

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Formación	Reología aplicada a productos industriales	3º	2º	6	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Juan de Dios García López-Durán (JD): Teoría y problemas Modesto Torcuato López López (MT): Prácticas de laboratorio Laura Rodríguez Arco (LR): Prácticas de laboratorio Cristina Gila Vílchez (CG). Prácticas de laboratorio. 			Departamento de Física Aplicada, 1ª planta edificio de Física, Facultad de Ciencias. Despacho nº 13 (JD, LR, CG), despacho nº 7 (MT). Correos electrónicos: jdgarcia@ugr.es; modesto@ugr.es; l_rodriguezarco@ugr.es; gila@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			JD: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/Offce78e3e819aaf8c0135dbaaa60572 MT: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/d58e6e8fd015f8c6e1e06456fd306039 LR: http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado CG: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/5c728ba45892c2da6164bb653365ee0e		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA		

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>)

	OFERTAR
Grado en Ingeniería Química	Farmacia. Física. Química.
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)	
<ul style="list-style-type: none"> Tener cursadas las asignaturas Se recomienda tener cursadas las asignaturas: Física I, Mecánica de Fluidos. Tener conocimientos básicos sobre: Mecánica de fluidos. 	
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)	
Viscosimetría. Viscoelasticidad. Técnicas experimentales en reología. Aplicación a: suspensiones cerámicas y farmacéuticas; polímeros, biopolímeros y elastómeros; lubricantes multigrado; emulsiones alimentarias y farmacéuticas.	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<p>El título de Graduado/a en Ingeniería Química de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 17 de marzo de 2020, el Sello Internacional de Calidad EUR-ACE®, otorgado por ANECA y el Instituto de la Ingeniería de España. Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.</p> <p><u>GENERALES.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico. CG03 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Ingeniería Química, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas. CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado. CG06 - Capacidad de organizar y planificar CG07 - Capacidad de gestión de la información CG08 - Trabajo en equipo CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica <p><u>ESPECÍFICAS</u></p>	

- CE08 - Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
- CE09 - Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.
- CE22 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
- CE24 - Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y operación de reactores

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al finalizar esta asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender el significado físico de las magnitudes que describen la deformación y flujo de materiales bajo la acción de esfuerzos mecánicos.
- Describir fenomenológicamente el flujo de líquidos no-newtonianos y conocer las ecuaciones constitutivas que describen su comportamiento.
- Describir fenomenológicamente la deformación y flujo de materiales viscoelásticos y las ecuaciones constitutivas y modelos que describen su comportamiento.
- Medir la viscosidad de fluidos utilizando viscosímetros rotacionales.
- Medir los módulos mecánicos que describen el comportamiento de materiales viscoelásticos.
- Reconocer fenómenos de deformación/flujo no-lineales de interés tecnológico.
- Relacionar el comportamiento de materiales viscoelásticos con la estructura microscópica de fluidos o sólidos complejos.
- Aplicar lo anterior a suspensiones, emulsiones y polímeros de interés industrial.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO

(El tiempo indicado se refiere a la duración de todas las actividades presenciales, teóricas y prácticas, desarrolladas en cada tema)

- Tema 1. INTRODUCCIÓN.
1. ¿Qué es la Reología?. 2. Modelos de líquido viscoso y sólido elástico. 3. ¿Sólidos o líquidos?: Número de Deborah. 3. Líquidos elásticos y sólidos viscosos. 4. Viscoelasticidad lineal y no-lineal. 5. Tensor de esfuerzos: esfuerzos normales y tangenciales. 6. Medidas reológicas: grupos adimensionales. 7. Macromoléculas y coloides.
10 horas
- Tema 2. LÍQUIDOS NO-NEWTONIANOS: VISCOSIDAD.
1. Introducción. 2. Variables que afectan a la viscosidad. 2.1. Variación con la velocidad de deformación. 2.2. Variación con la temperatura. 2.3. Variación con la presión. 2.4. Clasificación de los líquidos no-newtonianos. 3. Líquidos no-newtonianos con propiedades independientes del tiempo.
3.1. Fluidificantes. 3.2. Espesantes. 4. Líquidos no-newtonianos con propiedades dependientes del tiempo.
4.1. Tixotropía. 4.2. Reopexia. 5. Viscosimetría. 5.1. Reometría/viscosimetría: tipos de reómetros y condiciones de

medida. 5.2. Viscosímetros rotacionales. 5.3. Otros viscosímetros: capilares; por caída de bola. 6. Elección del viscosímetro óptimo: ejemplos.

10 horas

- Tema 3. VISCOELASTICIDAD LINEAL.

1. Introducción. 2. Viscoelasticidad lineal: ecuación constitutiva general. 3. Módulo de fluencia (“compliance o creep modulus”) y módulo de rigidez. 4. Modelos viscoelásticos lineales elementales.

4.1. Sólido de Kelvin-Voigt. 4.2. Líquido de Maxwell. 5. Modelos de Kelvin-Voigt y de Maxwell generalizados. 6. Materiales viscoelásticos lineales en régimen oscilatorio. 6.1. Potencia almacenada y disipada en régimen oscilatorio. 7. Métodos experimentales. 7.1. Métodos estáticos: fluencia-recuperación (“creep-recovery”); curva de relajación. 7.2. Métodos dinámicos: deformación oscilatoria; propagación de onda.

10 horas

- Tema 4. VISCOELASTICIDAD NO-LINEAL.

1. Introducción: fenómenos no-lineales. 2. Origen y naturaleza de las diferencias entre esfuerzos normales (N1 y N2). 3. Comportamiento típico de N1 y N2. 4. Efectos observables de N1 y N2: efecto Weissenberg; efecto sifón; hinchamiento de vena líquida; vórtices en procesos de mezcla. 5. Métodos de medida de N1 y N2. 6. Relación entre funciones viscosimétricas y funciones viscoelásticas.

5 horas

- Tema 5. REOLOGÍA DE SUSPENSIONES, EMULSIONES Y ESPUMAS. APLICACIÓN EN INDUSTRIA CERÁMICA, FARMACÉUTICA Y ALIMENTARIA (OPCIONAL).

1. Introducción. 1.1. Comportamiento general de la viscosidad de suspensiones. 1.2. Fuerzas de interacción entre partículas en suspensión. 1.3. Estructuras en reposo. 1.4. Estructuras inducidas por flujo. 2. Viscosidad de suspensiones de partículas sólidas en líquidos newtonianos. 2.1. Suspensiones diluidas. 2.2. Empaquetamiento máximo. 2.3. Suspensiones concentradas newtonianas. 2.4. Suspensiones concentradas fluidificantes. 2.5. Suspensiones concentradas espesantes. 3. Contribución de las interacciones entre partículas coloidales a la viscosidad. 3.1. Fuerzas repulsivas. 3.2. Fuerzas atractivas. 4. Propiedades viscoelásticas de suspensiones. 6. Interacción entre partículas en suspensión y moléculas de polímero disueltas. 7. Reología de emulsiones. 7.1. Preparación de emulsiones. 7.2. Viscosidad, viscoelasticidad lineal y no-lineal. 7.3. Reología en emulsiones con elevada fracción de volumen de gotas. 8. Reología de espumas. 8.1. Modelos de conformación de espumas.

5 horas

- Tema 6. REOLOGÍA DE POLÍMEROS. APLICACIÓN EN INDUSTRIA DE LUBRICANTES, BIOPOLÍMEROS, ELASTÓMEROS Y PRODUCTOS ALIMENTARIOS (OPCIONAL).

1. Introducción. 2. Comportamiento general. 3. Efecto de la temperatura sobre el comportamiento reológico de polímeros. 4. Efecto del peso molecular. 5. Efecto de la concentración sobre la reología de disoluciones de polímeros. 6. Geles poliméricos. 7. Cristales líquidos. 8. Teorías moleculares. 8.1. Conceptos básicos. 8.2. Modelos de esferas-muelles: modelos lineales de Rouse-Zimm. 8.3. Modelos no-lineales de Giesekus-Bird. 8.4. Modelos en red. 8.5. Modelos de movimiento reptante. 9. Método de las variables reducidas. 10. Relaciones empíricas entre funciones reológicas. 11. Aplicaciones prácticas. 11.1. Procesado de polímeros. 11.2. Lubricantes multigrado. 11.3. Extracción de petróleo.

11.4. Adición de polímeros como espesantes en productos acuosos.

5 horas

TEMARIO PRÁCTICO

Seminarios / Trabajos monográficos (a título orientativo):

- Reología extensiométrica.
- Reología de emulsiones y suspensiones alimentarias.
- Reología de productos farmacéuticos y cosméticos: cremas, pomadas, geles.
- Reología de asfaltos, aceites, grasas, lubricantes multigrado.
- Hemorreología: propiedades reológicas de la sangre y derivados.
- Reología de derivados de la industria química: pinturas, tinta, papel, cerámicas, detergentes líquidos.
- Fluidos electrorreológicos y magnetorreológicos.

Prácticas

Se realizarán medidas con un reómetro de las propiedades de uno de los materiales elegidos para el trabajo final de curso:

- Medidas en estado estacionario: viscosidad y esfuerzo umbral.
- Medidas bajo esfuerzo de cizalla oscilante: módulos elástico y viscoso.
- Medidas en régimen transitorio: módulos de fluencia-recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Barnes, H. A., J. F. Hutton, K. Walters. An Introduction to Rheology. Elsevier. Amsterdam. 1989.
- Goodwin, J. W., R. W. Hughes. Rheology for Chemists. An Introduction. Royal Society for Chemistry. Cambridge. 2000.
- Larson, R. G. The Structure and Rheology of Complex Fluids. Oxford University Press. Nueva York. 1999.
- Macosko, C. W. Rheology. Principles, Measurements, and Applications. VCH. Nueva York. 1994.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Boger, D. V., K. Walters. Rheological Phenomena in Focus. Elsevier. Amsterdam. 1993.
- Dickinson, E. An Introduction to Food Colloids. Oxford University Press. Oxford. 1992.
- Huilgol, R. R., N. Phan-Thien. Fluid Mechanics of Viscoelasticity. Elsevier. Amsterdam. 1997.
- Hunter, R. J. Foundations of Colloid Science. Clarendon Press. Oxford. 1987.
- Owens, R., T. N. Phillips. Computational Rheology. Imperial College Press. Londres. 2002.
- Schramm, G. Introducción a la Viscosimetría Práctica. Gebrüder Haake GmbH. Kalsruhe. 1994.
- Schramm, G. A Practical Approach to Rheology and Rheometry. Gebrüder Haake GmbH. Kalsruhe. 1994.
- Steffe, J. F. Rheological methods in food process engineering. Freeman Press. East Lansing, MI (USA). 1996.

ENLACES RECOMENDADOS

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso

METODOLOGÍA DOCENTE



- Clases magistrales.
- Resolución de ejercicios.
- Trabajos monográficos supervisados por el profesor.
- Prácticas de laboratorio. Elaboración de informes.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

En **convocatoria ordinaria la evaluación continua** se realizará mediante: i) ejercicios y actividades en clase; ii) trabajos monográficos dirigidos por los profesores; iii) presentación escrita y oral de trabajos. Iv) Presentación escrita de informes de laboratorio.

La calificación final responderá al siguiente baremo:

- Ejercicios y actividades en clase: 20 %.
- Presentación oral de breves trabajos monográficos supervisados por los profesores: 40 %.
- Presentación escrita y oral de trabajo final de curso sobre un material de interés industrial (supervisado por los profesores) que incluirá: i) parte teórica, ii) los resultados experimentales obtenidos en prácticas de laboratorio sobre ese mismo material: 40 % (20% parte teórica; 20 % parte experimental).

La evaluación en **convocatoria extraordinaria** y en la **convocatoria única final** se basará en:

- Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico: 100 %.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico: 100 %

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

JD: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/Office78e3e819aaf8c0135dbaaa60572

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Foros en plataforma PRADO; correo electrónico; videoconferencias síncronas grupales o asíncronas individuales o en pequeño grupo mediante Google Meet



<p>MT: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/d58e6e8fd015f8c6e1e06456fd306039 LR: http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado CG: véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/5c728ba45892c2da6164bb653365ee0e</p>	
<p>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</p>	
<p>Todas las actividades docentes se realizarán preferentemente de forma presencial. En caso de que algunas actividades no puedan realizarse de forma presencial, se realizarán mediante teleconferencia síncrona grupal o individual o en pequeño grupo.</p> <p>Las actividades previstas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases magistrales presenciales o por teleconferencia síncrona. • Resolución de ejercicios presencial o por teleconferencia síncrona grupal o individual o en pequeño grupo. • Trabajos monográficos supervisados por el profesor. Supervisión presencial o por teleconferencia individual o en pequeño grupo. Presentación oral presencial o por teleconferencia síncrona grupal. • Prácticas de laboratorio presenciales. Elaboración de informes escritos. Supervisión, en su caso, por teleconferencia síncrona grupal, individual o en pequeño grupo. 	
<p>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</p>	
<p>Convocatoria Ordinaria</p>	
<p>Se realizará en evaluación continua mediante: i) ejercicios y actividades en clase; ii) trabajos monográficos dirigidos por los profesores; iii) presentación escrita y oral de trabajos. iv) Presentación oral y escrita de informes de laboratorio. La calificación final responderá al siguiente baremo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios y actividades en clase: 20 %. • Presentación oral de breves trabajos monográficos supervisados por los profesores: 40 %. • Presentación escrita y oral de trabajo final de curso supervisado por los profesores que contendrá parte teórica y resultados experimentales obtenidos en prácticas de laboratorio: 40 % (20 % parte teórica; 20 % parte experimental). • Si la presencialidad fuese muy reducida, alguna parte podría llevarse a través de Google Meet y la plataforma PRADO, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto. 	
<p>Convocatoria Extraordinaria</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico: 100 %. • La prueba sería presencial. Si no fuese posible, se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma PRADO, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto. 	
<p>Evaluación Única Final</p>	

- Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico: 100 %.
- La prueba sería presencial. Si no fuese posible, se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma PRADO, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

JD: véase en

https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/Office78e3e819aaf8c0135dbaaa60572

MT: véase en

https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/d58e6e8fd015f8c6e1e06456fd306039

LR:

<http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado>

CG: véase en

https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/5c728ba45892c2da6164bb653365ee0e

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Foros en plataforma PRADO; correo electrónico; videoconferencias síncronas grupales o individuales o en pequeño grupo mediante Google Meet

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases magistrales por teleconferencia síncrona grupal.
- Resolución de ejercicios por teleconferencia síncrona grupal o individual o en pequeño grupo. Entrega por escrito.
- Trabajos monográficos supervisados por el profesor por teleconferencia individual o en pequeño grupo o por correo electrónico. Presentación oral por teleconferencia grupal síncrona.
- Prácticas de laboratorio virtuales. Elaboración de informes escritos. Supervisión por teleconferencia síncrona grupal o individual o en pequeño grupo.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

Se realizará en evaluación continua mediante: i) ejercicios y actividades en clase; ii) trabajos monográficos dirigidos por los profesores; iii) presentación escrita y oral de trabajos. iv) Presentación escrita de informes de laboratorio.

La calificación final responderá al siguiente baremo:

- Ejercicios y actividades en clase mediante teleconferencia grupal síncrona o teleconferencia individual o en pequeño grupo: 20 %.
- Presentación oral por teleconferencia síncrona grupal de breves trabajos monográficos: 40 %.
- Presentación escrita y oral (teleconferencia síncrona grupal) de trabajo final de curso que contendrá parte teórica y resultados experimentales obtenidos en prácticas de laboratorio: 40 % (20 % parte teórica; 20 % parte experimental).

Convocatoria Extraordinaria

- Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico presentado por escrito y de forma oral (teleconferencia síncrona): 100 %.
- La prueba se realizará a través de Google Meet y la plataforma PRADO, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

Evaluación Única Final

- Examen teórico-práctico y/o trabajo monográfico presentado por escrito y de forma oral (teleconferencia síncrona): 100 %.
- La prueba se realizará a través de Google Meet y la plataforma PRADO, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

