



Guía Docente y Adenda:

INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA



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

**I.- IDENTIFICACIÓN**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Ingeniería de la Reacción Química
NÚMERO DE CRÉDITOS:	12
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Ingeniería de la Producción Química
MÓDULO:	Tecnología Química
TITULACIÓN:	Grado en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Anual (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57A e-mail: aurasan@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: srvega@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: carmdomi@ucm.es

II.- OBJETIVOS**■ OBJETIVO GENERAL**

Introducir al alumno en la Ingeniería de la Reacción Química con el fin de que adquiriera un conocimiento claro de la metodología empleada en el diseño de los reactores químicos y pueda aplicarla a diferentes situaciones que se presentan en la industria química y en instalaciones destinadas a la transformación de sustancias contaminantes. Conseguir que logre destreza en la identificación y descripción cuantitativa de los fenómenos que determinan el comportamiento de los reactores químicos, en la formulación de modelos cinéticos de reacciones y de reactores, en la obtención e interpretación de datos cinéticos, en la simulación numérica de diferentes tipos de reactores y, finalmente, que disponga de criterios claros para seleccionar reactores y condiciones de operación apropiadas para llevar a cabo procesos de fabricación o de transformación en instalaciones industriales.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular modelos cinéticos para reacciones homogéneas y heterogéneas.



- Obtener e interpretar información cinética de reacciones simples y múltiples.
- Conocer la formulación, preparación y caracterización de catalizadores empleados en procesos catalíticos industriales.
- Analizar la influencia de las etapas físicas en las reacciones polifásicas.
- Valorar el efecto de las principales variables (temperatura, composición, área interfacial, tamaño partículas, etc.) en la velocidad de reacción observada.
- Conocer y clasificar los diversos tipos de reactores químicos atendiendo a criterios de circulación y número de fases.
- Ser capaz de modelar el comportamiento de los diversos tipos de reactores químicos en función de las variables de entrada, condiciones hidrodinámicas del proceso y sistema de intercambio de calor.
- Seleccionar la configuración de reactor más conveniente para llevar a cabo un determinado proceso químico, en función de sus características específicas.
- Analizar la estabilidad de los diversos reactores químicos.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Termodinámica Aplicada. Bases de la Ingeniería. Matemáticas. Física. Cálculo Numérico.

■ RECOMENDACIONES:

Es conveniente tener conocimientos de software de cálculo científico.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Cinética de reacciones químicas. Métodos de análisis de datos cinéticos. Catálisis. Tipos de reactores químicos. Modos de operación del reactor en la industria química. Ecuaciones básicas de diseño del reactor. Reactores reales. Experimentación para la determinación de ecuaciones cinéticas. Experimentación con reactores químicos.

■ PROGRAMA:

1. Concepto de la Ingeniería de la Reacción Química. Fundamentos científicos. Análisis y modelado de los reactores químicos.
2. Reactores químicos. Reactores más frecuentes en la industria. Reactores ideales.
3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Reactor discontinuo, reactor continuo de mezcla completa y reactor continuo tubular de flujo pistón. Flujo No Ideal.
4. Cinética Química Aplicada. Modelos mecanísticos y empíricos. Obtención e interpretación de datos cinéticos. Discriminación de modelos y estimación de parámetros.
5. Efectos térmicos en reactores químicos ideales.
6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas. Reacciones en paralelo, serie, serie-paralelo.



7. Reactores heterogéneos. Tipos y aplicaciones.
8. Reactores de Lecho Fijo. Catálisis heterogénea. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
9. Reactores de Lecho Fluidizado. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
10. Reactores Gas-Sólido no catalíticos. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
11. Reactores Fluido-Fluido no miscibles. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.

V.- COMPETENCIAS

■ GENÉRICAS:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG1-TQ2:** Diseñar y gestionar procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y de 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.
- **CG4-TQ1:** Aplicar conceptos de biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química. Diseñar reactores, y evaluar la transformación de materias primas y recursos energéticos.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE20-IP4:** Reconocer los fundamentos de las operaciones básicas y de la ingeniería de la reacción química.
- **CE20-IP5:** Realizar cálculos sencillos de operaciones básicas, cinética química y diseño de reactores ideales.
- **CE20-IP6:** Calcular los parámetros básicos de diseño de reactores.
- **CE20-IP7:** Analizar el comportamiento de reactores químicos.
- **CE22-IP1:** Aplicar los métodos que permiten formular los modelos cinéticos y calcular los parámetros cinéticos.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Tecnología Química.
- **CT4-TQ1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de la Tecnología Química.
- **CT5-TQ2:** Consultar, utilizar y analizar bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.



- **CT6-TQ1:** Utilizar herramientas y programas informáticos para calcular, simular y aproximar.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT12-TQ1:** Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	65	85	6
Seminarios	26	31,5	2,3
Tutorías/Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Laboratorios	30	22,5	2,1
Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1
Total	133	167	12

VII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, divididas en dos tipos:

- Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados.

Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará **la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor**, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. **La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc.**

- Las **clases presenciales de problemas.** Periódicamente se suministrará al alumno una relación de problemas/ejercicios. Algunos de estos ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y otros se propondrán al alumno para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Posteriormente se discutirán los resultados de estos problemas, en grupos reducidos.



- Las **clases presenciales de laboratorio**. A lo largo del curso se realizarán tres prácticas de laboratorio, con asistencia obligatoria. En ellas, el alumno -trabajando en grupos de reducido tamaño- obtendrá datos en un sistema experimental y aplicará los conceptos, habilidades y destrezas adquiridos en las clases de teoría y problemas para su análisis e interpretación. El alumno elaborará de forma individual un guión de la práctica, donde presentará el objeto de la práctica, la experimentación realizada, los resultados experimentales obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las conclusiones alcanzadas. Antes de la realización de las prácticas el alumno deberá realizar un cuestionario donde demuestre que conoce los fundamentos de la práctica que va a realizar. Se calificará tanto el trabajo realizado en el laboratorio como el guión individual presentado.
- En las **actividades dirigidas** los alumnos deberán **realizar** algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos aprendan a realizar búsquedas bibliográficas para obtener la información necesaria para resolver un problema abierto y orientado hacia la realidad industrial, a analizarla, valorarla y aplicarla. Los trabajos propuestos a cada alumno incluyen, además del trabajo bibliográfico, métodos de cálculo, interpretación de resultados y elaboración del correspondiente informe. **Sería conveniente, si el número de alumnos lo permite, que el alumno presente su trabajo en clase una vez finalizado, respondiendo además a las cuestiones que planteen el profesor y los compañeros.**
- Las **tutorías** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos
- Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Levenspiel, O.: "*Ingeniería de las Reacciones Químicas*", 2ª Ed. Reverté. 1981; 3ª Ed., John Wiley, 1999.
- Fogler, H.S.: "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3ª Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1999.
- Froment, F.F. y Bischoff, K.B.: "*Chemical Reactor Analysis and Design*". 1ª Ed., John Wiley, 1979. 2ª Ed., 1990.
- Smith, J.M.: "*Ingeniería de la Cinética Química*", CECSA, 1981.
- Metcalfe, I.S.: "*Chemical Reaction Engineering. A first Course*", Oxford Science Publications, 1999.

**■ COMPLEMENTARIA:**

- González Velasco, J.R.; González Marcos, M.A.; González Marcos, M.P., Gutiérrez Ortiz, J.I. y Gutiérrez Ortiz, M.A.: “*Cinética Química Aplicada*”, Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- Santamaría, J., Erguido, J., Menéndez, M.A. y Monzón, A.: “*Ingeniería de Reactores*”, Ed. Síntesis. Madrid, 1999.
- Villiermaux, J.: “*Genie de la reaction chimique. Conception et fonctienement des reacteurs*”, Lavoisier, 1982.
- Missen, R.W, Mins, C.A. y Saville, B.A.: “*Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics*”, Wiley, 1999.
- Westertep, K.R., van Swaaij, W.P.M. y Beenackers, A.A.C.C.: “*Chemical Reactor Design and Operation*”, Wiley, 2ª Ed., 1984.

IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en **todas las convocatorias**:

■ EXÁMENES ESCRITOS:**70 %**

Se realizarán dos exámenes parciales, uno al final del primer semestre y otro al final del curso, correspondientes al temario de la asignatura. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70% a la nota global. Si la calificación obtenida en el primer parcial es inferior a 4, no se podrá presentar al segundo parcial, y tendrá que realizar el examen final de toda la asignatura.

Los alumnos cuya media de los exámenes parciales sea igual o superior a 4 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final de toda la asignatura contribuirá en un 70% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura. Este último criterio se mantendrá para la convocatoria extraordinaria.

■ TRABAJO PERSONAL:**30 %**

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se realizará teniendo en cuenta los factores:

- Destreza del alumno en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en las clases presenciales.
- Valoración del trabajo en las clases presenciales de problemas y en tutorías.



- Valoración del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio (asistencia obligatoria).

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:**

Para poder acceder a la evaluación global de la asignatura, el estudiante debe haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría y seminarios y tutorías) y haber asistido a las clases de laboratorio.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En especial, las notas de los exámenes parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final. En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

El programa se desarrollará con el siguiente esquema (los temas están ordenados cronológicamente):

TEMA	CUATRIMESTRE
<i>1. Concepto de Ingeniería de la Reacción Química</i>	1
<i>2. Reactores químicos</i>	1
<i>3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Flujo No ideal</i>	1
<i>4. Cinética Química Aplicada</i>	1
<i>5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.</i>	2
<i>6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas</i>	2
<i>7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea</i>	2
<i>8. Reactores de lecho fijo</i>	2
<i>9. Reactores de lecho fluidizado</i>	2
<i>10. Reactores gas-sólido</i>	2
<i>11. Reactores fluido-fluido no miscibles</i>	2

Las clases de laboratorios y las tutorías se harán en grupos reducidos.



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 (30 de marzo a 29 de Mayo de 2020)	
I. PROFESORES RESPONSABLES	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57A e-mail: aurasan@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: srvega@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: carmdomi@ucm.es
Seminario-Tutoría	Profesor: DAVID LORENZO FERNANDEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Laborat: QA-B60 e-mail: dlorenzo@ucm.es



IV. CONTENIDOS	NO HAY MODIFICACIONES
V. COMPETENCIAS y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda. Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda



VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	65	85	6
	Presenciales:	53,5		
	Virtuales:	11,5		
	Seminarios	26	31,5	2,3
	Presenciales:	15		
	Virtuales:	11		
	Tutorías / Trabajos dirigidos	6	9	0,6
	Presenciales:	3		
	Virtuales:	3		
	Prácticas de laboratorio	30	22,5	2,1
	Presenciales:	30		
	Virtuales:			
	Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1
	Presenciales:	3		
	Virtuales:	3		



<p>VII. METODOLOGÍA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las sesiones de teoría, seminario y tutorías se realizarán mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual (CV), utilizando presentaciones de PowerPoint narrada o videos demostrativos. La documentación adicional necesaria (presentación del PP utilizada, etc) será accesible en el CV (con las indicaciones sobre propiedad intelectual de todos los materiales que se notifican en el CV). • Las clases virtuales de teoría, seminarios y tutoría que se impartan mediante Collaborate se realizarán en el horario asignado al inicio de curso a las clases presenciales. Se avisará en el CV de cuando se realizan clases con Collaborate. Las clases síncronas en Collaborate quedarán grabadas en el CV. • Se habilitará el foro del Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. También podrán enviarse dudas mediante el correo electrónico del CV. • Se utilizará la aplicación Collaborate, Google Meet o Zoom para tutorías y seminarios individualizados o en grupos reducidos. • Los estudiantes podrán entregar los guiones de prácticas, trabajos solicitados en las tutorías y seminarios al profesor correspondiente a través del CV. Se habilitarán los enlaces para ello.
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El segundo parcial se realizará en la fecha del examen final ordinario y formará parte de éste. El examen final ordinario, <u>que se realizará de manera no presencial</u>, constará de dos partes diferenciadas, una correspondiente al primer parcial y otra al segundo. Aquellos estudiantes que hayan superado el primer parcial con calificación igual o superior a 4 pueden elegir entre realizar sólo la parte del segundo parcial en el examen final ordinario o realizar todo el examen final ordinario. El resto de condiciones para aprobar mediante exámenes parciales o examen final no se modifica



El examen final ordinario tendrá el siguiente desarrollo:

Identificación de estudiantes.

- El nivel de identificación para los estudiantes en el examen final será avanzado. Además de por su usuario y contraseña UCM (intransferible y cuya cesión a terceros constituye motivo de expediente disciplinario) se realizará, antes del inicio de la prueba, la identificación de cada estudiante mediante webcam, donde cada uno de los estudiantes deberá mostrar un documento identificativo válido.
- Para la videoconferencia se utilizará una sesión de Collaborate o de Google Meet.
- En caso de no disponer de webcam el estudiante grabará un pequeño vídeo en el que aparezca su documento de identidad y su imagen delante de la pantalla del CV en algún momento de la prueba. También se le puede requerir al finalizar el examen una foto suya delante de las tareas manuscritas. Cuando se requiera la grabación de estos videos o fotos se habilitará una tarea en el CV donde el estudiante los subirá, en el plazo de tiempo indicado, tras la realización del examen.

Tipo de examen.

- El examen final constará de cuatro partes, cada una de ellas de 45 minutos. Dos de ellas correspondientes a la materia de los temas 1 a 4, inclusive, y las otras dos corresponden a los contenidos de los temas 5 a 11, inclusive. Se realizarán primero las partes correspondientes a los temas 5 a 11 (partes A y B) y los estudiantes que alcanzaron en el primer parcial una calificación igual o superior a 4 pueden decidir no realizar el examen de las partes relativas a los temas 1 a 4 (partes C y D), manteniendo para estas partes la calificación obtenida en el primer parcial. El resto de condiciones para aprobar mediante exámenes parciales o examen final no se modifica
- Las partes A y C incluyen un cuestionario de respuesta múltiple que se lanzará a través del CV de la asignatura. Se penalizarán las respuestas erróneas en función del número de posibles respuestas. Las respuestas en blanco no se penalizarán. El



orden en el que aparecerán estas preguntas será aleatorio para los estudiantes y no se podrán revisar las respuestas. El grado de dificultad y tiempo para cada respuesta será adecuado a estas particularidades. En las partes A y C habrá también alguna cuestión breve de desarrollo cuya solución subirá cada estudiante al CV antes de la finalización de cada parte A o C.

- Las partes B y D corresponden a la resolución de problemas breves. Mediante una tarea habilitada para ello en el CV cada estudiante subirá al final de cada parte sus respuestas, y en un único archivo pdf. Cada estudiante tendrá en cada una de estas partes B y D un examen con el mismo grado de dificultad pero con ligeras diferencias en el enunciado. Cada estudiante podrá descargar su enunciado en el CV al principio de la prueba.
- Entre las partes A y B o C y D habrá un descanso estimado de 5 min y entre las B y C un descanso de unos 10 min. Con antelación suficiente a la fecha del examen ordinario se realizará un simulacro de las partes A y B. Se avisará de este simulacro con la antelación necesaria.

Las situaciones sobrevenidas durante las pruebas, sean de tipo general o particular, deben comunicarse el día del examen ordinario, y se resolverán convenientemente. Bien ampliando el plazo de realización de la prueba o mediante soluciones individuales (repetición del examen de modo oral a algún estudiante cuando se considere justificado).

- Previamente al examen, el estudiante deberá enviar, mediante un documento firmado que subirá a una tarea del CV, su aceptación de las normas para no participar en la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos. La realización de la prueba supone la aceptación de esas normas por parte del estudiante.
- El equipo docente de la asignatura puede pedir a cualquier estudiante en particular sobre el que tenga dudas por copia o ayuda de terceros, una revisión mediante entrevista virtual de su examen, es decir, repetirle las preguntas del examen y que él o ella defienda de forma oral sus respuestas. La nota asociada al examen se obtendrá entonces como resultado de esta entrevista.



Seguimiento de estudiantes durante la prueba.

- El correcto desarrollo de las pruebas se observará mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual. También se seguirá el desarrollo de la prueba mediante videoconferencia (en Google Meet o Collaborate). Se considerará de modo individual la situación de aquellos estudiantes que no dispongan de webcam y que lo hayan comunicado previamente. Se recabará información sobre los medios de conectividad de los estudiantes mediante una encuesta en el CV de la asignatura, realizada con antelación suficiente.
- Si fuera necesario por motivos justificados la repetición del examen a algún estudiante mediante una prueba oral, ésta será grabada y realizada con programas de videoconferencia que garanticen la protección de datos y el uso de los mismos (Google Meet o Collaborate)

Mecanismo de revisión no presencial previsto

- Los profesores responsables de la evaluación publicarán las calificaciones del examen final en el Campus Virtual con la antelación suficiente para que los estudiantes puedan llevar a cabo la revisión con anterioridad a la finalización del plazo de entrega de actas. En las pruebas realizadas de tipo Tarea o Cuestionario las evidencias imprescindibles para la revisión estarán disponibles en el CV. Si ha sido necesaria la realización de alguna prueba oral a algún estudiante se dispondrá de la correspondiente grabación.
- En los plazos habilitados por los profesores responsables de la asignatura, el estudiante podrá solicitar la revisión (justificando esta solicitud) de alguna/s calificación/es del examen final mediante un correo enviado a través del CV. En estos casos, se acordará con el estudiante una hora para una reunión individual de éste con los profesores, cuya finalidad será la revisión de calificaciones solicitada. Esta reunión se realizará dentro del plazo habilitado y publicado para ello por los profesores de la asignatura, se realizará mediante Google Meet o



Collaboarte y será grabada.

Mecanismo empleado para la documentación/ grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia.

- Los cuestionarios elaborados durante el examen y los documentos enviados en las tareas se guardarán en los espacios correspondientes del CV. Las grabaciones realizadas durante el examen final no se podrán utilizar para fines distintos que la identificación de los estudiantes o el seguimiento de la realización de esta prueba. Las grabaciones realizadas durante la entrevista para la revisión de las calificaciones solicitada por un estudiante sólo podrán utilizarse para este fin. Se mantendrán únicamente durante el tiempo previsto en la normativa académica para la conservación de las pruebas de evaluación, custodiadas en los servidores de la UCM, nunca en dispositivos privados, y podrán acceder a ellas los profesores de la asignatura.



CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1º PARCIAL	P	15-1-2020			
	Tutoría 1	P	22-10-2020			
	Tutoría 2	V	16-04-2020			
	Examen Final Ordinario	V	01-07-2020	Examen Final Extraordinario	P	1-09-2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Entrega Informes Laboratorio	V	31-01-2020 1-04-2020		
	Exámenes Laboratorio	P	11-12-2019 13-12-2019 27-02-2020 5-03-2020			
OTROS	Trabajo personal	V	12-06-2020			



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ON LINE-CRONOGRAMA (30 marzo-29 mayo)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO (Semana)	fin (Semana)
<i>5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.</i>	Clases Seminario	0		
	Tutoría programada	1	SEM 2	SEM. 2
<i>6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas</i>	Clases de Teoría	0		
	Clases Seminario	2,5	SEM. 2	SEM. 2
<i>7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea</i>	Clases de Teoría	3	SEM. 1	SEM 2
	Clases Seminario	1	SEM 4	SEM 4
<i>8. Reactores de lecho fijo</i>	Clases de Teoría	3	SEM 3	SEM 4
	Clases Seminario	4	SEM 3	SEM 6
<i>9. Reactores de lecho fluidizado</i>	Clases de Teoría	2	SEM 5	SEM 5
	Clases Seminario	1	SEM 6	SEM 6
<i>10. Reactores gas-sólido</i>	Clases de Teoría	2,5	SEM 7	SEM 7
	Clases Seminario	2,5	SEM 7	SEM 8
<i>11. Reactores fluido-fluido no miscibles</i>	Clases Teoría	1	SEM 8	SEM 8

Horarios de clases on line

Las clases síncronas con Collaborate se realizan en el horario de la programación original y quedarán grabadas en el CV

Grupo	Horario	Aula
Unico	Martes, Jueves 9:30-10:30	docencia online
Desdoble	Viernes (10:30-12:00)	docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Clases de teoría	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	53,5/11,5	85	150	-
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	15/11	31,5	57,5	-
Laboratorio	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	30	22,5	52,5	15%
Tutorías/ Actividades Dirigidas	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	3/3	9	15	15%
Exámenes	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	3/3	19	25	70%

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

Fecha realización: 8/04/2020

Nº de revisiones: 2

Fecha última revisión: 1/06/2020



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 (30 de 30 marzo a 29 de Mayo de 2020)

II. PROFESORES RESPONSABLES	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57A e-mail: aurasan@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: srvega@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: carmdomi@ucm.es
Seminario-Tutoría	Profesor: DAVID LORENZO FERNANDEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Laborat: QA-B60 e-mail: dlorenzo@ucm.es



IV. CONTENIDOS	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	<p>La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p> <p>Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda</p>			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	65	85	6
	Presenciales:	53,5		
	Virtuales:	11,5		
	Seminarios	26	31,5	2,3
	Presenciales:	15		
	Virtuales:	11		
	Tutorías / Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Presenciales:	3			
Virtuales:	3			
Prácticas de laboratorio	30	22,5	2,1	
Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1	



<p>VII. METODOLOGÍA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las sesiones de teoría, seminario y tutorías se realizarán mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual (CV), utilizando presentaciones de PowerPoint narrada o videos demostrativos. La documentación adicional necesaria (presentación del PP utilizada, etc) será accesible en el CV (con las indicaciones sobre propiedad intelectual de todos los materiales que se notifican en el CV). • Las clases virtuales de teoría, seminarios y tutoría que se impartan mediante <i>Collaborate</i> se realizarán en el horario asignado al inicio de curso a las clases presenciales. Se avisará en el CV de cuando se realizan clases con <i>Collaborate</i>. Las clases síncronas en <i>Collaborate</i> quedarán grabadas en el CV. • Se habilitará el foro del Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. También podrán enviarse dudas mediante el correo electrónico del CV. • Se utilizará la aplicación <i>Collaborate</i>, <i>Google Meet</i> o <i>Zoom</i> para tutorías y seminarios individualizados o en grupos reducidos. • Los estudiantes podrán entregar los guiones de prácticas, trabajos solicitados en las tutorías y seminarios al profesor correspondiente a través del CV. Se habilitarán los enlaces para ello.
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<p>El segundo parcial se realizará en la fecha del examen final ordinario y formará parte de éste. El examen final constará de dos partes diferenciadas, una correspondiente al primer parcial y otra al segundo. Aquellos estudiantes que hayan superado el primer parcial con calificación igual o superior a 4 pueden elegir entre realizar sólo la parte del segundo parcial en el examen final ordinario o realizar todo el examen final ordinario. El resto de condiciones para aprobar mediante exámenes parciales o examen final no se modifica</p>



CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1º PARCIAL	P	15-1-2020			
	Tutoría 1	P	22-10-2020			
	Tutoría 2	V	16-04-2020			
	Examen Final Ordinario	P	01-07-2020	Examen Final	P	1-09-2020
DOCENCIA LABORATORIOS	Entrega Informes Laboratorio	V	31-01-2020 1-04-2020			
	Exámenes Laboratorio	P	11-12-2019 13-12-2019 27-02-2020 5-03-2020			
OTROS	Trabajo personal	V	12-06-2020			



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ON LINE-CRONOGRAMA (30 marzo-29 mayo)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO (Semana)	fin (Semana)
<i>5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.</i>	Clases Seminario	0		
	Tutoría programada	1	SEM 2	SEM. 2
<i>6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas</i>	Clases de Teoría	0		
	Clases Seminario	2,5	SEM. 2	SEM. 2
<i>7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea</i>	Clases de Teoría	3	SEM. 1	SEM 2
	Clases Seminario	1	SEM 4	SEM 4
<i>8. Reactores de lecho fijo</i>	Clases de Teoría	3	SEM 3	SEM 4
	Clases Seminario	4	SEM 3	SEM 6
<i>9. Reactores de lecho fluidizado</i>	Clases de Teoría	2	SEM 5	SEM 5
	Clases Seminario	1	SEM 6	SEM 6
<i>10. Reactores gas-sólido</i>	Clases de Teoría	2,5	SEM 7	SEM 7
	Clases Seminario	2,5	SEM 7	SEM 8
<i>11. Reactores fluido-fluido no miscibles</i>	Clases Teoría	1	SEM 8	SEM 8

Horarios de clases on line

Las clases síncronas con Collaborate se realizan en el horario de la programación original y quedarán grabadas en el CV

Grupo	Horario	Aula
Unico	Martes, Jueves 9:30-10:30	docencia online
Desdoble	Viernes (10:30-12:00)	docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Clases de teoría	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	53,5/11,5	85	150	-
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	15/11	31,5	57,5	-
Laboratorio	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	30	22,5	52,5	15%
Tutorías/ Actividades Dirigidas	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	3/3	9	15	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	6	19	25	70%

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

Fecha realización: 8/04/2020

Nº de revisiones: 1

Fecha última revisión: 8/05/2020



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 (30 de 30 marzo a 29 de Mayo de 2020)	
III. PROFESORES RESPONSABLES	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: AURORA SANTOS LÓPEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57A e-mail: aurasan@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: srvega@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA B57B e-mail: carmdomi@ucm.es
Seminario-Tutoría	Profesor: DAVID LORENZO FERNANDEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Laborat: QA-B60 e-mail: dlorenzo@ucm.es
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES
V. COMPETENCIAS y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	<p>La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p> <p>Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en</p>



	esta adenda.			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	65	85	6
	Presenciales:	53,5		
	Virtuales:	11,5		
	Seminarios	26	31,5	2,3
	Presenciales:	15		
	Virtuales:	11		
	Tutorías / Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Presenciales:	3			
Virtuales:	3			
Prácticas de laboratorio	30	22,5	2,1	
Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1	
VII. METODOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Las sesiones de teoría, seminario y tutorías se realizarán mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> disponible en el Campus Virtual (CV), utilizando presentaciones de PowerPoint narrada o videos demostrativos. La documentación adicional necesaria (presentación del PP utilizada, etc) será accesible en el CV (con las indicaciones sobre propiedad intelectual de todos los materiales que se notifican en el CV). Los valores en sombreado están calculados para un periodo de clases on line desde 			



	<p>30 marzo a 29 de mayo. Si este periodo terminase antes por indicaciones del Rectorado, parte las clases virtuales restantes podrían pasar a presenciales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las clases virtuales de teoría, seminarios y tutoría que se impartan mediante Collaborate se realizarán en el horario asignado al inicio de curso a las clases presenciales. Se avisará en el CV de cuando se realizan clases con Collaborate • Se habilitará el foro del Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes. También podrán enviarse dudas mediante el correo electrónico del CV. • Se utilizará la aplicación Collaborate, Google Meet o Zoom para tutorías y seminarios individualizados o en grupos reducidos. • Los estudiantes podrán entregar los guiones de prácticas, trabajos solicitados en las tutorías y seminarios al profesor correspondiente a través del CV. Se habilitarán los enlaces para ello.
<p>VIII. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>NO HAY MODIFICACIONES</p>
<p>IX. EVALUACIÓN</p>	<p>El segundo parcial se realizará en la fecha del examen final ordinario y formará parte de éste. El examen final constará de dos partes diferenciadas, una correspondiente al primer parcial y otra al segundo. Aquellos estudiantes que hayan superado el primer parcial con calificación igual o superior a 4 pueden elegir entre realizar sólo la parte del segundo parcial en el examen final ordinario o realizar todo el examen final ordinario. El resto de condiciones para aprobar mediante exámenes parciales o examen final no se modifica.</p>



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO) (la semana del 6 al 10 de abril no cuenta en la numeración)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO (Semana)	fin (Semana)
<i>5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.</i>	Clases Seminario	0		
	Tutoría programada	1	SEM 2	SEM. 2
<i>6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas</i>	Clases de Teoría	0		
	Clases Seminario	2,5	SEM. 2	SEM. 2
<i>7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea</i>	Clases de Teoría	3	SEM. 1	SEM 2
	Clases Seminario	1	SEM 4	SEM 4
<i>8. Reactores de lecho fijo</i>	Clases de Teoría	3	SEM 3	SEM 4
	Clases Seminario	4	SEM 3	SEM 6
<i>9. Reactores de lecho fluidizado</i>	Clases de Teoría	2	SEM 5	SEM 5
	Clases Seminario	1	SEM 6	SEM 6
<i>10. Reactores gas-sólido</i>	Clases de Teoría	2,5	SEM 7	SEM 7
	Clases Seminario	2,5	SEM 7	SEM 8
<i>11. Reactores fluido-fluido no miscibles</i>	Clases Teoría	1	SEM 8	SEM 8

Horarios de clases on line

Las clases con Collaborate se realizan en el horario de la programación original.

Grupo	Horario	Aula
Unico	Martes, Jueves 9:30-10:30	docencia online
Desdoble	Viernes (10:30-12:00)	docencia online

El día de la tutoría de este cuatrimestre se avisará en el CV, dentro del horario habilitado para tutorías, y en la semana 2.



Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Clases de teoría	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	53,5/11,5	85	150	-
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	15/11	31,5	57,5	-
Laboratorio	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	30	22,5	52,5	15%
Tutorías/ Actividades Dirigidas	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	3/3	9	15	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	6	19	25	70%
P : Presenciales; V: Virtual; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación								

Fecha realización: 8/04/2020