



Guía Docente y Adenda

ANÁLISIS AVANZADO DE REACCIONES Y REACTORES



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2019-2020



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Análisis Avanzado de Reacciones y Reactores
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Análisis Avanzado de Reacciones y Reactores
MÓDULO:	Ingeniería de Procesos y Productos
TITULACIÓN:	Master en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Anual (primer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: VICTORIA EUGENIA SANTOS MAZORRA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QP-104. Planta 1ª Planta Piloto Químicas. e-mail: vesantos@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: MIGUEL LADERO GALÁN Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-B64. Planta baja Edificio A e-mail: mladerog@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSE MANUEL TOLEDO GABRIEL Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-B61. Planta baja Edificio A e-mail: jmtoledo@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: EMILIO GÓMEZ CASTRO Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QP-114. Planta 1ª Planta Piloto Químicas. e-mail: emgomez@ucm.es
Seminario Laboratorio	Profesor: MARIA ISABEL GUIJARRO GIL Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-B70.A Planta baja Edificio A e-mail: migg@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de la asignatura es dotar al estudiante de conocimientos avanzados y aplicados referentes a reacciones y reactores químicos, así como de herramientas que le permitan resolver problemas de cinética aplicada de sistemas complejos y diseñar reactores multifásicos. Para ello, se partirá de conceptos fundamentales de estequiometría, termodinámica química, cinética química aplicada y diseño de



reactores, introduciendo la complejidad propia de sistemas multifásicos y autocatalíticos en los que tienen lugar múltiples reacciones. También se considerarán reactores donde se utiliza una forma de energía impulsora como electroquímicos, fotoquímico y nucleares.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer y saber aplicar la metodología de estudio de redes de reacciones: estequiometría, termodinámica y determinación y validación de modelos cinéticos.
- Ser capaz de analizar la cinética y la fenomenología de transformaciones químicas complejas de diversa naturaleza: catalíticas, poliméricas, bioquímicas, electroquímicas, fotoquímicas, sonoquímicas, nucleares.
- Ser capaz de obtener datos experimentales de transformaciones químicas complejas y ser capaz de formular modelos cinéticos a partir de dichos datos.
- Ser capaz de elaborar informes técnico-científicos tanto a partir de información obtenida de fuentes bibliográficas como de la elaborada por el propio alumno.
- Saber elegir y diseñar los reactores adecuados para las transformaciones químicas complejas en función de su naturaleza.

III.- CONOCIMIENTOS Y REQUISITOS PREVIOS

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimientos básicos de cinética química aplicada y de diseño de reactores químicos. Haber cursado asignaturas básicas de introducción a la ingeniería química, de fenómenos de transporte y de fundamentos de ingeniería de la reacción química.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Reacciones múltiples y reactores multifásicos G-L y G-L-S. Reacciones enzimáticas y microbianas. Bioprocesos y reactores enzimáticos y con microorganismos y células. Procesos y reactores de polimerización. Reacciones y reactores electroquímicos, fotoquímicos y sonoquímicos. Reactores nucleares y residuos radiactivos.

■ PROGRAMA:

Tema 1: Bases del diseño de reactores químicos.

Análisis de las reacciones químicas. Sistemas bifásicos y multifásicos. Reactores químicos: tipos. Principios de diseño y de cambio de escala.

Tema 2: Análisis de Redes de reacciones químicas.

Estequiometría y Termodinámica. Modelos cinéticos. Métodos de cálculo de parámetros. Discriminación de modelos cinéticos.

Tema 3: Reacciones y reactores gas-líquido y líquido-líquido.

Modelos para la descripción del transporte de materia. Coeficiente volumétrico de transporte: Correlaciones empíricas y predicción teórica. Principios de diseño de reactores fluido-fluido. Casos en estudio.



Tema 4: Reacciones y reactores gas-líquido-sólido y líquido-líquido-sólido.

Modelos para la descripción del transporte de materia. Coeficiente volumétrico de transporte: correlaciones empíricas. Principios de diseño de reactores trifásicos.

Tema 5: Análisis de bioprocesos y biorreactores.

Biotecnología: aplicaciones. Tipos de bioprocesos y de biorreactores. Fenomenología. Principios de desarrollo de bioprocesos. Cambio de escala.

Tema 6: Procesos enzimáticos.

Mecanismo de las reacciones enzimáticas. Inmovilización de enzimas: métodos y fenómenos de transporte asociados. Modelos cinéticos para reacciones enzimáticas. Mecanismos y modelos de desactivación. Casos en estudio.

Tema 7: Procesos con microorganismos y células.

Procesos con microorganismos. Metabolismo celular, transporte entre fases y en la membrana. Stress hidrodinámico y oxidativo. Condiciones y formas de operación. Modelos cinéticos para transformaciones microbianas. Transporte y consumo de oxígeno. Acople de fenómenos. Stress hidrodinámico, oxidativo y daño celular.

Tema 8: Diseño de biorreactores

Reactores enzimáticos: tipos. Diseño de reactores discontinuos y continuos. Lechos con enzimas inmovilizadas. Biorreactores microbianos. Diseño de reactores discontinuos, semicontinuos (*fed-batch*) y continuos. Tanques agitados y columnas de burbujeo (*airlift*). Casos en estudio.

Tema 9: Reacciones y reactores de polimerización.

Procesos de polimerización: tipos y aplicaciones. Características de los polímeros: Distribución de pesos moleculares y de longitud de cadena. Fenomenología de las reacciones de polimerización. Estequiometría, Termodinámica y Cinética de las reacciones de polimerización. Diseño de reactores de polimerización.

Tema 10: Reacciones y reactores electroquímicos, fotoquímicos y sonoquímicos.

Procesos electroquímicos. Aplicaciones. Cinética de los procesos electroquímicos. Fenomenología de los procesos electroquímicos. Tipos de reactores electroquímicos. Células de combustible. Procesos fotoquímicos. Aplicaciones. Catálisis fotoquímica. Cinética de los procesos fotoquímicos. Fenomenología de los procesos fotoquímicos. Diseño de reactores fotocatalíticos. Procesos sonoquímicos. Aplicaciones. Cinética de los procesos sonoquímicos. Fenomenología de los procesos sonoquímicos. Tipos de reactores sonoquímicos.

Tema 11: Reactores nucleares.

Producción de energía eléctrica. Otras aplicaciones de la energía nuclear. Tipos de reactores nucleares. Diseño de reactores nucleares. Residuos radiactivos: gestión.



V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1** Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.
- **CG2** Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
- **CG5** Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.
- **CG10** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
- **CG11** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE1** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- **CE2** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.
- **CE3** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.



- **CE8** Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1** Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
- **CT2** Trabajar en equipo fomentando el desarrollo de habilidades en las relaciones humanas.
- **CT3** Desarrollar sensibilidad y responsabilidad sobre temas energéticos, medioambientales y éticos.
- **CT4** Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en busca de la calidad y rigor científicos
- **CT5** Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.
- **CT6** Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos multidisciplinares, los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la Ingeniería Química
- **CT7** Gestionar información científica, bibliografía y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.
- **CT11** Desarrollar la capacidad de organización y planificación

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

■ **PRIMER CUATRIMESTRE:**

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas y seminarios	30	45	3,0
Actividades formativas: visitas	4	6	0,4
Tutorías	2	3	0,2
Actividades prácticas	18	27	1,8
Exámenes y Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Total	60	90	6



■ SEGUNDO CUATRIMESTRE:

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas y seminarios	15	22,5	1,5
Actividades formativas: visitas	-	-	-
Tutorías	-	-	-
Actividades prácticas	12	18	1,2
Exámenes y Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3
Total	30	45	3

VII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, tutorías programadas, trabajos dirigidos y actividades prácticas, como visitas a empresas.

Las **clases teóricas** consistirán, esencialmente, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura, incluyendo el desarrollo avanzado de aspectos puntuales de la asignatura como, por ejemplo, los casos en estudio. En el desarrollo de las clases de teoría se utilizará material audiovisual para una óptima comprensión de cada tema. Los esquemas, tablas, figuras y cualquier otro tipo de material y/o información necesaria se pondrán a disposición de los alumnos en soporte papel o informático utilizando principalmente el espacio del Campus Virtual.

Los **seminarios** consistirán en el desarrollo completo y detallado de un conjunto de problemas seleccionados, cuyos enunciados se distribuirán con suficiente antelación para que el alumno los intente resolver por su cuenta. Además, se darán **conferencias** relacionadas con los contenidos de la asignatura y orientadas a la aplicación de dichos contenidos en algunos procesos industriales y comerciales de interés.

Las **tutorías programadas** se desarrollarán en grupos reducidos. Las tutorías serán el marco donde al estudiante se le plantearán cuestiones teóricas, cuestiones prácticas abiertas y ejercicios numéricos a plantear y/o a desarrollar y resolver en grupos reducidos. Estos ejercicios prácticos cubrirán, en cada sesión, un determinado número de temas, estando los estudiantes informados con la suficiente antelación de los temas a tratar. En estas sesiones, el estudiante contará con la orientación del profesor encargado.

En las **prácticas de laboratorio** y los **trabajos dirigidos** se planteará el trabajo en grupos reducidos. Los **trabajos dirigidos** se centrarán en el estudio de redes de reacción en casos de interés industrial, con un estudio exhaustivo de aspectos tales como la estequiometría, la termoquímica y la cinética química aplicada. Los alumnos tendrán asignado un tutor/a que les convocará en varias ocasiones para comprobar su progreso y orientarles en cada una de las etapas del trabajo. Los estudiantes harán una presentación final de su trabajo. En cuanto a las **prácticas de laboratorio**, estas se dividen en un trabajo experimental a realizar en el



laboratorio y el cálculo e interpretación de resultados que se llevará a cabo en aula de informática. Cada estudiante realizará dos prácticas y presentará un informe por práctica.

Además de las **tutorías clásicas** (consultas) a las que el estudiante tiene derecho, se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse para la apertura y gestión de **foros** en el que se presente material complementario y se planteen discusiones y reflexiones sobre el contenido de la asignatura.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura.

■ **BÁSICA:**

- Fogler, H.S. “Elements of Chemical Reaction Engineering”, 3ª ed. Prentice-Hall, 2006.
- Salmi, T.O., Mikkola, J-P, Warma, J.P. “Chemical Reaction Engineering and Reactor Technology”. CRC Press, 2010.
- Tiscareño, F. “Reactores Químicos con Multireacción”. Ed. Reverte, 2008.
- Doran, P.M. “Principios de Ingeniería de los Bioprocesos”. Acirbia, 1998.
- Díaz, M. “Ingeniería de Bioprocesos”. Paraninfo. 2012.
- McGreavy, C. Polymer Reaction Engineering. Blackie Academia and Professional. Londres, 1994.

■ **COMPLEMENTARIA:**

- Ranade, V.V., Chaudhari, R.V., Gunjal, P.R. “Trickle-bed Reactors: Reactor Engineering & Applications”. 1ª ed. Elsevier, 2011.
- Asenjo, J.A. y Merchuk, J.C.: “Bioreactor system Design”. M. Dekker, 1995.
- Nielsen, J. y Villadsen, J.: “Bioreaction Engineering Principles”. Plenum Press. 1994.
- Glasstone, S., Sesonske, A.: “Nuclear Reactor Engineering”. 4ª ed. Chapman and Hall. 1994.
- Ramachandran, P.A., Chaudari, R.V. “Three Phase Catalytic Reactors”, Gordon and Breach Sci. Pub, Nueva York. 1983.
- Nauman, E.B. “Chemical Reactor Design, Optimization and Scale-up”. John Wiley & Sons. Hoboken (NJ, USA), 2008.

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.



IX.- EVALUACIÓN

Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas y a todas las actividades prácticas programadas en grupos reducidos, tanto en lo referente a los trabajos dirigidos como en lo que respecta a las prácticas de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70 % de las demás actividades presenciales (clases teóricas y seminarios). El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXÁMENES ESCRITOS: 70%

Se realizarán dos exámenes: un examen final ordinario y otro extraordinario. Estos exámenes consistirán en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de los conocimientos explicados a lo largo de la asignatura y de problemas numéricos similares a los ya comentados previamente.

Para aprobar cada examen, será necesario que el alumno obtenga, al menos, un 4 sobre 10 en cada parte del examen: cuestiones teóricas y problemas numéricos.

A las convocatorias extraordinarias solo podrán presentarse aquellos alumnos que hayan participado y superado el resto de actividades de la asignatura, habiendo satisfecho los mínimos de asistencia antes comentados.

Con los exámenes escritos se valorarán las competencias generales CG1, CG2, CG5 y CG11, las competencias específicas CE1, CE2 y CE3, y las competencias transversales CT1, CT3, CT4, CT6, CT7 y CT11.

■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 30%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas se hará teniendo en cuenta:

- La destreza del alumno en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en los seminarios.
- La evaluación de las tutorías y actividades prácticas, de asistencia obligatoria, y a las cuales serán citados los alumnos periódicamente a lo largo del cuatrimestre.
- Se evaluará la resolución de trabajos propuestos y de problemas numéricos por parte de pequeños grupos de estudiantes relativos a un número limitado de lecciones del temario. Se evaluará a cada estudiante en función del trabajo de grupo y de su aportación personal durante el desarrollo de las tutorías.
- Se evaluará el trabajo desarrollado y los informes realizados en las prácticas por cada alumno.
- Se evaluará la elaboración y presentación de trabajos encargados sobre temas y casos en estudio relacionados con la materia.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1, CG2, CG5, CG10 y CG11, de las competencias específicas CE1, CE2, CE3 y CE8 y de las todas competencias transversales mencionadas en esta guía.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Bases del diseño de reactores químicos	Teoría	2	1	1ª semana	1ª semana
	Seminario	-	-	-	-
2. Análisis de Redes de reacciones químicas	Teoría	2	1	1ª semana	2ª semana
	Seminario	-	-	-	-
3. Reacciones gas-líquido y líquido-líquido	Teoría	2	1	2ª semana	2ª semana
	Seminario	1	-	3ª semana	3ª semana
4. Reacciones gas-líquido-sólido y líquido-líquido-sólido	Teoría	3	1	3ª semana	4ª semana
	Seminario	1	1	4ª semana	4ª semana
5. Análisis de bioprocesos y biorreactores	Teoría	3	1	4ª semana	5ª semana
	Seminario	-	-	-	-
6. Procesos enzimáticos	Teoría	6	1	5ª semana	7ª semana
	Seminario	2	1	7ª semana	8ª semana
7. Procesos con microorganismos y células	Teoría	7	1	8ª semana	10ª semana
	Seminario	2	1	10ª semana	11ª semana
8. Diseño de Biorreactores	Teoría	4	1	11ª semana	12ª semana
	Seminario	4	1	12ª semana	13ª semana
9. Reacciones y reactores de polimerización	Teoría	5	1	14ª semana	15ª semana
	Seminario	1	1	15ª semana	15ª semana
10. Reacciones y reactores electroquímicos, fotoquímicos y sonoquímicos	Teoría	5	1	15ª semana	16ª semana
	Seminario	0	1	-	-
11. Reactores nucleares	Teoría	3	1	17ª semana	17ª semana
	Seminario	0	1	-	-
TUTORÍAS					
Tutorías	Teoría	1	3		
	Seminario	1	3		



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG5 y CG11 CE1 y CE8 CT1, CT3, CT4, CT6 y CT7	Exposición de conceptos teóricos.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.				
Seminarios	CG1, CG2 y CG5 CE1, CE2 y CE3 CT1, CT2, CT3, CT4, CT6 y CT11	Planteamiento y resolución de ejercicios y problemas. Conferencias.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos. Elaboración por escrito de problemas numéricos.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	45	67,5	112,5	10%
Tutorías programadas y trabajos dirigidos	CG1, CG2, CG3, CG4 y CG11 CE1, CE2, CE3 y CE8 CT1, CT2, CT3, CT4, CT6, CT7 y CT11	Propuesta de trabajos y prácticas de laboratorio. Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno.	Lectura y discusión de artículos técnicos de actualidad. Elaboración por escrito de un trabajo en grupo. Elaboración de informes de práctica individuales.	Valoración de la participación activa y del trabajo realizado por cada estudiante y por el grupo.	36	54	90	20%
Exámenes	CG1, CG2, CG5 y CG11 CE1, CE2 y CE3 CT1, CT3, CT4, CT6, CT7,y CT11	Elaboración, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización del examen.	Calificación del examen.	9	13,5	22,5	70%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

SEGUNDA REVISIÓN

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL (2º semestre del curso 2019 -20)				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD (Solo afecta al segundo cuatrimestre)	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas y seminarios	15	22,5	1,5
	Presenciales:	9		
	Virtuales:	6		
	Actividades prácticas	12	18	1,2
Presenciales:	6			
Virtuales:	6			
Exámenes / Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3	
Presenciales:	3			



<p>VII. METODOLOGÍA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las sesiones de seminario y teoría en virtual se realizarán bien mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual, bien mediante presentaciones de PowerPoint con audios. Las sesiones síncronas serán grabadas y quedarán a disposición de los estudiantes. • Se habilitará foros en el Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. • Se utilizarán las aplicaciones Skype, Collaborate, Google Meet o Teams para tutorías en función del número de asistentes y la funcionalidad temporal de cada herramienta.
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes: se realizarán dos exámenes finales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. • Queda anulado el segundo parcial de la asignatura, en línea con lo indicado por el Decanato de la Facultad para todos los títulos de Grado y Máster. • Habiendo realizado ya el primer parcial de la asignatura, éste cobra carácter de examen liberatorio. Los estudiantes que lo hayan superado solo se tendrán que examinar de la materia correspondiente al segundo parcial en la convocatoria ordinaria (no así en la extraordinaria, donde se acude con todo el temario de la asignatura). Los exámenes finales de la convocatoria ordinaria y extraordinaria serán presenciales <p>Identificación de estudiantes: Será de tipo avanzado. Se procederá a la identificación de los estudiantes presentados mediante la herramienta TAREA del Campus a través de la cual tendrán que enviar una imagen escaneada o foto de su carnet de estudiante o, en su ausencia, de su DNI, NIE o pasaporte junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético. Esta identificación se debe hacer durante los 30 minutos previos al comienzo del examen. Esta documentación se destruirá tras finalizar el plazo legal de guarda de exámenes, guardándose, como los exámenes, en servidores oficiales de la UCM.</p> <p>Tipo de examen: dado que la asignatura se evalúa tradicionalmente por parciales, además de tener los exámenes ordinario y extraordinario, estos últimos se dividirán en dos partes, cada una orientada a evaluar conocimientos, habilidades y capacidades</p>



propias de cada uno de los parciales. Cada parte se divide a su vez en preguntas cortas de teoría y en problemas numéricos. Se realizará primero la parte correspondiente al primer parcial, facilitando de forma secuencial la parte de teoría, el primer problema y el segundo problema. Las partes teóricas se implementarán en Moodle a través de cuestionarios de preguntas breves y abiertas. Los problemas se abrirán secuencialmente como tareas a realizar de forma manuscrita y firmando cada página de la solución, dando el suficiente tiempo a los estudiantes para que resuelvan el ejercicio, lo escaneen en formato pdf y lo suban a la plataforma Moodle en la tarea abierta. A continuación se abrirá la siguiente tarea con el enunciado del siguiente ejercicio para que los estudiantes resuelvan y envíen de forma idéntica.

Seguimiento de los estudiantes durante la prueba: De tipo avanzado. Se utilizará la herramienta “Chat” de Google Meet para la resolución de dudas y quedará también a disposición de los estudiantes, como opciones, el email o el chat de Doodle. Durante el examen los estudiantes deberán estar conectados con micrófono y cámara encendidos a una sesión Google Meet con la extensión Grid (en su defecto, deberán usar el móvil conectado al PC como cámara). En cualquier momento el profesor puede requerir a cualquier estudiante que identifique su presencia mediante voz y vídeo.

Mecanismo de revisión presencial previsto: La revisión del examen será **síncrona** previa solicitud de los estudiantes (el plazo de solicitud será de cuatro días hábiles desde la publicación de las calificaciones) y se llevará a cabo mediante la herramienta **Google Meet**. El estudiante deberá detallar en la solicitud los documentos cuya calificación quiera revisar (teoría y/o problema; número de problema) a fin de organizar la documentación para la sesión de revisión.

Los exámenes y demás evidencias utilizadas para la evaluación se almacenarán en el Campus Virtual, de manera que sean accesibles para todos los profesores de la asignatura. Las reclamaciones debidas a problemas técnicos serán identificadas y notificadas previamente a la publicación de las notas.

Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia: Las sesiones de Google Meet (más de una si es preciso para mejor seguir y acomodar a los estudiantes) serán grabadas.



CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
	Entregable-3	V	4 04 2020			
	Entregable-4	V	20 05 2020			
	Entregable final redes	V	1 07 2020			
	Examen final	V	1 07 2020	Examen Final	P	2 09 2020
DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	V	1 07 2020			



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
5.1 Cinética aplicada a reacciones de polimerización	Teoría y Seminario	1	1	1ª Semana del 30 de marzo	1ª Semana del 30 de marzo
5.2 Reactores de polimerización	Teoría	1	1	2ª Semana del 14 de abril	2ª Semana del 14 de abril
5.2 Problemas de caracterización/cinética de polímeros	Seminario	1	1	3ª Semana del 20 de abril	3ª Semana del 20 de abril
5.2 Reactores electro-foto-sonoquímicos	Teoría y Seminario	1	1	4ª Semana del 27 de abril	4ª Semana del 27 de abril
6.1. Energía y residuos nucleares	Teoría y Seminario	1	1	5ª Semana del 4 de mayo	5ª Semana del 4 de mayo
6.1. Reactores nucleares	Teoría y Seminario	1	1	6ª Semana del 11 de mayo	6ª Semana del 11 de mayo
Seguimiento a grupos de Redes de Reacción	Actividad práctica	5	6	1ª Semana del 30 de marzo	6ª Semana del 11 de mayo
Exposición oral del trabajo de redes	Actividad práctica	1	6	7ª Semana del 25 de mayo	8ª Semana del 25 de mayo



ADAPTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS A LA DOCENCIA VIRTUAL
(2º semestre del curso 2019 -20)

TÍTULO DE LA PRÁCTICA	SESIONES	HORAS/ SESIÓN	METODOLOGÍA	ENTREGABLES
Práctica 3 Redes de reacción	6	1 por grupo y tutor	<p>Tutorías concertadas tutor-grupo de estudiantes. Se utilizan Google Meet y Microsoft Teams para dichas reuniones.</p> <p>Entrega por tareas del CV de las partes del trabajo solicitadas por los tutores y de la entrega final.</p>	<p>Entregable 3. Modelos cinéticos de las redes de reacción en estudio.</p> <p>Entregable 4. Aplicación de dichos modelos al diseño de reactores sencillos.</p> <p>Entregable final. Versión compilada y corregida de los entregables anteriores.</p>
Especificaciones	<p>Las prácticas que conllevan estancia en laboratorio se hicieron presencialmente en el primer parcial y en enero-febrero de 2020. La práctica 3 de estudio y cálculos sobre una determinada red de reacciones relativa a un proceso industrial de interés comenzó a finales del primer cuatrimestre y ya se han recogido dos entregables de la misma en enero y febrero. Los dos entregables que quedan y el final se dan a los tutores vía tareas programadas en el Campus Virtual. Las sesiones de tutoría y seguimiento se están llevando a través de Google Meet y Microsoft Teams en las fechas acordadas entre tutor y estudiantes de cada grupo</p>			



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	V	NP	Total	C
Clases de teoría y seminarios	No hay modificaciones	No hay modificaciones con docencia mixta : atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto : participación presencial y telemática	No hay modificaciones	9	6	28,5	37,5	10%
Actividades prácticas	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	6	6	24	15	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	3		22,5	25,5	70%

P : Presenciales; V: Virtuales NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 8 de abril de 2020

Nº de revisiones: 2

Fecha última revisión: 1 de junio de 2020



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

PRIMERA REVISIÓN

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL (2º semestre del curso 2019 -20)				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD (Solo afecta al segundo cuatrimestre)	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas y seminarios	15	22,5	1,5
	Presenciales:	9		
	Virtuales:	6		
	Actividades prácticas	12	18	1,2
Presenciales:	6			
Virtuales:	6			
Exámenes / Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3	
Presenciales:	3			



<p>VII. METODOLOGÍA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las sesiones de seminario y teoría en virtual se realizarán bien mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual, bien mediante presentaciones de PowerPoint con audios. Las sesiones síncronas serán grabadas y quedarán a disposición de los estudiantes. • Se habilitará foros en el Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. • Se utilizarán las aplicaciones Skype, Collaborate, Google Meet o Teams para tutorías en función del número de asistentes y la funcionalidad temporal de cada herramienta. 			
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>			
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes: se realizarán dos exámenes finales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. • Queda anulado el segundo parcial de la asignatura, en línea con lo indicado por el Decanato de la Facultad para todos los títulos de Grado y Máster. • Habiendo realizado ya el primer parcial de la asignatura, éste cobra carácter de examen liberatorio. Los estudiantes que lo hayan superado solo se tendrán que examinar de la materia correspondiente al segundo parcial en la convocatoria ordinaria (no así en la extraordinaria, donde se acude con todo el temario de la asignatura). Los exámenes finales de la convocatoria ordinaria y extraordinaria serán presenciales 			



CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	Entregable-3	V	4 04 2020			
	Entregable-4	V	20 05 2020			
	Entregable final redes	V	1 07 2020			
	Examen final	P	1 07 2020	Examen Final	P	2 09 2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	P	1 07 2020		



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
5.1 Cinética aplicada a reacciones de polimerización	Teoría y Seminario	1	1	1ª Semana del 30 de marzo	1ª Semana del 30 de marzo
5.2 Reactores de polimerización	Teoría	1	1	2ª Semana del 14 de abril	2ª Semana del 14 de abril
5.2 Problemas de caracterización/cinética de polímeros	Seminario	1	1	3ª Semana del 20 de abril	3ª Semana del 20 de abril
5.2 Reactores electro-foto-sonoquímicos	Teoría y Seminario	1	1	4ª Semana del 27 de abril	4ª Semana del 27 de abril
6.1. Energía y residuos nucleares	Teoría y Seminario	1	1	5ª Semana del 4 de mayo	5ª Semana del 4 de mayo
6.1. Reactores nucleares	Teoría y Seminario	1	1	6ª Semana del 11 de mayo	6ª Semana del 11 de mayo
Seguimiento a grupos de Redes de Reacción	Actividad práctica	5	6	1ª Semana del 30 de marzo	6ª Semana del 11 de mayo
Exposición oral del trabajo de redes	Actividad práctica	1	6	7ª Semana del 25 de mayo	8ª Semana del 25 de mayo



ADAPTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS A LA DOCENCIA VIRTUAL
(2º semestre del curso 2019 -20)

TÍTULO DE LA PRÁCTICA	SESIONES	HORAS/ SESIÓN	METODOLOGÍA	ENTREGABLES
Práctica 3 Redes de reacción	6	1 por grupo y tutor	<p>Tutorías concertadas tutor-grupo de estudiantes. Se utilizan Google Meet y Microsoft Teams para dichas reuniones.</p> <p>Entrega por tareas del CV de las partes del trabajo solicitadas por los tutores y de la entrega final.</p>	<p>Entregable 3. Modelos cinéticos de las redes de reacción en estudio.</p> <p>Entregable 4. Aplicación de dichos modelos al diseño de reactores sencillos.</p> <p>Entregable final. Versión compilada y corregida de los entregables anteriores.</p>
Especificaciones	<p>Las prácticas que conllevan estancia en laboratorio se hicieron presencialmente en el primer parcial y en enero-febrero de 2020. La práctica 3 de estudio y cálculos sobre una determinada red de reacciones relativa a un proceso industrial de interés comenzó a finales del primer cuatrimestre y ya se han recogido dos entregables de la misma en enero y febrero. Los dos entregables que quedan y el final se dan a los tutores vía tareas programadas en el Campus Virtual. Las sesiones de tutoría y seguimiento se están llevando a través de Google Meet y Microsoft Teams en las fechas acordadas entre tutor y estudiantes de cada grupo</p>			



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	V	NP	Total	C
Clases de teoría y seminarios	No hay modificaciones	No hay modificaciones con docencia mixta : atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto : participación presencial y telemática	No hay modificaciones	9	6	28,5	37,5	10%
Actividades prácticas	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	6	6	24	15	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	3		22,5	25,5	70%

P : Presenciales; V: Virtuales NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 8 de abril de 2020

Nº de revisiones: 1

Fecha última revisión: 7 de mayo de 2020



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD (Solo afecta al segundo cuatrimestre)	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas y seminarios	15	22,5	1,5
	Presenciales:	9		
	Virtuales:	6		
	Actividades prácticas	12	18	1,2
	Presenciales:	6		
	Virtuales:	6		
Exámenes / Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3	
Presenciales:	3			



<p>VII. METODOLOGÍA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las sesiones de seminario y teoría en virtual se realizarán bien mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual, bien mediante presentaciones de PowerPoint con audios. • Se habilitará foros en el Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. • Se utilizarán las aplicaciones Skype, Collaborate, Google Meet o Teams para tutorías en función del número de asistentes y la funcionalidad temporal de cada herramienta.
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes: se realizarán dos exámenes finales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. • Queda anulado el segundo parcial de la asignatura, en línea con lo indicado por el Decanato de la Facultad para todos los títulos de Grado y Máster. • Habiendo realizado ya el primer parcial de la asignatura, éste cobra carácter de examen liberatorio. Los estudiantes que lo hayan superado solo se tendrán que examinar de la materia correspondiente al segundo parcial en la convocatoria ordinaria (no así en la extraordinaria, donde se acude con todo el temario de la asignatura).



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
5.1 Cinética aplicada a reacciones de polimerización	Teoría y Seminario	1	1	1ª Semana del 30 de marzo	1ª Semana del 30 de marzo
5.2 Reactores de polimerización	Teoría	1	1	2ª Semana del 14 de abril	2ª Semana del 14 de abril
5.2 Problemas de caracterización/cinética de polímeros	Seminario	1	1	3ª Semana del 20 de abril	3ª Semana del 20 de abril
5.2 Reactores electro-foto-sonoquímicos	Teoría y Seminario	1	1	4ª Semana del 27 de abril	4ª Semana del 27 de abril
6.1. Energía y residuos nucleares	Teoría y Seminario	1	1	5ª Semana del 4 de mayo	5ª Semana del 4 de mayo
6.1. Reactores nucleares	Teoría y Seminario	1	1	6ª Semana del 11 de mayo	6ª Semana del 11 de mayo
Seguimiento a grupos de Redes de Reacción	Actividad práctica	5	6	1ª Semana del 30 de marzo	6ª Semana del 11 de mayo
Exposición oral del trabajo de redes	Actividad práctica	1	6	7ª Semana del 25 de mayo	8ª Semana del 25 de mayo



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría y seminarios	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	9	28,5	37,5	10%
Actividades prácticas	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	6	24	15	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	3	22,5	25,5	70%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 08 de marzo de 2020

Nº de revisiones:

Fecha última revisión: