigirla adecuadamente de acuerdo a su finalidad, es decir, formar ingenieros químicos. Con esta asunción inicial se considera que el alumno conoce los fundamentos de la Termodinámica del equilibrio, con las funciones que se establecen y algunas de sus aplicaciones. Con esta materia es importante trasladar dichos conocimientos a la ingeniería, a hechos concretos de la Industria Química o de otro tipo de procesos industriales.

La materia tiene que plantearse con una visión eminentemente práctica, llena de ejercicios de todo tipo y, sobre todo, prácticas de laboratorio. En este sentido, y con referencia a todo lo que atañe al equilibrio de fases, debe contarse con los medios necesarios y suficientes para abordar un

buen número de casos prácticos de laboratorio, donde el alumno pueda observar y participar activamente en la obtención y tratamiento de datos fisicoquímicos y su repercusión en el diseño de operaciones de separación, propias de la Ingeniería Química.

Por todo ello, la propuesta docente que se realice debe estar acorde con el planteamiento realizado anteriormente, enfocada desde un principio al campo o ámbito de la ingeniería química, dando a entender al alumno el área de trabajo que ha elegido para su futuro profesional.

Competencias que tiene asignadas:

Competencias específicas:

MFI3. Conocimientos aplicados del equilibrio químico y la estimación de propiedades

Competencias de la titulación:

T1. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

T2. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.

T4. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas.

T5. Capacidad de analizar, valorar y cuantificar el impacto social y medioambiental de las instalaciones proyectadas.

Competencias genéricas o transversales:

G2. Sostenibilidad y compromiso social.

Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

G3. Comunicación eficaz oral y escrita.

Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

G4. Trabajo en equipo.

Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

G5. Uso solvente de los recursos de información.

Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de la gestión.

Objetivos:

Los procesos más importantes que se tratan en la ingeniería química son aquellos en los que se llevan a cabo operaciones tales como las de separación (destilación, extracción, etc) mezclado, conversión y separación con gases, líquidos y sólidos, etc. Por esta razón, la materia de Termodinámica del equilibrio estará dirigida a utilizar los conceptos termodinámicos en ciertos aspectos prácticos de las condiciones de equilibrio de fases que surgen en multitud de procesos, y estos son los objetivos que se plantean con la asignatura.

Contenidos:

DESCRIPTORES:

Variables y propiedades termodinámicas/Estado y equilibrio: ecuaciones de estado/Equilibrio de fases/Termodinámica de las reacciones químicas

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE TERMODINAMICA DEL EQUILIBRIO

CAPITULO 1. (3 horas) INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Revisión de conceptos básicos
- 1.3.- Estados y funciones termodinámicas. Entalpía y energía de Gibbs
- 1.4.- El equilibrio termodinámico

CAPITULO 2. (4 horas) PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS DE FLUIDOS PUROS

- 2.1.- Comportamiento de las sustancias puras. Diagramas
- 2.1.- Propiedades críticas. Zonas de estado subcríticas y supercríticas.
- 2.2.- Principio de los estados correspondientes.
- 2.3.- La ecuación de virial.
- 2.4.- Otras ecuaciones: ecuaciones cúbicas.

CAPITULO 3. (3 horas) RELACIONES P-V-T DE FLUIDOS PUROS

- 3.1.- Estimación del volumen molar de líquidos y puntos de ebullición
- 3.2.- Estimación de las densidades de líquidos
- 3.3.- Capacidades térmicas de líquidos

CAPITULO 4. (3 horas) PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE FLUIDOS

- 4.1.- Condiciones de equilibrio.
- 4.2.- Relaciones de Maxwell
- 4.2.- Relaciones entre propiedades termodinámicas.

CAPITULO 5. (4 horas) SISTEMAS DE UN COMPONENTE

- 5.2.- Equilibrios físicos. Transiciones de fase de sustancias puras.
- 5.2.- Transiciones de primer orden. Ecuación de Clapeyron.
- 5.3.- Diagramas de fase de sustancias puras.
- 5.4.- Transiciones de fase de orden superior.
- 5.5.- Criterios de equilibrio. La regla de las fases
- 5.5.- Modelo matemático del equilibrio entre fases para un componente puro

CAPITULO 5. (3 horas) LA PRESIÓN DE VAPOR Y LA ENTALPIA DE VAPORIZACIÓN DE FLUIDOS PUROS

- 5.1.- Ecuación de Antoine. Métodos de estimación y correlación
- 5.2.- Entalpía de vaporización de fluidos puros. Variación con la temperatura
- 5.3.- Estimación de la entalpía de vaporización..
- 5.4.- Entalpía de fusión y sublimación. Estimación

CAPITULO 6. (4 horas) SISTEMAS MULTICOMPONENTES

- 6.1.-Propiedades molares parciales
- 6.2.- El potencial químico
- 6.3.- La fugacidad. Coeficiente de fugacidad
- 6.4.- Dependencia del potencial químico con la presión, temperatura y composición.
- 6.5.- Funciones de mezcla. Determinación de las propiedades molares parciales

CAPITULO 7. (4 horas) DISOLUCIONES IDEALES

- 7.1.- Disoluciones ideales. Ley de Raoult
- 7.2.- Propiedades termodinámicas en el proceso de mezcla
- 7.3.- Equilibrio líquido-vapor en disoluciones ideales
- 7.4.- Disolución diluida ideal. Ley de Henry

CAPITULO 8. (4 horas) DISOLUCIONES NO-IDEALES

- 8.1.- Actividad y coeficiente de actividad
- 8.2.- Cálculo de actividades de un componente. Variación con la temperatura y presión
- 8.3.- Funciones de mezcla y funciones de exceso. Correlaciones.
- 8.4.- Comportamiento de las propiedades de exceso de mezclas líquidas

CAPITULO 9. (4 horas) EQUILIBRIO DE FASES I

- 9.1.- El equilibrio de fases en las Operaciones Básicas de Ingeniería Química
- 9.2.- Equilibrio líquido-vapor. Diagramas de ELV
- 9.3.- Azeótropos. Diagramas
- 9.4.- Tratamiento y correlación de datos.
- 9.5.- Estimación de los coeficientes de actividad
- 9.6.- El ELV en la destilación la destilación simple.

CAPITULO 10. (4 horas) EQUILIBRIO DE FASES II

- 10.1.- Equilibrio líquido-líquido. Sistemas inmiscibles.
- 10.2.- Diagramas de ELL. Tratamiento y correlación de datos.
- 10.3.- El ELL en la extracción simple. Extracción en condiciones supercríticas
- 10.4.- Equilibrio sólido-líquido. Tratamiento de datos.
- 10.5.- Otros equilibrios: sólido-sólido y líquido-gas

CAPITULO 11. (4 horas) EL EQUILIBRIO QUÍMICO

- 11.1.- Sistemas reaccionantes.
- 11.2.- El equilibrio en las reacciones químicas
- 11.3.- La energía de Gibbs y la constante de equilibrio.
- 11.4.- Variación de la constante de equilibrio con la temperatura.
- 11.5.- Determinación de las constante de equilibrio de una reacción.

CAPITULO 12. (4 horas) ESTIMACIÓN DE PROPIEDAES

- 12.1.- Formulaciones empíricas para la densidad. Contribuciones de grupo
- 12.2.- Formulaciones para las propiedades críticas. Contribuciones de grupo
- 12.3.- Estimación de capacidades térmicas. Métodos de contribución de grupos.
- 12.4.- Estimación de viscosidad y conductividad térmica de sustancias puras y soluciones.

Metodología:

Las clases teóricas y prácticas serán participativas, motivando inicialmente al alumno mediante cuestiones relacionadas con el tema a explicar. Para ello se empleará un lenguaje inicial, asequible al alumno, lo que permitirá plantear, con la predisposición del alumno y con el rigor adecuado, los conceptos básicos que se proponen en los contenidos de dicha asignatura.

A lo largo de los diferentes actos presenciales del profesor, se evitará en lo posible la transmisión excesiva de conceptos en el tiempo de duración de una clase, se complementarán estos conceptos con ejemplos prácticos de la vida real que llevará posteriormente a sus aplicaciones en dispositivos técnicos.

Evaluación:

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación de la asignatura se realizarán en base a:

Criterios y fuente evaluación: CONVOCATORIA ORDINARIA

- a) Examen de problemas y cuestiones teóricas (96 %)
- b) Trabajos sobre los contenidos propios de la asignatura (trabajo optativo en grupo o individual con demostración presencial) sobre un aspecto concreto de aplicación (3,5 %)
- d) Colección de problemas (presentación optativa, 0,5%)

Criterios y fuente evaluación: CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- a) Examen de problemas y cuestiones teóricas (100 %)

Criterios y fuente evaluación: CONVOCATORIA ESPECIAL

- a) Examen de problemas y cuestiones teóricas (100 %)

Sistemas de evaluación

1. Evaluación de los conocimientos adquiridos.

Se procederá a realizar un examen escrito que constará de parte teórica y resolución de problemas.

En la evaluación final se tendrán en cuenta:

- 2.- a) Registros de asistencia a clase, al pasar lista el profesor o bien mediante hojas de firma de los estudiantes.
- b) Evaluación continua del trabajo que se plantee (individual o en grupo) en las acciones presenciales (optativo).
- 3. Tutorías y clases extraordinarias si las hubiese. Se evaluará la realización de cuestionarios, ejercicios y trabajos presenciales y no presenciales de forma continua.

Criterios de calificación

Para superar la asignatura es necesario conseguir una nota final igual o superior a 5.0 puntos, siempre y cuando se haya conseguido una nota mínima de al menos el 50 por ciento del máximo puntuable en cada una de las actividades evaluadas.

Se considerará la asistencia a clase y a participación en las actividades personales indicadas en la sección anterior, cuya calificación influirá positivamente en la calificación final, nunca negativamente.

Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)

Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)

- Resolución de ejercicios referentes a los conceptos teóricos desarrollados.
- Resolución de colecciones de problemas por parte del alumno.
- Realización de trabajos, tanto individuales como en grupo, sobre temas aplicados al desarrollo de su actividad profesional.
- Participación en actividades académicas de cursos extras indicados para la mejora de la materia.

Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencialidad)

Semana 1:

CAPITULO 1. (2 horas) INTRODUCCIÓN (teoría) + Problemas básicos (1 hora)

Semana 2:

CAPITULO 2. (2 horas) PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS DE FLUIDOS PUROS + problemas/presentación (1 hora)

Semana 3:

CAPITULO 3. (2 horas) RELACIONES P-V-T DE FLUIDOS PUROS REALES + problemas/presentación (1 hora)

Semana 4:

CAPITULO 4. (2 horas) PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE FLUIDOS (CONTINUACION) + problemas/presentación (1 hora)

Semana 5:

CAPITULO 5. (2 horas) LA TERMODINAMICA DE SISTEMAS DE UN COMPONENTE + problemas/presentación (1 hora)

Semana 6:

CAPITULO 6. (2 horas) LA PRESIÓN DE VAPOR Y LA ENTALPIA DE VAPORIZACIÓN DE FLUIDOS PUROS + problemas/presentación (1 hora)

Semana 7:

CAPITULO 6. (2 horas) CONTINUACION (PRESIONES DE VAPOR, FACTOR ACENTRICO Y OTRAS PROPIEDADES) + problemas/presentación (1 hora)

Semana 8:

CAPITULO 7. (2 horas) SISTEMAS MULTICOMPONENTES + problemas/presentación (1 hora)

Semana 9:

CAPITULO 8. (2 horas) DISOLUCIONES IDEALES + problemas/presentación (1 hora)

Semana 10:

CAPITULO 9. (2 horas) DISOLUCIONES NO-IDEALES + problemas/presentación (1 hora).

Semana 11:

CAPITULO 10. (2 horas) EQUILIBRIO DE FASES I + problemas/presentación (1 hora).

Semana 12:

CAPITULO 11. (2 horas) EQUILIBRIO DE FASES II + problemas/ presentación (1 hora)

Semana 13:

CAPITULO 11. (2 horas) CONTINUACIÓN (Correlaciones) + problemas/presentación (1 hora)

Semana 14:

CAPITULO 12. (2 horas) EL EQUILIBRIO QUÍMICO + problemas/presentación (1 hora)

Semana 15:

CAPITULO 13. (2 horas) ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES + problemas/presentación (1 hora)

Semana 16:

CAPITULO 13. (2 horas) CONTINUACIÓN + problemas(presentación) (1 hora)

Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.

- Presentaciones Power Point.
- Videos sobre aspectos termodinámicos del equilibrio y sus aplicaciones en Procesos Industriales.
- Bibliografía.
- Internet.

Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.

- Comprender los fundamentos del equilibrio entre fases y del equilibrio químico.
- Saber calcular los parámetros y variables que definen el equilibrio entre fases y el equilibrio químico.
- Capacidad para la identificación de los estados de equilibrio en los procesos químicos.

Plan Tutorial

Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

- Se atenderá a los alumnos en las horas de tutorías establecidas en el horario académico.

Atención presencial a grupos de trabajo

En la temporalización semanal se contempla la realización de tutorías en grupo (Seminarios) en los que aclararán todos aquellos conceptos y planteamientos prácticos que el alumno considere que no estén bien asimilados.

Se intentará impartir clases extraordinarias con temas de apoyo, utilización de programas, aspectos matemáticos, etc.

Atención telefónica

No se considera

Atención virtual (on-line)

- Únicamente se considerarán ciertas cuestiones, tanto individuales como en grupo, de carácter urgente. La asignatura requiere explicaciones presenciales en todos los casos. Siendo esta la dirección más adecuada para el aprendizaje del alumno.

Datos identificativos del profesorado que la imparte.

Datos identificativos del profesorado que la imparte

Dr./Dra. Juan Ortega Saavedra (COORDINADOR)

Departamento: 266 - INGENIERÍA DE PROCESOS

Ámbito: 555 - Ingeniería Química

Área: 555 - Ingeniería Química

Despacho: INGENIERÍA DE PROCESOS

Teléfono: 928457096 **Correo Electrónico:** juan.ortega@ulpgc.es

Dr./Dra. Luis Jesús Fernández Suárez (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

Departamento: 266 - INGENIERÍA DE PROCESOS

Ámbito: 555 - Ingeniería Química

Área: 555 - Ingeniería Química

Despacho: INGENIERÍA DE PROCESOS

Teléfono: **Correo Electrónico:** luis.fernandez@ulpgc.es

[1 Básico] Introducción a la termodinámica en ingeniería química /

J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbott ; traducción, Ana Elizabeth García Hernández ; revisión técnica, M.C. Néstor L. Díaz Ramírez, Missael Flores Rojas.
Mac Graw-Hill-Interamericana,, México [etc.] : (2003) - (6ª ed.)
9701036476

[2 Básico] Teoría y problemas de termodinámica /

M.M. Abbott, H.C. Van Ness.
McGraw-Hill,, México : (1975)
9684511280

[3 Básico] Tablas y diagramas termodinámicos /

por Juan Ortega Saavedra.
S.n., s.l : (1985)

[4 Recomendado] Propiedades de los gases y líquidos: su estimación y correlación

/

Robert C. Reid, Thomas K. Sherwood.
UTHEA,, México [etc] : (1968)