

# FLUIDOS NANOESTRUCTURADOS. PROPIEDADES REOLÓGICAS

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 02/07/2020)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 16/07/2020)

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	6	Optativa	Presencial / Semipresencial / Virtual	Español
<b>MÓDULO</b>		Nanotecnología: física y aplicaciones		
<b>MATERIA</b>		Física de nanoescala / Fluidos nanoestructurados. Propiedades reológicas.		
<b>CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>		Escuela Internacional de Posgrado		
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>Máster Universitario en Física: radiaciones, nanotecnología, partículas y astrofísica</b>		
<b>CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA</b>		Facultad de Ciencias		
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>				
<b>Juan de Dios García López-Durán</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 13. Correo electrónico jdgarcia@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/0ffce78e3e819aaf8c0135dbaaa60572">https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/0ffce78e3e819aaf8c0135dbaaa60572</a>		
<b>Juan de Vicente Álvarez-Manzaneda</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 11. Correo electrónico jvicente@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/ba8ca192141c34be1ec225a022ce9424">https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/ba8ca192141c34be1ec225a022ce9424</a>		
<b>Modesto Torcuato López López</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 7. Correo electrónico modesto@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/d58e6e8fd015f8c6e1e06456fd306039">https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/d58e6e8fd015f8c6e1e06456fd306039</a>		

<sup>1</sup> 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/ngc7121/>)



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

CG1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos, para la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos. En particular, el estudiante debe ser capaz de enfrentarse a situaciones multidisciplinares o involucrando diferentes campos de la Física.

CG2. Capacidad crítica y de integración de conocimientos. El estudiante deberá ser capaz de enfrentarse a la complejidad, y formular juicios o sugerir modos de resolución incluso si la información disponible es incompleta.

CG3. Capacidad de trabajo en equipo. Deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.

CG4. Capacidad de comunicación. Como resultado del proceso de aprendizaje, deberá aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar sus resultados o los de su grupo ante cualquier auditorio. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.

CG5. Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1. Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.

CE2. Consideración rigurosa de las limitaciones e incertidumbres en los resultados, y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.

CE3. Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física, y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.

CE4. Adquisición de habilidades y conocimientos acerca de las técnicas de caracterización de materiales a cualquier escala, especialmente micro- y nanométrica.

CE6. Capacidad de imaginar nuevas aplicaciones de materiales y de elaborar técnicas para su preparación con las propiedades necesarias.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

CT1. Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.

CT3. Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.

### OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

- 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.
- Preparación de fluidos nanoestructurados.
- 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 y biomédico.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)



## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

#### I) ECUACIONES CONSTITUTIVAS DE FLUIDOS NEWTONIANOS Y SÓLIDOS ELÁSTICOS

Bases físicas de los fluidos. Descripción Lagrangiana y Euleriana. Modelo de fluido ideal. Ecuaciones de Euler y de Lamb-Gromeka. Modelo de fluido lineal viscoso. Primero y segundo coeficiente de viscosidad. Ecuaciones de Navier-Stokes.

#### II) VISCOELASTICIDAD. MÉTODOS EXPERIMENTALES EN REOLOGÍA

LÍQUIDOS NO-NEWTONIANOS. Líquidos no-newtonianos con propiedades independientes del tiempo. Líquidos no-newtonianos con propiedades dependientes del tiempo: Tixotropía y reopexia. Métodos experimentales: Viscosimetría.

VISCOELASTICIDAD LINEAL. Ecuación constitutiva general. Módulos viscoelásticos. Modelos viscoelásticos: Modelos de Kelvin-Voigt y de Maxwell generalizados. Materiales viscoelásticos lineales en régimen oscilatorio. Métodos experimentales.

TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN REOLOGÍA. Medidas en estado estacionario (viscosimetría). Medidas transitorias (fluencia-recuperación y ensayos de relajación). Medidas dinámicas (oscilometría).

#### III) REOLOGÍA DE FLUIDOS COMPLEJOS

Coloides y suspensiones. Efectos hidrodinámicos y esferas duras. Fluidos complejos estables (repulsivos) e inestables (atractivos). Tixotropía y esfuerzo umbral. Espesamiento y dilatancia. Reometría de suspensiones. Modelización estructural. Simulaciones a nivel de partícula. Reología interfacial. Fluidos complejos avanzados (partículas no esféricas; medios viscoelásticos; ferrofluidica; electro- y magneto-reología). Técnicas avanzadas (flujos confinados no convencionales, tribo-reología y microrreología).

#### IV) REOLOGÍA DE MATERIALES BIOLÓGICOS COMPUESTOS

Líquidos y geles poliméricos. Biopolímeros. Tejidos biológicos. Efecto de incrustaciones en matrices poliméricas. Técnicas experimentales.

### TEMARIO PRÁCTICO:

#### Seminarios/Talleres

- Simulación computacional en fluidos complejos.
- Reología de emulsiones, suspensiones, y líquidos y geles poliméricos.
- Reología de productos farmacéuticos y cosméticos: cremas, pomadas, geles.
- Reología de asfaltos, aceites, grasas, lubricantes multigrado.
- Reología de derivados de la industria química: pinturas, tinta, papel, cerámicas, detergentes líquidos.
- Fluidos electrorreológicos y magnetorreológicos.
- Reología de biopolímeros.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:



En cada trabajo monográfico se deben realizar medidas con un reómetro de las propiedades del material elegido:

- Medidas en estado estacionario: viscosidad, esfuerzo umbral.
- Medidas bajo esfuerzo de cizalla oscilante: módulos viscoelásticos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Barnes, H. A., J. F. Hutton, K. Walters. An Introduction to Rheology. Elsevier. Amsterdam. 1989.
- Kundu, P. K., I. M. Cohen. Fluid Mechanics. Elsevier. Amsterdam. 2008.
- Lakes, R. Viscoelastic Materials. Cambridge University Press. 2009.
- 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:

- Christensen, R. M. Mechanics of Composite Materials: Krieger Publishing Company. 1991.
- 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. 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 (OPCIONAL)

## 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.)

### CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

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 e informes de laboratorio. La calificación final responderá al siguiente baremo:

- Ejercicios y actividades en clase: 30 %.
- Trabajos monográficos supervisados por los profesores: 30 %.
- Presentación escrita y oral de trabajos monográficos y de informes de laboratorio: 40 %.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA



El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- 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**

<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Martes de 17 a 20 h	Foros en plataforma PRADO; email, videoconferencias síncronas individuales o grupales mediante Google Meet

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE**

- Clases magistrales presenciales y por teleconferencia síncrona.
- Resolución de ejercicios presencial y por teleconferencia síncrona.
- Trabajos monográficos supervisados por el profesor. Supervisión on-line, teleconferencia asíncrona. Presentación por teleconferencia síncrona.
- Prácticas de laboratorio presenciales. Elaboración de informes. Presentación por teleconferencia síncrona.

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

**Convocatoria Ordinaria**

- La evaluación continua se realizará mediante: i) ejercicios y actividades en clase; ii) trabajos monográficos dirigidos por los profesores; iii) examen escrito/oral. La calificación final responderá al siguiente baremo:
- Ejercicios y actividades en clase: 30 %.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos monográficos supervisados on-line (teleconferencia asíncrona) por los profesores: 30 %.</li> <li>• Presentación escrita y oral (teleconferencia síncrona) de trabajos monográficos y de informes de laboratorio: 40 %.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
Examen teórico-práctico on-line y/o trabajo monográfico: 100 %.	
<b>Evaluación Única Final</b>	
Examen teórico-práctico on-line y/o trabajo monográfico: 100 %.	
<b>ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</b>	
<b>ATENCIÓN TUTORIAL</b>	
<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Martes de 17 a 20 h	Foros en plataforma PRADO; email, videoconferencias síncronas individuales o grupales mediante Google Meet
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases magistrales por teleconferencia síncrona.</li> <li>• Resolución de ejercicios supervisada por teleconferencia síncrona.</li> <li>• Trabajos monográficos dirigidos por el profesor. Supervisión por teleconferencia asíncrona. Presentación por teleconferencia síncrona.</li> <li>• Prácticas de laboratorio virtuales on-line. Elaboración y entrega de informes. Presentación de informes por teleconferencia síncrona.</li> </ul>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b>	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<p>La evaluación continua se realizará mediante: i) ejercicios y actividades en clase on-line; ii) trabajos monográficos dirigidos por los profesores; iii) examen escrito/oral. La calificación final responderá al siguiente baremo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios y actividades en clase (teleconferencia síncrona) on-line: 30 %.</li> <li>• Trabajos monográficos supervisados on-line (teleconferencia asíncrona) por los profesores: 30 %.</li> <li>• Presentación escrita y oral (teleconferencia síncrona) de trabajos monográficos y de informes de laboratorio: 40 %.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
Examen teórico-práctico on-line y/o trabajo monográfico: 100 %.	
<b>Evaluación Única Final</b>	
Examen teórico-práctico on-line y/o trabajo monográfico: 100 %.	

