ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

GUIA DOCENTE

CURSO 2021/2022

Máster en Ingeniería Química (Plan 2018)

DATOS DE LA ASIGNATURA			
Nombre:			
Reología Industrial			
Denominación en inglés:			
Industrial Rheology			
Código:		**Carácter:**	
1180116		Optativo	
Horas:			
	Totales	**Presenciales**	**No presenciales**
Trabajo estimado:	112.5	45	67.5

Créditos:				
	Grupos reducidos			
Grupos grandes	**Aula estándar**	**Laboratorio**	**Prácticas de campo**	**Aula de informática**
2.5	0	2	0	0

Departamentos:	**Áreas de Conocimiento:**
Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales	Ingeniería Química
Curso:	**Cuatrimestre:**
1º - Primero	Segundo cuatrimestre

DATOS DE LOS PROFESORES			
Nombre:	**E-Mail:**	**Teléfono:**	**Despacho:**
*Valencia Barragán, Concepción	barragan@uhu.es	959218201	PB52/ETSI/Campus del Carmen

*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

1. Descripción de contenidos

1.1. Breve descripción (en castellano):

- Definición de Reología como ciencia aplicada.
- Clasificación reológica de materiales. Principios básicos de reometría: el flujo viscosimétrico.
- Flujo estacionario y transitorio de fluidos no Newtonianos: aplicaciones industriales. Inestabilidades durante el flujo.
- Medida de esfuerzos normales durante el flujo en cizalla.
- Reología extensional.
- Ecuaciones constitutivas de la viscoelasticidad lineal.
- Definición de las funciones viscoelásticas lineales: capacitancia, módulo de relajación y funciones dinámicas: aplicaciones industriales.
- Modelos analógicos.
- Espectros de tiempos de relajación y de tiempos de retardación.
- Principio de superposición tiempo-temperatura.
- Ecuaciones constitutivas de la viscoelasticidad no lineal.
- Factorización de funciones viscoelásticas.
- Modelos factorizables: la función amortiguación.
- Modelización del flujo estacionario y transitorio mediante modelos factorizables.
- Prácticas de laboratorio reológico.

1.2. Breve descripción (en inglés):

Definition of Rheology as applied science. Materials rheological clasification. Basic principles of rheometry: the viscometric flow. Steady-state and transient flow of non-Newtonian fluids: industrial applications. Flow instabilities. Normal stresses in shear flows. Extensional Rheology. Constitutive equations of linear viscoelasticity. Definition of linear viscoelastic functions: industrial applications. Analogic models. Relaxation and retardation time spectra. Time-T superposition principle. Constitutive equations of non-linear viscoelasticity. Factorization of viscoelastic functions. Factorizable models: the damping functions. Modelling the steady-state and transient flow through factorizable models. Laboratory tests.

2. Situación de la asignatura

2.1. Contexto dentro de la titulación:

La asignatura Reología Industrial forma parte del módulo optativo del Máster en Ingeniería Química que dan el perfil de la Ingeniería del producto, dentro del módulo de Ingeniería de Procesos y Producto: Intensificación en Ingeniería de productos agroalimentarios y farmaceúticos. La asignatura de Reología Industrial, con un carácter más transversal, proporciona las herramientas reológicas necesarias para abordar el diseño de productos complejos.

2.2. Recomendaciones:

Se recomienda haber aprobado o, al menos, cursado la asignaturas de Fenómenos de Transporte del primer cuatrimestre

3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

El objetivo fundamental de la asignatura es dar a conocer al alumno los conceptos básicos de Reología con el fin de que adquiera una formación básica de los procedimientos y herramientas propios de esta disciplina. Debe contemplarse ésta como una asignatura de base para comprender el desarrollo de otras. Como objetivos específicos se plantean:
· Planificar y desarrollar investigación aplicada.
· Capacidad de sintetizar antecedentes bibliográficos y análisis de resultados.
· Desarrollar destrezas técnicas para estimar, evaluar e interpretar propiedades físico-químicas y modelos de interés en Ingeniería del Producto relacionada con
Fluidos Complejos o Recursos Naturales y Sostenibles.
· Capacidad para el análisis e interpretación de resultados experimentales relacionándolos con teorías apropiadas.
· Concebir, diseñar y calcular equipos u opciones técnicas relacionadas con el diseño del producto.
· Entender los conceptos básicos de Reología con el fin de adquirir una formación básica de los procedimientos y herramientas propios de esta disciplina y su aplicación
industrial.
· Saber caracterizar un material desde el punto de vista viscoso y viscoelástico usando técnicas reométricas.
· Saber modelizar las diferentes respuestas de flujo no-Newtoniano en condiciones estacionarias y transitorias.
· Entender e interpretar los fenómenos de inestabilidad durante el flujo.
· Comprender e interpretar las funciones viscoelásticas y los diferentes ensayos viscoelásticos en régimen lineal y no lineal.
· Saber modelizar la respuesta viscoelástica de diferentes materiales con aplicación industrial.

4. Competencias a adquirir por los estudiantes

4.1. Competencias específicas:

- **CEGOP3:** Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, atendiendo a la transferencia de tecnología y los derechos de propiedad y patentes
- **CEGOP4:** Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad
- **CEPP5:** Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química
- **CEPP6:** Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industriales, con capacidad de evaluación de sus impactos y sus riesgos
- **CEGOP2:** 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

4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB7:** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- **CB8:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- **CG01:** 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 farmaceútico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental
- **CG05:** 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
- **CG06:** Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental
- **CT1:** Capacidad de comunicar, de manera oral y escrita, conocimiento y conclusiones, de forma eficaz, ante público especializado y no especializado
- **CT4:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y toma de decisiones

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

5.2. Metologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

5.3. Desarrollo y justificación:

* Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa:
Exposición de contenidos mediante presentación o explicación por parte del profesorado. Desarrollo de ejemplos en la pizarra o con ayuda de medios audiovisuales.
* Sesiones de Resolución de Problemas:
Resolución de problemas, ejercicios y casos prácticos vinculados con los contenidos teóricos, realizados en grupos grandes o pequeños, incluyendo ejercicios con software específico.
* Sesiones Prácticas en Laboratorio Especializados:
Actividades prácticas realizadas en grupos pequeños en laboratorios especializados sobre los contenidos de la materia. Trabajos en grupos reducidos: - Desarrollo de Trabajos. Actividad en la que se plantea un trabajo teórico-práctico para facilitar la adquisición de las competencias de la asignatura. Este trabajo podrá realizarse de forma individual o en grupo. La presencialidad de esta actividad se realizará en las sesiones dedicadas al asesoramiento y orientación de estos trabajos, así como en las sesiones dedicadas a la exposición y defensa pública si así lo requiriesen.
* Resolución y entrega de problemas/prácticas:
El alumno ha de presentar un plan de trabajo conforme a las exigencias de la práctica correspondiente para lo cual deberá realizar un ejercicio previo de análisis del problema planteado en la práctica; asimismo deberá organizar, planificar y tomar decisiones en relación a las diferentes alternativas de resolución del supuesto práctico, adquiriendo la capacidad de adaptarse a nuevas alternativas o modificaciones en el planteamiento inicial de la práctica. El profesor le irá indicando actividades y tareas a desarrollar (de cálculo o experimentales) en función del avance realizado por el grupo de trabajo. El informe final no debe ser sólo una exposición de los resultados obtenidos, en este deberá realizarse una discusión de los datos mencionados con el correspondiente razonamiento crítico.
* Tutorías colectivas:
Esta actividad, de carácter presencial, es aquella que se refiere al seguimiento grupal del aprendizaje y seguimiento del alumnado. En general, es una actividad para asesorar, resolver dudas, orientar, realizar el seguimiento de los conocimientos adquiridos, etc. Además, es una actividad en la que se podrá promover el aprendizaje cooperativo y puede realizarse tanto en grupos grandes como en grupos pequeños.
* Realización de pruebas parciales evaluables:
Para realizar la evaluación de los conocimientos se emplearán diversas metodologías de evaluación: exámenes de respuestas a desarrollar, exámenes de respuestas cortas, ejercicios prácticos, etc

6. Temario desarrollado:

Tema 1: Conceptos Básicos de Reología
1.1. La reología como ciencia
1.2. El tensor esfuerzo: esfuerzos de cizalla y esfuerzos normales.
1.3. Definición de deformación y velocidad de deformación.
1.4. Cizalla simple: concepto de viscosidad
1.5. Flujo viscosimétrico.
1.6. Clasificación reológica de materiales.
1.7. El comportamiento no Newtoniano.
Tema 2: Comportamiento viscoso no Newtoniano
2.1. Introducción.
2.2. Dependencia de la velocidad de cizalla: pseudoplasticidad, dilatancia, comportamiento estructural, plasticidad.
2.3. Modelos empíricos.
2.4. Concepto y estimación del esfuerzo umbral.
2.5. Dependencia del tiempo de cizalla: concepto de tixotropía, reodestrucción y reopexia.
2.6. Inestabilidades durante el flujo: wall-slip, shear banding, fractura,...
2.7. Esfuerzos normales.
2.8. Reología extensional.
Tema 3: Viscoelasticidad lineal
3.1. Introducción.
3.2. Ensayos viscoelásticos.
3.3. Definición de las funciones viscoelásticas lineales: capacitancia, módulo de relajación y funciones dinámicas.
3.4. El principio de superposición de Boltzman.
3.5. Ecuaciones constitutivas de la viscoelasticidad lineal.
3.6. Modelos analógicos.
3.7. Espectros de tiempos de relajación y de tiempos de retardación.
3.8. Principio de superposición tiempo-temperatura.
Tema 4: Viscoelasticidad no lineal
4.1. Introducción.
4.2. Ecuaciones constitutivas de la viscoelasticidad no lineal.
4.3. Factorización de funciones viscoelásticas.
4.4. Modelos factorizables.
4.5. La función amortiguación.
4.6. Aplicación al flujo estacionario y transitorio.
4.7. Ensayos de fluencia no lineales: modelos.
4.8. Esfuerzos normales: modelización de las diferencias de esfuerzos normales.
Tema 5: Practicum I. Ensayos de flujo viscoso
5.1. Caracterización de fluidos Newtonianos.
5.2. Caracterización de fluidos no Newtonianos (en cizalla estacionaria y transitoria).
5.3. Influencia de la temperatura.
Tema 6. Practicum II. Ensayos viscoelásticos
6.1. Ensayos de relajación del esfuerzo.
6.2. Ensayos de fluencia y recuperación.
6.3. Ensayos oscilatorios.
6.3. Influencia de la temperatura

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica:

Barnes, H.A., Viscosity, University of Wales Ed., Aberystwyth, 2002.
Barnes, H.A., Hutton, J.F., Walters, K., An Introduction to Rheology, Elsevier, Amsterdam, 1989.
Bird, R.B.; Armstrong, R.C.J.; Hassager, O., Dynamics of Polymeric Liquids, vol. I: Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, New York, 1977.
Goodwin, J., Hughes, R. Rheology for chemists: an introduction. RSC Publishing, 2nd ed. 2008
Macosko, C.W. Rheology: Principles, Measurements and Applications. VCH, 1994.
Malkin, A.Y. Rheology Fundamentals. ChemTec Pub. 1994.
Malkin, A.Y. Isayev, A.I., Rheology. Concepts, Methods, and Applications. ChemTec Pub. 2006.
Morrison, F.A. Understanding Rheology. Oxford University Press, 2001.

7.2. Bibliografía complementaria:

Darby, R., Viscoelastic Fluids, Marcel Dekker, New York, 1976.
Ferry, J.D., Viscoelastic Properties of Polymers, John Wiley & Sons, New York, 1980.
Larson, R.G., Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions, Butterworths, London, 1988.
Rao, M.A., Steffe, J.F. Viscoelastic Properties of Foods. Elsevier Applied Science, Londres, 1999.
Siginer, D.A. De Kee, D. Chhabra R.P. (eds.) Advances in the Flow and Rheology of Non-Newtonian Fluids, Elsevier, 1999.

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

A. Evaluación continua
El grado de adquisición de las diferentes competencias se evaluará de acuerdo al siguiente sistema de evaluación:
Examen de Teoría/Problemas: 50%. Examen escrito sobre cuestiones teórico/prácticas desarrolladas durante el curso. Se evalúan las competencias: CEPP5, CEPP6, CEGOP2, CB7, CB8, CG01, CG05, CG06
Realización, Defensa y examen de Prácticas: 20% . Se evalúan las competencias CG01, CG05, CG06, CT1, CT4
Evaluación de Trabajos e Informes Escritos: 20%. Se evalúan las competencias: CEGOP3, CEGOP4, CT1, CT4, CG05
Seguimiento Individual del Estudiante: 10%. Una evaluación continua de los alumnos, valorándose su interés y participación. Se evalúan las competencias: CB7, CB8, CG01, CG05, CG06, CT1, CT4, CEGOP3, CEGOP4
Se considerará aprobada la asignatura cuando se obtenga una puntuación global, suma de todas las anteriores, de 5 puntos sobre 10.
B. Evaluación única:
1) Realización de una prueba escrita sobre el contenido total de la asignatura (100%). Examen escrito sobre cuestiones teórico/prácticas desarrolladas durante el curso. Se evalúan las competencias: CEPP5, CEPP6, CEGOP2, CB7, CB8, CG01, CG05, CG06
Es necesario comunicarlo durante las dos primeras semanas del cuatrimestre.
Se considerará aprobada la asignatura cuando se obtenga una puntuación global de 5 puntos sobre 10.

9. Organización docente semanal orientativa:

Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	4	0	0	0	0		
#2	4	0	0	0	0		
#3	3	0	0	4	0		
#4	3	0	0	4	0		
#5	3	0	0	4	0		
#6	3	0	0	4	0		
#7	5	0	0	4	0		
#8	0	0	0	0	0		
#9	0	0	0	0	0		
#10	0	0	0	0	0		
#11	0	0	0	0	0		
#12	0	0	0	0	0		
#13	0	0	0	0	0		
#14	0	0	0	0	0		
#15	0	0	0	0	0		
	25	0	0	20	0		