



1. Identificación

1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2016/2017
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA
Nombre de la Asignatura	TERMODINÁMICA APLICADA
Código	3178
Curso	SEGUNDO
Carácter	OBLIGATORIA
N.º Grupos	1
Créditos ECTS	4,5
Estimación del volumen de trabajo del alumno	112.5
Organización Temporal/Temporalidad	Primer Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	ESPAÑOL
Tipo de Enseñanza	Presencial

1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura MARIA CLAUDIA MONTIEL MORTE Grupo: 1	Área/Departamento	INGENIERÍA QUÍMICA
	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD
	Correo	cmontiel@um.es
	Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	Tutoría Electrónica: SÍ



	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Lunes	12:00- 14:00	868887219, Facultad de Química B1.1C.021
		Anual	Martes	12:00- 14:00	868887219, Facultad de Química B1.1C.021
		Anual	Viernes	10:00- 12:00	868887219, Facultad de Química B1.1C.021
MARIA ISABEL	Área/Departamento	INGENIERÍA QUÍMICA			
AGUILAR SANCHIS	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD			
Grupo: 1	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	maguilar@um.es Tutoría Electrónica: Sí			



	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Martes	16:00- 17:00	868887091, Facultad de Química B1.1C.023
		Anual	Miércoles	18:00- 19:00	868887091, Facultad de Química B1.1C.023
		Anual	Jueves	16:00- 17:00	868887091, Facultad de Química B1.1C.023

2. Presentación

La Termodinámica es la ciencia que estudia el comportamiento macroscópico de la materia y su interacción con la energía, a través de la aplicación de los Principios Termodinámicos y las Leyes de Conservación. El conocimiento de estos principios y de las principales funciones termodinámicas relacionadas con los mismos, permite conocer y analizar el sentido de los procesos, suministrando criterios para establecer la espontaneidad y el estado de equilibrio de las transformaciones químicas. Adicionalmente, la Termodinámica suministra procedimientos y herramientas para calcular los balances energéticos asociados a las transformaciones antes citadas, así como para calcular o estimar propiedades de sustancias puras y mezclas.

Por tanto, el estudio de la Termodinámica constituye una pieza clave en la formación de un Ingeniero Químico, ya que gran parte de los conocimientos adquiridos en esta asignatura constituyen una herramienta muy útil para el alumno, tanto en lo que respecta a su aplicación en otras asignaturas del Área de Ingeniería Química, como en su utilización en su futura actividad profesional.



3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1 Incompatibilidades

No se han descrito

3.2 Recomendaciones

Se recomienda haber cursado y adquirido los conocimientos básicos suficientes de Matemáticas, Física y Química.

4. Competencias

4.1 Competencias Básicas

- CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

4.2 Competencias de la titulación

- CPR1. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial, que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
- CPR2. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.
- CPR3. 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.
- CPR4. 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 Industrial.
- CPR5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.
- CG1. Capacidad de análisis y síntesis
- CG2. Conocimientos generales y básicos de la profesión.



- CG3. Conocimiento de informática en el ámbito de estudio.
- CG4. Resolución de problemas.
- CG5. Toma de decisiones.
- CG6. Planificar, ordenar y supervisar el trabajo en equipo.
- CG9. Habilidad en las relaciones interpersonales.
- CG11. Razonamiento crítico.
- CG13. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- CG14. Capacidad de aprendizaje autónomo.
- CG15. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- CG16. Habilidad para trabajar de forma autónoma.
- CG17. Creatividad en todos los ámbitos de la profesión.
- CG19. Tener iniciativa y espíritu emprendedor.
- CE1. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- CE2. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- CE7. Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
- CE19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- CE21. Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.
- CE46. Calcular.
- CE51. Evaluar.
- CE52. Planificar.
- CE58. Tener una imagen realista de sí mismo, actuar conforme a las propias convicciones, asumir responsabilidades y tomar decisiones.
- CE60. Potenciar una actitud positiva ante la formación continuada, entendiendo que la adquisición de conocimientos científico-técnicos en el ámbito de la ingeniería química es una tarea que requiere una actualización continuada según el conocimiento científico y al desarrollo de nuevas tecnologías.

4.3 Competencias transversales y de materia

- Competencia 1. Aplicar los Principios Termodinámicos al cálculo de las variaciones energéticas, con el fin de disponer de criterios sobre el sentido de los procesos.
- Competencia 2. Calcular y/o estimar el valor de las propiedades de sustancias puras, bajo comportamiento ideal y no ideal.
- Competencia 3. Calcular y/o estimar las propiedades de mezclas ideales y no ideales.
- Competencia 4. Conocer los fundamentos del equilibrio y saber aplicarlos al equilibrio químico y al equilibrio entre fases.
- Competencia 5. Saber calcular los parámetros y variables que definen el equilibrio químico y el equilibrio entre fases y poder resolver problemas, tanto bajo comportamiento ideal como no ideal.
- Competencia 6. Saber valorar y utilizar la información de las tablas, gráficos y ecuaciones en variables reales y/o en coordenadas generalizadas.
- Competencia 7. Conocer y aplicar métodos de estimación de diagramas de equilibrio de mezclas.



- Competencia 8. Conocer y utilizar programas informáticos de estimación de propiedades y diagramas de equilibrio.
- Competencia 9. Conocer la terminología inglesa relacionada con la asignatura.
- Competencia 10. Saber aplicar los conceptos y conocimientos adquiridos a la resolución de problemas relacionados con el sentido de los procesos y sus requerimientos energéticos.
- Competencia 11. Manejar correctamente los datos suministrados por la bibliografía relacionada con la materia.
- Competencia 12. Conocer el software actual sobre estimación de propiedades y diagramas de equilibrio.
- Competencia 13. Capacidad para elaborar informes escritos.

5. Contenidos

TEMA 1. PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA

Termodinámica: alcance y terminología. Energía: Primer Principio de la termodinámica. Entalpía. Capacidades caloríficas. Procesos espontáneos y no espontáneos. Entropía: Segundo Principio de la Termodinámica. Postulado de Planck: valores absolutos de la entropía. Cálculos de entropía.

TEMA 2. POTENCIALES TERMODINÁMICOS: EQUILIBRIO

Energía libre de Helmholtz. Energía libre de Gibbs. Ecuación de Gibbs-Helmholtz. Potenciales termodinámicos: condiciones de equilibrio. Presión interna. Potenciales termodinámicos de gases. Fugacidad. Relaciones termodinámicas: relaciones de Maxwell.

TEMA 3. PROPIEDADES GENERALIZADAS DE GASES Y LÍQUIDOS

Comportamiento real de los gases. Ecuación de estado generalizada: estados correspondientes. Factor de compresibilidad crítico y factor acéntrico. Generalización a las condiciones de saturación y a líquidos. Tablas generalizadas de propiedades de líquidos y gases puros: densidad, entalpía, coeficientes de fugacidad, entropía, energía interna, capacidad calorífica. Extrapolación de datos experimentales.

TEMA 4. ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS MEDIANTE MÉTODOS DE CONTRIBUCIÓN DE GRUPOS

Temperatura, presión y volumen críticos. Presiones de vapor. Calores latentes. Calores específicos. Viscosidades.

TEMA 5. PROPIEDADES DE LAS DISOLUCIONES

Disoluciones de no electrolitos. Propiedades extensivas, intensivas y molares parciales. Potenciales químicos. Influencia de la presión y temperatura sobre los potenciales químicos y fugacidades. Disoluciones ideales: definición y propiedades. Disoluciones líquidas no ideales. Ecuaciones de estado



para las disoluciones. Propiedades pseudocríticas. Densidades de disoluciones líquidas. Cálculo de fugacidades. Definición de actividad. Estados standard. Coeficientes de actividad. Cálculo de actividades cuando las fugacidades se desconocen. Influencia de la presión sobre los coeficientes de actividad. Influencia de la temperatura sobre los coeficientes de actividad. Ecuación de Gibbs-Duhem. Entalpía de disoluciones. Entropía de disoluciones.

TEMA 6. EQUILIBRIO QUÍMICO

Equilibrio y energía libre. Influencia de la temperatura sobre la variación de energía libre Standard. Presentación de datos de energías libres. Expresiones de la constante de equilibrio para reacciones en fase gaseosa. Expresiones de la constante de equilibrio para reacciones en fase líquida. Equilibrio en condiciones adiabáticas.

TEMA 7. EQUILIBRIO DE FASES: EQUILIBRIO LÍQUIDO-VAPOR

Equilibrio físico y fugacidad. Regla de las fases de Gibbs. Equilibrio líquido-vapor. Equilibrio líquido-vapor en mezclas binarias. Estimación de datos de equilibrio: bases de los distintos procedimientos. Energía libre de exceso de una disolución. Entalpía y entropía de exceso de disoluciones. Ecuación de Wohl para la energía libre en exceso de una disolución no ideal. Mezclas binarias: Ecuación de sufijo triple. Mezclas simétricas: Ecuación de Margules. Mezclas asimétricas: ecuaciones de Van Laar. Cálculo de las constantes de Van Laar en sistemas que presentan un azeótropo. Concepto de composición local: ecuación de Wilson y ecuaciones NRTL y UNIQUAC. Contribución de grupos: método UNIFAC.

PRÁCTICAS

Práctica 1. UTILIZACIÓN DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS PARA ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS: *Global*

Sesión de prácticas de microaula en la que se utilizarán programas informáticos para estimación de propiedades termodinámicas.

Práctica 2. UTILIZACIÓN DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS PROPIOS Y SOFTWARE COMERCIAL PARA ESTIMACIÓN DE DATOS DE EQUILIBRIO: *Global*

Sesión de prácticas en microaula en la que se realizará la estimación de datos de equilibrio mediante programas informáticos propios y software comercial.

Práctica 3. SEMINARIOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS: *Global*

Sesiones de seminario en las que se procederá a plantear y resolver problemas y cuestiones relacionados con los diferentes contenidos de la asignatura.



6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Lección Magistral	En las mismas, mediante la expresión oral, utilizando la pizarra y medios audiovisuales, y el apoyo de las TICs, se transmitirá básicamente información relativa a los contenidos que se indican en el programa de la asignatura. Antes del comienzo de cada lección se suministrará a los alumnos una copia del material más relevante necesario para el desarrollo de la misma, a fin de limitar la necesidad de tomar excesivos apuntes. Este material se pondrá disponible a los alumnos a través del Campus Virtual. Se fomentará la participación del alumno mediante el planteamiento de preguntas sobre temas que promuevan el debate, y respondiendo a las dudas que surjan al respecto.	27	40.5	67.5
Clases de resolución de problemas	Actividades de resolución de casos en el aula, con una metodología análoga a la desarrollada en los seminarios.	6	15	21



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Seminarios	<p>Los seminarios de la asignatura consistirán en la realización de actividades de resolución de problemas en clase. Para ello, se entregará previamente a los alumnos los boletines de problemas correspondientes a cada una de las lecciones desarrolladas, con el fin de que ellos puedan trabajarlos de forma autónoma antes de la práctica. Durante el desarrollo de la clase, el profesor invitará a los alumnos a resolver los problemas en la pizarra, para el resto de compañeros y supervisará la tarea realizada por cada uno de ellos.</p> <p>El resultado alcanzado por los distintos alumnos, así como el método de resolución empleado, será comentado por los alumnos y corregido, si procede, por el profesor. En caso necesario, el profesor puede resolver él mismo alguno de los problemas propuestos, analizando las posibles alternativas de resolución, puntos conflictivos en los que suelen cometerse errores, etc. Cuando el profesor lo estime oportuno, podrá proponer a los alumnos la resolución en clase, de forma individual o en grupo, de un problema, que deberá ser entregado al profesor para su evaluación. Esta nota formará parte de la calificación final de la asignatura.</p>	4	10	14



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Prácticas de microaula	Se desarrollarán en el aula de ordenadores y consistirán en el manejo de programas informáticos para la estimación de propiedades termodinámicas y diagramas de equilibrio. Esta actividad se realizará en grupos, y los alumnos deberán entregar un informe final de la misma, que será evaluado de cara a la calificación final. Asimismo, el profesor, durante el desarrollo de las prácticas, realizará un seguimiento diario del trabajo del alumno y su capacidad de trabajo y participación en el grupo, lo que constituirá otra de las herramientas de evaluación.	4	2	6
Tutoría	Resolución de dudas en clase y/ o realización de actividades de repaso	2	0	2
Examen	Realización de examen final y/o parcial escrito sobre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.	2	0	2
	Total	45	67.50	112.50

7. Horario de la asignatura

<http://www.um.es/web/quimica/contenido/estudios/grados/ingenieria-quimica/2016-17#horarios>



8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Controles de asistencia Informes de prácticas
Criterios de Valoración	Prácticas de microaula <ul style="list-style-type: none"> · Participación activa. · Implicación en la actividad del grupo. · Entrega del informe en el plazo establecido. · Adecuación del informe a los criterios establecidos por el profesor. · Capacidad de análisis y síntesis. (*) La asistencia a las prácticas de microaula es obligatoria. Si no se asiste o no se presenta informe de las mismas, se pierde el derecho a presentarse al examen escrito.
Ponderación	10 %
Métodos / Instrumentos	Control de asistencia Informes de seminario
Criterios de Valoración	<u>Seminarios y prácticas de aula</u> <ul style="list-style-type: none"> · Asistencia y participación activa. · Control del trabajo autónomo en casa y en clase. · Entrega de la actividad en fecha prevista. · Planteamiento ordenado y correcto del problema y de las etapas de resolución. · Concisión y claridad en los desarrollos: aplicación del método científico. · Corrección en el planteamiento, resolución y resultados finales.
Ponderación	20 %



Métodos / Instrumentos	Exámenes escritos parciales y finales (* La calificación obtenida en el examen escrito parcial debe ser igual o superior a 5 para que se pueda eliminar la parte evaluada. La calificación final obtenida en las pruebas escritas debe ser igual o superior a 5 para calcular la media ponderada.
Criterios de Valoración	<ul style="list-style-type: none"> · Dominio de la materia. · Precisión en las respuestas. · Planteamiento ordenado y correcto del problema y de las etapas de resolución. · Concisión y claridad en los desarrollos: aplicación del método científico. · Corrección en el planteamiento, resolución y resultados finales.
Ponderación	70 %

Fechas de exámenes

<http://www.um.es/web/quimica/contenido/estudios/grados/ingenieria-quimica/2016-17#exámenes>

9. Bibliografía

Bibliografía Básica



"Principios de los Procesos Químicos". Parte II. O. A. Hougen, K. M. Watson y R. A. Ragatz.
Ed. Reverté, S. A. 1964.



"Termodinámica Química". J. A. Rodríguez Renuncio, J. J. Ruiz Sánchez y J. S. Urieta Navarro.
Editorial Síntesis. 1998.



"Termodinámica". Tomo I. Y. A Çengel y M. A. Boles Ed. McGraw-Hill, México, 1996.



"Termodinámica para ingenieros" H. J. Smith y J.W. Harris. Ed. Urmo, Bilbao, 1970



"Problemas resueltos de termodinámica química" J. A. Rodríguez Renuncio, J. J. Ruiz Sánchez y J. S. Urieta Navarro. Ed. Síntesis, Madrid, 2000.



"100 problemas de termodinámica" J. Pellicer y J.A Manzanares. Ed. Alianza, Madrid, 1996.



Bibliografía Complementaria



"Termodinámica técnica. Teoría y 222 ejercicios resueltos". M. C. Juárez y M. P. Morales. Ed. Paraninfo, 2015



"Termodinámica técnica" J. Segura, Ed. A.C., Madrid, 1980



"Fundamentos de termodinámica técnica" M. J. Moran y H. N. Shapiro. Ed. Reverté, 2004 (reimpr.2012)



"Termodinámica para ingeniería química" J. L. Bueno de las Heras. Ed.: Servicio de Publicaciones Universidad de Oviedo (Ediuno), Oviedo, 2015.



"Chemical Engineering Thermodynamics: an introduction to thermodynamics for undergraduate engineering students". J. Winnick. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York 1997.



"Chemical and Engineering Thermodynamics". 2ª edición. Stanley I. Sandler. Wiley Series in Chemical Engineering. John Wiley & Sons. 1989.



"Principios de Termodinámica para Ingenieros". J. R. Howell y R. O. Buckius. Ed. McGraw Hill. México, 1990.



"Termodinámica". Tomo II. Y. A Çengel y M. A. Boles Ed. McGraw-Hill, México, 1996.

10. Observaciones y recomendaciones

- (1) La calificación final del alumno será el resultado de todas las actividades, según la ponderación que se recoge en el apartado de evaluación.
- (2) Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación global igual o superior a 5 (sobre 10).
- (3) La asistencia a las prácticas de microaula es obligatoria. Si no se asiste o no se presenta informe de las mismas, se pierde el derecho a presentarse al examen escrito.
- (4) La calificación obtenida en el examen escrito parcial debe ser igual o superior a 5 para que se pueda eliminar la parte evaluada.



- (5) La calificación final obtenida en las pruebas escritas debe ser igual o superior a 5 para calcular la media ponderada.
- (6) El plagio y/o copia en cualquier proceso de la evaluación de la asignatura es un comportamiento poco ético y tendrá como consecuencia, de forma automática, el suspenso en la actividad evaluada.
- (7) Las calificaciones obtenidas mediante los dos primeros instrumentos se mantendrán de la convocatoria de febrero a la de junio y/o septiembre, y en la convocatoria extraordinaria solo se recuperará la nota del examen escrito. Pasadas estas convocatorias, si el alumno no ha superado la asignatura, tendrá que hacerla completa de nuevo, exceptuando las prácticas de microaula, en el caso de que las tenga superadas.