



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000604 - Properties Of Materials

PLAN DE ESTUDIOS

04AN - Master Universitario En Ingeniería De Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	9
7. Actividades y criterios de evaluación.....	12
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	17

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000604 - Properties Of Materials
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	04AN - Master Universitario en Ingeniería de Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Sandra Tarancon Roman	Materials Dept.	sandra.tarancon@upm.es	M - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00
Javier Martinez Rodrigo	C-200	javier.martinez@upm.es	L - 13:00 - 14:00 M - 13:00 - 14:00
Jose Maria Ulloa Herrero	C-200	josem.ulloa@upm.es	X - 13:00 - 14:00 J - 13:00 - 14:00

Elena Maria Tejado Garrido (Coordinador/a)	Materials Dept.	elena.tejado@upm.es	M - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00 J - 11:00 - 13:00 Students can always ask for a more convenient date by contacting via email to elena.tejado@upm. es
Jaime Orellana Barrasa	Materials Dpt.	jaime.orellana@upm.es	X - 13:00 - 14:00 J - 13:00 - 14:00

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- User level Word, Excel and PowerPoint software
- Basic Mechanical Properties; Fracture mechanics
- Basic knowledge of Materials Science and Engineering: structure of materials, properties, applications
- Basic Optics, Electricity and Magnetism; Semiconductor Physics; Quantum Physics; Instrumentation; Optoelectronics

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE1 - Capacidad para aplicar los fundamentos científicos del comportamiento físico y químico de los materiales para relacionar causalmente sus propiedades fundamentales físicas y químicas con su comportamiento macroscópico y el de los productos con ellos realizados / Ability to apply the scientific foundations of the physical and chemical behavior of materials to correlate their fundamental physical and chemical properties with their macroscopic behavior and that of the products made with them.

CE2 - Uso de equipos y técnicas experimentales de caracterización de materiales (micro y macroestructura, comportamientos mecánico, eléctrico, y óptico) para identificar y analizar los diversos tipos de materiales / Use of equipment and experimental techniques for the characterization of materials (micro and macrostructure, mechanical, electrical, and optical behavior) to identify and analyze the various types of materials.

CE4 - Autonomía para adquirir, analizar, actualizar y aplicar nuevos conocimientos, modelos y técnicas experimentales y numéricas en relación con la composición y estructura de los materiales, su caracterización física y química, sus procesos de fabricación, su utilización y aplicación científica y tecnológica, y su reciclado, reutilización y eliminación / Autonomy to acquire, analyze, update and apply new knowledge, models and experimental and numerical techniques related to the composition and structure of materials, their physical and chemical characterization, their manufacturing processes, their use and scientific and technological application, and their recycling, reuse and disposal

CE8 - Aplicación del método científico para la resolución de problemas y la generación de conocimiento / Application of the scientific method to solve problems and generate knowledge

CG1 - Uso de la lengua inglesa: Los alumnos son capaces de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia / Use of the English Language: Students are able to transmit knowledge and express ideas and arguments in a clear, rigorous and convincing manner, both orally and in writing, adapting to the characteristics of the situation and the audience .

CG2 - Liderazgo: Los estudiantes son capaces de dirigir y coordinar personas para que trabajen con entusiasmo en la consecución de objetivos en pro del bien común / Leadership: Students are capable of directing and coordinating people so that they work enthusiastically to achieve objectives for the common good.

CG3 - Trabajo en equipo: Los alumnos desarrollan la capacidad para trabajar en equipo, integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes / Teamwork: Students develop the ability to work as a team, integrate and actively collaborate in achieving common goals.

CG7 - Uso de las TIC: Los alumnos son capaces de aplicar conocimientos tecnológicos necesarios de manera que les permitan desenvolverse cómodamente y afrontar los retos que la sociedad les va a imponer en su quehacer profesional empleando la informática / Use of ICT: Students are able to apply the necessary technological knowledge in a way that allows them to function comfortably and face the challenges that society is going to impose on them in their professional work using computers.

CG8 - Resolución de problemas: Los estudiantes son capaces de reconocer, describir, organizar y analizar los elementos constitutivos de un problema para idear estrategias que permitan obtener, de forma razonada, una solución contrastada y acorde a ciertos criterios preestablecidos / Problem solving: Students are able to recognize, describe, organize and analyze the constitutive elements of a problem to devise strategies that allow obtaining, in a reasoned way, a contrasting solution and according to certain pre-established criteria.

CG9 - Análisis y Síntesis: Los alumnos son capaces de reconocer y describir los elementos constitutivos de una realidad, y de proceder a organizar la información significativa según criterios preestablecidos adecuados a un propósito / Analysis and Synthesis: Students are able to recognize and describe the constituent elements of a reality, and to proceed to organize significant information according to pre-established criteria suitable for a purpose.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA17 - Knowledge and understanding of the most common techniques for the characterization of materials properties (electrical, optical, thermal and mechanical)

RA20 - The student should be able to choose the appropriate characterization technique for different needs of materials research

RA15 - Know, understand and correlate the behavior of materials under different environments with their structure, properties, processing and applications.

RA16 - Knowledge and understanding of the electrical, optical, thermal and mechanical properties of materials

RA19 - The student should be able to perform an optimized characterization of a wide variety of materials by means of well chosen characterization technique.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This subject focuses on the most widely used experimental approaches for electrical, optical, thermal, and mechanical characterization of materials, providing background, insights on the correct usage of the respective techniques, and the interpretation of the results.

With a focus on practical applications, this course will expand the knowledge of functional and structural properties and characterization of materials that students might have acquired in Materials Science subjects (compulsory in many degrees). To do so, Masterclasses combined with Problems and Laboratory practices are scheduled. Through it, the student will be able to find the most suitable testing technique for the required material and/or application, they will learn the physical fundamentals of the different techniques and the working principles of the instruments involved.

In addition, they will practically learn to use some of these characterisation systems in the laboratory. At the end of the work, they will be able to analyse and interpret the measurements corresponding to the different techniques using the appropriate computer tools.

Through laboratory work and report writing, students should develop their skills in collaboration and written communication of scientific results.

Objectives

1. Understand the principles, capabilities, and limitations of some of the most important materials characterisation methods.
2. Becoming familiar with instrumentation and experimental setups.
3. Learning how to use some standard characterisation systems.
4. Learning how to analyse and interpret the measurements.

5.2. Temario de la asignatura

1. Part 1: Electrical characterization
 - 1.1. Basic Concepts
 - 1.2. Micro and nano characterization
 - 1.3. Electrical characterization of materials
 - 1.4. Contact resistances
 - 1.5. Defects in devices
 - 1.6. Laboratory I: Nano characterization of electronic devices
2. Part 2. Optical characterization
 - 2.1. Basic concepts

- 2.2. Instrumentation
- 2.3. Luminescence-based techniques
- 2.4. Absorption-based techniques I
- 2.5. Absorption-based techniques II
- 2.6. Laboratory II: Measuring the PL spectrum of quantum wells, quantum wires and quantum dots.
- 3. Part 3. Thermal characterization techniques
 - 3.1. Basic concepts
 - 3.1.1. Temperature measurement. Heat transfer
 - 3.2. Thermal Properties
 - 3.2.1. Introduction, History and Description. Conduction, Convection and Radiation.
 - 3.2.2. Heat capacity. Case studies.
 - 3.3. Thermal conductivity measurement
 - 3.3.1. Introduction, History and Description. Methods to Measure Thermal Conductivity. Factors Affecting. Applications of Thermal Conductivity
 - 3.4. Thermoanalytical methods
 - 3.4.1. Fundamentals. Working methods. Study of thermal transitions and processes by DSC. Case studies.
 - 3.4.2. Differential Thermal Analysis (DTA), Differential Scanning Calorimetry (DSC), Thermogravimetric Analysis (TGA), Dylatometry
 - 3.5. Thermal shock tests
 - 3.5.1. Introduction. Fundamentals. Thermal shock: origin and influence on the microstructure. Evaluation of the thermal shock in materials: general response of brittle materials. Case examples: Refractory ceramics and advance refractory materials
 - 3.6. Laboratory IV: Measuring the thermal properties and heat capacity of materials
 - 3.6.1. The students will measure the thermal properties of a polymeric material by DSC.
- 4. Part 4. Mechanical characterization
 - 4.1. Introduction
 - 4.1.1. Fundamentals of mechanical characterization, General structure of a mechanical test system. Research and bibliographic resources, general remarks.
 - 4.2. Universal mechanical testing machines

4.2.1. Load bearing elements, joints, ball joints, load transfer devices, clamps Response time
Extensometers and force measurement. Data acquisition. Sources of error.

4.3. Tensile, compression, bending tests.

4.3.1. Fundamentals. Sequential Description. Mechanical strength. Ductility. Influence of different test variables: deformation rate, temperature, grain size.

4.4. Hardness and nanoindentation tests

4.4.1. Introduction. Hardness. The importance of hardness. Types of tests. Limitations

4.4.2. Instrumented indentation. The Oliver&Pharr method. Equipments.

4.4.3. Special Cases. Practical Issues.

4.5. Tribology tests

4.5.1. Introduction. Origins and history of tribology. Fundamentals of tribology: surfaces in contact, friction, lubrication, and wear. Definition of the Tribo-test. Standard tests. Case studies.

4.6. Laboratory V: Mechanical characterization of engineering materials

4.6.1. The students will perform tensile tests on different materials, evaluating the effect of deformation and temperature on the obtained results. Hardness and fracture toughness will also be evaluated by means of indentation.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Introduction of the subject, professors and students Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p>P1. Electrical Characterization 1.1. Basic Concepts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>P1. Electrical characterization 1.2. Micro and nano characterization Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P1. Electrical characterization 1.3. Electrical characterization of materials Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>P1. Electrical characterization 1.4. Contact resistance Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P1. Electrical characterization 1.5. Defects in devices Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4		<p>Laboratory I (Electrical Characterization Lab of ISOM-UPM) Duración: 01:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Laboratory I (Electrical Characterization Lab of ISOM-UPM) Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
5	<p>P2. Optical characterization 2.1. Basic concepts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratory I (Electrical Characterization Lab of ISOM-UPM) Duración: 01:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Report lab I TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>

6	<p>P2. Optical characterization 2.2. Instrumentation Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P2. Optical characterization 2.3. Luminescence-based techniques Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>P2. Optical characterization 2.4. Absorption-based techniques I Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratory II (Optical Characterization Lab of ISOM-UPM) Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
8	<p>P2. Optical characterization 2.4. Absorption-based techniques II Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratory II (Optical Characterization Lab of ISOM-UPM) Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p>P3. Thermal characterization 3.1. Basic concepts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Partial Exam 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>P3. Thermal characterization 3.2. Thermal Properties Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P3. Thermal characterization 3.3. Thermal conductivity measurement I Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Report Lab II TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p>P3. Thermal characterization 3.4. Thermoanalytical methods Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P3. Thermal characterization 3.5. Thermal shock analysis Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>P4. Mechanical characterization 4.1. Introduction Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratory III (Materials Science Dpt) Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>P4. Mechanical characterization 4.2. Universal mechanical testing machines Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratory IV (Materials Science Dpt) Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>P4. Mechanical characterization 4.3. Tensile, compression, bending tests I Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P4. Mechanical characterization 4.3. Tensile, compression, bending tests II Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

15	<p>P4. Mechanical characterization 4.4. Hardness and nanoindentation tests I Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>P4. Mechanical characterization 4.4. Hardness and nanoindentation tests II Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Report Lab III&IV TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
16	<p>P4. Mechanical characterization 4.5. Tribology tests Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Final remarks on the subject Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Partial Exam 2 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p> <p>Reports Lab I, II, III and IV TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global No presencial Duración: 01:00</p>
17				<p>Ordinary Exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 02:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Report lab I	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG9 CE2 CE4 CE8
9	Partial Exam 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	5 / 10	CG1 CG8 CG9 CE1 CE8
10	Report Lab II	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG9 CE2 CE4 CE8
15	Report Lab III&IV	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG9 CE2 CE4 CE8
16	Partial Exam 2	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	30%	5 / 10	CG1 CG7 CG8 CG9 CE1 CE8

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Reports Lab I, II, III and IV	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	40%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CE1 CE2 CE4 CE8
17	Ordinary Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	60%	5 / 10	CG1 CG8 CE1 CE4

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Extraordinary exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CG1 CG8 CE1 CE4
Reports Lab I, II, III and IV	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG7 CE1 CE2 CE4 CE8

7.2. Criterios de evaluación

The progress of the students will be monitored through individual assignments and laboratory

- 1) Attendance and active participation in more than 70% of the classes
- 2) The students will have to deliver several individual exercises, with special emphasis on practical aspects like the analysis of real measurements corresponding to the different techniques. The resolution of the exercises will require the usage of computer tools.
- 3) They will also make four group reports based on the measurements taken at the laboratory. They will have to analyze and interpret the measurements and answer several questions. Preparation of the reports will require the use of computer tools.
- 4) There will be 2 partial exams composed of short theoretical questions and practical questions including data analysis. A mark equal to or higher than 4.0 in each exam is required to pass each part of the subject (Parts 1-2 and Parts 3-4)

For both *GLOBAL* and *PROGRESSIVE EVALUATION*, the final grade will be based on the following categories:

- Exams determine 60% of the final mark (a mark equal to or higher than 4.0 in each exam is required to pass the subject)
- Laboratory reports determine 40% of the total mark

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
D.K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, 3rd ed., Wiley Interscience, 2006	Bibliografía	Part 1. Electrical characterization
Eugene Hecht, Optics, Addison-Wesley, 1990	Bibliografía	Part 2. Optical Characterization
Zhang, Sam. Materials characterization techniques. CRC Press. 2009	Bibliografía	Part 3. Thermal characterization
Michael E. Brown, Introduction to Thermal Analysis. Techniques and applications, Springer Dordrecht, 2001	Bibliografía	Part 3. Thermal characterization
P.J. Haines (Ed.), Thermal Methods of Analysis; Principles, Applications and Problems, Blackie Academic and Professional (Chapman and Hall), London, 1995	Bibliografía	Part 3. Thermal characterization
David R. H. Jones, Michael F. Ashby, Engineering Materials 1 (Fourth Edition), Butterworth-Heinemann, 2012	Bibliografía	Part 4. Mechanical characterization
William F. Hosford, Mechanical behaviour of materials. Cambridge University Press, 2005	Bibliografía	Part 4. Mechanical characterization
Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials	Bibliografía	Part 4. Mechanical characterization

A.C. Fischer-Cripps. Nanoindentation, Springer, 2002	Bibliografía	Part 4. Mechanical characterization
Michael R. Lovell, Tribology for Scientists and Engineers, From Basics to Advanced Concepts, Springer, 2013	Bibliografía	Part 4. Mechanical characterization
W.R. Runyan and T.J. Shaffner, Semiconductor Measurements and Instrumentation, McGraw-Hill, 1998	Bibliografía	Part 1. Electrical characterization
A.C. Diebold, ed., Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, Marcel Dekker, New York, 2001	Bibliografía	Part 1. Electrical characterization
P. Horowitz and W. Hill, The art of electronics, Cambridge University Press, 2010	Bibliografía	Part 1. Electrical characterization
Jacques I. Pankove, Optical Processes in Semiconductors, Dover Publications, 1971	Bibliografía	Part 2. Optical characterization
Alex Ryer, Light Measurement Handbook, http://www.intl- light.com/handbook/	Recursos web	Part 2. Optical characterization
Lecture notes	Recursos web	Lecture notes available on Moodle
Specialized research articles	Bibliografía	Specialized scientific and technical articles. References included in each lecture note.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Although not formally included in the Course Syllabus, this subject will introduce students to national and international policies related to the 2030 Agenda and its 17 accompanying Sustainable Development Goals (SDGs) in a transversal manner, but with special attention to the following SDGs:

1. Ensuring inclusive and equitable quality education and promoting lifelong learning opportunities for all
2. Achieve gender equality and empower all women and girls.
6. Develop resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization, and encourage innovation
7. Reduce inequalities between and within countries.
9. Ensure sustainable consumption and production patterns
10. Take urgent action to combat climate change and its effects.

Teaching and evaluation activities within the subject will be moved online if necessary for health reasons.