



1. DATOS GENERALES

Asignatura: TERMODINÁMICA QUÍMICA

Tipología: OBLIGATORIA

Grado: 344 - GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

Centro: 1 - FTAD. CC. Y TECNOLOGÍAS QUÍMICAS CR.

Curso: 2

Lengua principal de impartición: Español

Uso docente de otras lenguas: Inglés

Página web: campus virtual

Código: 57710

Créditos ECTS: 6

Curso académico: 2022-23

Grupo(s): 21

Duración: Primer cuatrimestre

Segunda lengua:

English Friendly: S

Bilingüe: N

Profesor: ALFONSO ARANDA RUBIO - Grupo(s): 21

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Marie Curie/2ª planta	QUÍMICA FÍSICA	926051915	alfonso.aranda@uclm.es	Martes, miércoles y jueves de 12 a 14h.

Profesor: MARIA REYES LOPEZ ALAÑON - Grupo(s): 21

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Marie Curie (segunda planta))	QUÍMICA FÍSICA	926052779	reyes.lopez@uclm.es	Martes y Miércoles: 10-12h Jueves: 17-19 h

Profesor: ALBERTO NOTARIO MOLINA - Grupo(s): 21

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edificio Marie Curie, primera planta	QUÍMICA FÍSICA	6347	alberto.notario@uclm.es	Lunes de 10 a 13 h. Martes, miércoles y jueves de 10 a 11.

2. REQUISITOS PREVIOS

No se han establecido

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

Esta asignatura forma parte de la materia "Cinética y termodinámica Química Aplicada"

La viabilidad de un proceso químico, desde un punto de vista energético, viene dada por la Termodinámica. Por ello, en todo proceso químico- industrial se requiere el conocimiento de los aspectos termodinámicos. En la mayoría de los casos, la velocidad de los procesos químicos se ha de tener en cuenta conjuntamente con los datos termodinámicos. En este sentido esta asignatura está íntimamente ligada a la Cinética Química Aplicada.

La Termodinámica aporta también la información acerca de las propiedades de sistemas sólidos líquidos o gaseosos en función de las condiciones de presión volumen y temperatura. Es una asignatura de carácter básico. Los conocimientos de Termodinámica Química son de especial interés en Termotecnia e Ingeniería de la Reacción Química.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB02	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
E02	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.
E07	Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
E24	Conocimiento y capacidad de manejo de equipos de análisis químico y de caracterización de propiedades y de los instrumentos básicos de un laboratorio químico.
E25	Manipular con seguridad y responsabilidad medioambiental los productos químicos.
E31	Conocimientos básicos de los principios de fenómenos de transporte y de los aspectos cinéticos y termodinámicos de los procesos químicos.
G03	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.
G20	Capacidad de análisis y resolución de problemas
G21	Capacidad de aprendizaje y trabajo de forma autónoma
G22	Capacidad de aplicar conocimientos teóricos a la práctica.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

Descripción

Conocer los métodos basados en coordenadas generalizadas.

Tener capacidad de trabajar de forma autónoma en un laboratorio y destreza en el manejo de las técnicas experimentales para la obtención de propiedades termodinámicas y el seguimiento de procesos cinéticos.

Tener conocimiento y capacidad de manejo de las fuentes bibliográficas de carácter termodinámico y cinético.

Ser capaz de averiguar la viabilidad de un proceso químico desde un punto de vista termodinámico.

Ser capaz de calcular la constante de equilibrio de un proceso químico homogéneo o heterogéneo y de obtener las concentraciones de equilibrio en diferentes condiciones de reactivos, presión y temperatura.

Ser capaz de calcular las propiedades PVT de fluidos reales.

Ser capaz de calcular los coeficientes de actividad de las especies químicas implicadas en sistemas no ideales.

Ser capaz de interpretar y construir diagramas de equilibrio de fases de sistemas no ideales.

Ser capaz de interpretar y construir tablas y gráficos de propiedades termodinámicas de fluidos reales.

6. TEMARIO

Tema 1: Introducción a la Termodinámica

Tema 2: Primer Principio de la Termodinámica. Energía interna y entalpía. Cp y Cv. Cálculos de calor, trabajo, incrementos de U y H para gases ideales en diferentes procesos reversibles e irreversibles. Experimento Joule-Thompson. Coeficiente de Joule-Thompson. aplicaciones.

Tema 3: Entropía. Segundo Principio de la Termodinámica. Ciclo de Carnot. Máquinas térmicas y su rendimiento. Tercer principio de la Termodinámica. Cálculo de entropía en diferentes procesos.

Tema 4: Funciones de Energía libre y criterios de equilibrio material. Criterio de espontaneidad. Relaciones entre las funciones termodinámicas. Ecuaciones de Gibbs y relaciones de Maxwell. Cálculos de incrementos de G, A, H, S, U en diferentes procesos termodinámicos. Cómo influir en un proceso no espontáneo para hacerlo viable.

Tema 5: Termoquímica. Definición de estados estándar. Entalpías de formación. Cálculos de entalpías, entropías y energías libres de reacción. Manejo de tablas. Efecto de la temperatura. Temperatura adiabática de llama.

Tema 6: Equilibrio de Fases en Sistemas Monocomponentes. Regla de las fases. Diagramas de equilibrio de fases. Punto crítico. Equilibrio entre fases, ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clausius-Clapeyron.

Tema 7: Comportamiento de gases y líquidos reales puros. Gases reales, comportamiento. Ecuaciones de estado, virial, cúbicas y más complejas. Principio de los estados correspondientes, ecuaciones y diagramas generalizados. Mezclas de gases reales. Estado líquido, ecuaciones y métodos. Aplicaciones a envasado y transporte de fluidos.

Tema 8: Propiedades termodinámicas de fluidos reales. Magnitudes residuales. Métodos para el cálculo de incrementos de magnitudes termodinámicas en sistemas reales monocomponentes y en mezclas. Fugacidad.

Tema 9: Termodinámica de los Sistemas de Composición Variable. Propiedades molares parciales. Ecuación de Gibbs-Duhem. Procesos de mezcla. Disoluciones ideales. Equilibrio L-V. Construcción de diagramas de equilibrio L-V. Cálculos de punto de burbuja, rocío y fraccionamiento. Disoluciones diluidas idealmente. Propiedades coligativas.

Tema 10: Equilibrio de fases en sistemas reales multicomponentes. Definición de estados de referencia. Coeficientes de actividad y cálculo de potencial químico. Funciones de mezcla y de exceso. Métodos para calcular coeficientes de actividad. Diagramas L-V reales. Azeótropos. Puntos de burbuja y rocío. Destilación. Equilibrio L-L-V. Destilación de líquidos parcialmente miscibles. Diagramas ternarios.

Tema 11: Equilibrio Químico en sistemas ideales y reales. Sistemas reaccionantes, coordenada de reacción. Constante de equilibrio en sistemas homogéneos. Termodinámica del equilibrio en sistemas heterogéneos. Variación de la constante de equilibrio con P y T. Ecuación de Van't Hoff. Principio de Le Châtelier. Reacciones acopladas. Equilibrios con iones en disolución.

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL]	Prácticas	CB02 E07 E24 E25 G20 G22	0.65	16.25	S	S	5 sesiones de laboratorio con los correspondientes experimentos
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	E02 E07 E25 E31 G03 G20 G21 G22	1.3	32.5	S	N	clase magistral
Talleres o seminarios [PRESENCIAL]	Seminarios	CB02 E07 E25 E31 G20 G21 G22	0.35	8.75	S	S	Aula desdoblada para facilitar la participación y la evaluación continua
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA]	Trabajo en grupo	E07 E25 G21 G22	0.32	8	S	S	Memoria con los resultados obtenidos en el laboratorio
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA]	Trabajo en grupo	E07 G03 G20 G22	0.16	4	S	N	Elaboración de trabajos sobre aplicaciones prácticas.
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	E07 E24 E25 G20 G22	0.1	2.5	S	S	Resolución de cuestiones y problemas prácticos de termodinámica química
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Combinación de métodos	E07 G03 G20 G21 G22	3.12	78	N	N	Estudio de los contenidos del curso: prácticas, seminario y clases magistrales. Preparación de seminarios y prueba final.
Total:			6	150			
Créditos totales de trabajo presencial: 2.4			Horas totales de trabajo presencial: 60				
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6			Horas totales de trabajo autónomo: 90				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Prueba final	60.00%	60.00%	examen con cuestiones y problemas sobre los contenidos impartidos en la asignatura
Realización de prácticas en laboratorio	10.00%	10.00%	evaluación continua en laboratorio y test final
Elaboración de memorias de prácticas	5.00%	5.00%	Revisión de informes de resultados
Resolución de problemas o casos	25.00%	25.00%	Seguimiento en clases de seminario
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la

UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

1. examen con cuestiones y problemas sobre los contenidos impartidos en la asignatura (60 % de la nota)
 2. Evaluación continua de trabajo en laboratorio (15%) incluyendo la adecuada elaboración de la memoria con las fichas de resultados.
 3. Evaluación continua sobre aprendizaje basado en problemas, especialmente en las horas de seminario(25%). Se pedirá al alumno entregar ejercicios resueltos, resolver diferentes cuestiones relacionadas con la materia, resolución de casos prácticos, trabajo en grupo, etc.
- Para hacer la media ponderada y aprobar la asignatura tanto en el examen como en las prácticas se exigirá un mínimo de 4,0/10 y la media deberá ser igual o superior a 5,0/10.

Evaluación no continua:

1. Examen con cuestiones y problemas sobre los contenidos impartidos en la asignatura (85 % de la nota)
2. Examen de laboratorio (15%). Realización de práctica experimental, cuestionario e informe de resultados.

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

1. Evaluación del trabajo en laboratorio (15%) incluyendo la elaboración de las fichas de resultados. La nota de laboratorio se conserva para todos los alumnos. Para aquellos que no hubieran superado el umbral de 4,0 en la convocatoria ordinaria o deseen ser evaluados de nuevo, esta convocatoria contará con un apartado de evaluación de las competencias correspondientes que podría realizarse en el laboratorio.
2. examen con cuestiones y problemas similares a los planteados en las clases de seminarios sobre los contenidos impartidos en la asignatura, 85%. Para aprobar la asignatura se requiere obtener un mínimo de 4 en esta prueba y una media igual o superior a 5.

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

1. Evaluación del trabajo en laboratorio (15%) incluyendo la elaboración de las fichas de resultados. La nota de laboratorio se conserva para todos los alumnos. Para aquellos que no hubieran superado el umbral de 4,0 en la convocatoria ordinaria, o deseen ser evaluados de nuevo esta convocatoria contará con un apartado de evaluación de las competencias correspondientes que podría realizarse en el laboratorio.
2. examen con cuestiones y problemas similares a los planteados en las clases de seminarios sobre los contenidos impartidos en la asignatura, 85%. Para aprobar la asignatura se requiere obtener un mínimo de 4 en esta prueba y una media igual o superior a 5.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Tema 1 (de 11): Introducción a la Termodinámica	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	2
Tema 2 (de 11): Primer Principio de la Termodinámica. Energía interna y entalpía. Cp y Cv. Cálculos de calor, trabajo, incrementos de U y H para gases ideales en diferentes procesos reversibles e irreversibles. Experimento Joule-Thompson. Coeficiente de Joule-Thompson. aplicaciones.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	5
Tema 3 (de 11): Entropía. Segundo Principio de la Termodinámica. Ciclo de Carnot. Máquinas térmicas y su rendimiento. Tercer principio de la Termodinámica. Cálculo de entropía en diferentes procesos.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	5
Tema 4 (de 11): Funciones de Energía libre y criterios de equilibrio material. Criterio de espontaneidad. Relaciones entre las funciones termodinámicas. Ecuaciones de Gibbs y relaciones de Maxwell. Cálculos de incrementos de G, A, H, S, U en diferentes procesos termodinámicos. Cómo influir en un proceso no espontáneo para hacerlo viable.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	2.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	6
Tema 5 (de 11): Termoquímica. Definición de estados estándar. Entalpías de formación. Cálculos de entalpías, entropías y energías libres de reacción. Manejo de tablas. Efecto de la temperatura. Temperatura adiabática de llama.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	3.5
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	3
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	8
Tema 6 (de 11): Equilibrio de Fases en Sistemas Monocomponentes. Regla de las fases. Diagramas de equilibrio de fases. Punto crítico. Equilibrio entre fases, ecuación de Clapeyron. Ecuación de Clausius-Clapeyron.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	3
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	7
Tema 7 (de 11): Comportamiento de gases y líquidos reales puros. Gases reales, comportamiento. Ecuaciones de estado, virial, cúbicas y más complejas. Principio de los estados correspondientes, ecuaciones y diagramas generalizados. Mezclas de gases reales. Estado líquido, ecuaciones y métodos. Aplicaciones a envasado y transporte de fluidos.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	3.5
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	3
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1

Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	1
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	4
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	9
Tema 8 (de 11): Propiedades termodinámicas de fluidos reales. Magnitudes residuales. Métodos para el cálculo de incrementos de magnitudes termodinámicas en sistemas reales monocomponentes y en mezclas. Fugacidad.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	3
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	3
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	9
Tema 9 (de 11): Termodinámica de los Sistemas de Composición Variable. Propiedades molares parciales. Ecuación de Gibbs-Duhem. Procesos de mezcla. Disoluciones ideales. Equilibrio L-V. Construcción de diagramas de equilibrio L-V. Cálculos de punto de burbuja, rocío y fraccionamiento. Disoluciones diluidas idealmente. Propiedades coligativas.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	3
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	2
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	9
Tema 10 (de 11): Equilibrio de fases en sistemas reales multicomponentes. Definición de estados de referencia. Coeficientes de actividad y cálculo de potencial químico. Funciones de mezcla y de exceso. Métodos para calcular coeficientes de actividad. Diagramas L-V reales. Azeótropos. Puntos de burbuja y rocío. Destilación. Equilibrio L-L-V. Destilación de líquidos parcialmente miscibles. Diagramas ternarios.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	4
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	9
Tema 11 (de 11): Equilibrio Químico en sistemas ideales y reales. Sistemas reaccionantes, coordenada de reacción. Constante de equilibrio en sistemas homogéneos. Termodinámica del equilibrio en sistemas heterogéneos. Variación de la constante de equilibrio con P y T. Ecuación de Van't Hoff. Principio de Le Châtelier. Reacciones acopladas. Equilibrios con iones en disolución.	
Actividades formativas	Horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	3.25
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	5.5
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	1.75
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	2
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	9
Actividad global	
Actividades formativas	Suma horas
Enseñanza presencial (Prácticas) [PRESENCIAL][Prácticas]	16.25
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	32.5
Talleres o seminarios [PRESENCIAL][Seminarios]	8.75
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	8
Elaboración de informes o trabajos [AUTÓNOMA][Trabajo en grupo]	4
Prueba final [PRESENCIAL][Pruebas de evaluación]	2.5
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Combinación de métodos]	78
Total horas: 150	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS					
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población ISBN	Año	Descripción
Yunus A. Cengel, Michael A. Boles y Mehmet Kanoglu	Termodinámica	Mc. Graw Hill	9 781456 27208	2019	
Felder, Richard M.	Elementary principles of chemical processes	Wiley	978-0-471-37587-6	2005	
Levine, Ira N.	Fisicoquímica (principios de)	McGraw-Hill	978-607-15-0988-8	2014	
Moran, Michael J.	Fundamentos de termodinámica técnica	Reverté	84-291-4313-0	2004	
Poling, Bruce E.	The properties of gases and liquids	McGraw-Hill	0-07-011682-2	2001	
Sandler, Stanley I.	Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics, 5th Edition	John Wiley & Sons	978-0-470-50479-6	2017	
Smith, Joe M.	Introducción a la termodinámica en ingeniería química	McGraw-Hill	978-1-47722-2	2020	
Wark, Kenneth	Termodinamica	McGraw-Hill	84-481-2829-X	2001	