



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                               |           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                               | 2022/23   |
| Asignatura (*)        | Espectroscopía                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    | Código                        | 610G04017 |
| Titulación            | Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                               |           |
| Descriptoros          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                               |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Curso              | Tipo                          | Créditos  |
| Grado                 | 2º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Segundo            | Obligatoria                   | 6         |
| Idioma                | CastellanoGallegoInglés                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                               |           |
| Modalidad docente     | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                               |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                               |           |
| Departamento          | Química                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                               |           |
| Coordinador/a         | Canle López, Moisés                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Correo electrónico | moises.canle@udc.es           |           |
| Profesorado           | Canle López, Moisés                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Correo electrónico | moises.canle@udc.es           |           |
|                       | Fernandez Perez, Maria Isabel                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    | isabel.fernandez.perez@udc.es |           |
| Web                   | http://moodle.udc.es/                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                               |           |
| Descripción general   | Esta materia aborda los fundamentos de las principales técnicas espectroscópicas y difractivométricas de caracterización de nanomateriales y nanoestructuras. Se pretende la adquisición de los conocimientos, destrezas y competencias asociados a la comprensión y aplicación de dichas técnicas. |                    |                               |           |

| Competencias del título |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A1                      | CE1 - Comprender los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.                                                                                                                                              |
| A2                      | CE2 - Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa.                                                                           |
| A3                      | CE3 - Reconocer y analizar problemas físicos, químicos, matemáticos, biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, así como plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo el uso de fuentes bibliográficas.                       |
| A5                      | CE5 - Conocer los rasgos estructurales de los nanomateriales, incluyendo las principales técnicas para su identificación y caracterización                                                                                                                                |
| A7                      | CE7 - Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales y simulaciones, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiadas.                               |
| B2                      | 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 |
| B3                      | 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                              |
| B6                      | CG1 - Aprender a aprender                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B7                      | CG2 - Resolver problemas de forma efectiva.                                                                                                                                                                                                                               |
| C2                      | CT2 - Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero                                                                                                                                                                               |
| C3                      | CT3 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida                                                                          |
| C8                      | CT8 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad                                                                                                                  |

| Resultados de aprendizaje                                                                                                        |    |                         |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------|----|
| Resultados de aprendizaje                                                                                                        |    | Competencias del título |    |
| · Conocer los rasgos de estructuras de interés en nanociencia, así como las principales técnicas de caracterización estructural. | A1 | B2                      |    |
|                                                                                                                                  | A2 | B3                      |    |
|                                                                                                                                  | A3 |                         |    |
| · Saber reconocer y analizar nuevos problemas, y ser capaz de planear estrategias para solucionarlos.                            | A5 | B7                      | C8 |
|                                                                                                                                  | A7 |                         |    |



|                                                                                                                       |                      |                      |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------|
| · Saber interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio.                               | A7                   | B2<br>B3<br>B6<br>B7 | C3       |
| · Ser capaz de aplicar técnicas espectroscópicas como ayuda en la identificación de nanoestructuras y nanopartículas. | A2<br>A3<br>A5<br>A7 | B2<br>B3             | C2<br>C8 |

| Contenidos                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                          | Subtema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1. Introducción a la espectroscopía.          | Radiación electromagnética y materia. Procesos resonantes y no resonantes.<br>Momento dipolar de transición.<br>Emisión espontánea.<br>Reglas de selección.<br>Tipos de espectros.<br>Población de los niveles de energía: intensidades. Ley de Lambert-Beer.<br>Factores que determinan la forma y ancho de las bandas espectrales.<br>Fundamentos de la acción láser. |
| 2. Espectroscopías vibracionales.             | Simetría en Química. Aplicaciones en Espectroscopía.<br>Espectroscopía IR<br>Espectroscopía de pérdida de energía de los electrones: EELS<br>Espectroscopía Raman                                                                                                                                                                                                       |
| 3. Espectroscopías electrónicas               | Espectroscopía UV-Vis<br>Espectroscopía de reflectancia difusa<br>Luminiscencia: fluorescencia, fosforescencia<br>Resonancia de plasmón superficial<br>Efectos cuánticos del tamaño                                                                                                                                                                                     |
| 4. Espectroscopías fotoelectrónica            | Espectroscopía UPS<br>Espectroscopía XPS<br>Espectroscopía Auger<br>Otras                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5. Introducción a las técnicas de difracción. | Difracción de RX: XRD, SAXS<br>Fluorescencia de RX<br>Difracción de electrones: LEED<br>Difracción de neutrones                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. Microscopía electrónica                    | Microscopía electrónica de barrido (SEM, SEM-EDS)<br>Microscopía electrónica de transmisión (TEM)<br>Microscopía de fuerza atómica (AFM)                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. Técnicas de resonancia magnética           | Resonancia magnética: NMR, SS-NMR, MAS-NMR<br>Resonancia paramagnética electrónica: EPR                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8. Otras espectroscopías                      | Espectroscopía Mössbauer<br>Espectrometría iónica: RBS, SIMS<br>Espectroscopía de respuesta dieléctrica                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Planificación          |              |                    |                                          |               |
|------------------------|--------------|--------------------|------------------------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas | Competencias | Horas presenciales | Horas no presenciales / trabajo autónomo | Horas totales |



|                                                                                                                                   |                               |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----|----|----|
| Seminario                                                                                                                         | A2 A3 A7 B2 B3 B7<br>C3       | 8  | 16 | 24 |
| Prueba mixta                                                                                                                      | A1 A2 A5 A7 B2 B3<br>B7       | 4  | 0  | 4  |
| Presentación oral                                                                                                                 | A2 A7 B2 B3 C2 C3             | 2  | 0  | 2  |
| Prueba de respuesta múltiple                                                                                                      | A2 A3 A5 B2 B3 B6<br>B7 C2 C3 | 8  | 16 | 24 |
| Sesión magistral                                                                                                                  | A1 A2 A5 A7 B2 B3<br>C8       | 31 | 62 | 93 |
| Atención personalizada                                                                                                            |                               | 3  | 0  | 3  |
| (*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos |                               |    |    |    |

| Metodologías                 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Seminario                    | Esta actividad está pensada para ser realizada en grupos lo más reducidos posible, con el objetivo de profundizar de modo dinámico y argumentativo en los distintos temas. Su éxito depende de la participación activa.                                                       |
| Prueba mixta                 | Combinación de distintos tipos de preguntas: tipo test y de problemas, respuesta breve o de tipo ensayo, evaluando conocimientos, capacidad de razonamiento y espíritu crítico.                                                                                               |
| Presentación oral            | Presentación oral de un trabajo preparado a partir de los estudios de caso, o semejante, propuesto por el/la profesor/a. La actividad incluye un debate posterior sobre el tema que es objeto de la presentación.                                                             |
| Prueba de respuesta múltiple | Ao longo do cuadrimestre, a medida que se avanza na materia, vanse engadindo tests no campus virtual. O alumnado debe responder a estos tests, que computan para a avaliación, nun tempo limitado e breve. O obxectivo é fomentar o estudo paulatino e progresivo da materia. |
| Sesión magistral             | Exposición con apoyo audiovisual o de pizarra en la que se exponen aspectos fundamentales de la asignatura, con posibilidad de participación del alumnado.                                                                                                                    |

| Atención personalizada |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Presentación oral      | <p>It aims to guide to the students in the understanding of the problem posed and of the possible strategies to solve it. It will be jointly scheduled between lecturers and students, as needed. It will be carried out at lecturers' office. Will be distributed in 12 sessions of 15 min along the semester.</p> <p>The students with recognition of part time dedication and exemption of assistance will have to assist to at least a personal tutorial for each seminar (=8 tutories) and one out of two case studies (=4 tutories), previously scheduled in agreement with the lecturers. This could be complemented with asynchronic tutorial sessions in agreement with the lecturers.</p> |

| Evaluación                   |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodologías                 | Competencias                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Calificación |
| Prueba mixta                 | A1 A2 A5 A7 B2 B3<br>B7       | Examen final con dos partes, una de corte teórico (50%) que incluye preguntas tipo test, de respuesta breve y/o de ensayo, y otra de solución de problemas (50%), en la que se evaluará la habilidad en la aplicación de los contenidos teóricos para la resolución de problemas.                                 | 60           |
| Presentación oral            | A2 A7 B2 B3 C2 C3             | <p>Calidade de la información contenida en la presentación.</p> <p>Habilidades mostradas en la presentación.</p> <p>Capacidad para defender el trabajo presentado.</p>                                                                                                                                            | 20           |
| Prueba de respuesta múltiple | A2 A3 A5 B2 B3 B6<br>B7 C2 C3 | Tests de resposta múltiple realizados a través do campus virtual. Valórase a adquisición de coñecementos sobre a materia e a capacidade de responder cuestións sobre a mesma nun tempo limitado, poñendo de manifesto claridade nos conceptos. Estos test non se consideran recuperables na segunda oportunidade. | 20           |



## Observaciones evaluación

Se trata de evaluar la adquisición de conocimientos, la capacidad crítica, de síntesis, de comparación, de elaboración, de aplicación y de originalidad del alumnado. Para un aprovechamiento idóneo de la materia, el alumnado debe asistir a todas las actividades presenciales.

Primera oportunidad. Para que se tengan en cuenta las actividades de estudios de casos y de la presentación oral es preciso obtener una calificación mínima de 4.0/10 en cada una de las dos partes de la prueba mixta. La calificación final se obtiene aplicando los porcentajes establecidos y las restricciones previamente fijadas.

Segunda oportunidad. Se repite la prueba mixta, por considerarse irrepetibles las actividades relativas a la prueba de respuesta múltiple (que refleja la continuidad y progresividad en la adquisición de conocimientos) y la presentación oral (al no ser posible el debate de la misma con presencia de todo el alumnado). Así, en esta segunda oportunidad a prueba mixta pasa a valer un 80% de la calificación final (mitad para cada una de sus partes), que se obtiene aplicando los porcentajes establecidos y las restricciones previamente fijadas.

En cualquiera de ambas oportunidades, de en el conseguirse una calificación mínima de 4.0/10 en cada una de las partes de la prueba mixta, la asignatura figurará cómo suspensa aunque la calificación final, calculada según los porcentajes correspondientes, sea igual o superior a 5/10. En cuyo caso, la calificación final será 4.5/10.

Matrículas de honra: en caso de que hubiera varios estudiantes con idéntica calificación que puedan optar a la MH, y el número de MH disponibles sea inferior al de estudiantes, si les convocará a una prueba escrita. Los estudiantes evaluados en la segunda oportunidad sólo podrán optar la MH si el número de estas no fue cubierto en su totalidad en la primera oportunidad.

Calificación de "no presentado": se aplica la estudiantes que habían participado en actividades evaluables que representen menos (

## Fuentes de información

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guozhong Cao (2004). Nanostructures &amp; nanomaterials. London : Imperial College Press</li> <li>- Kurt W. Kolasinski (2012). Surface Science. Foundations of Catalysis and Nanoscience. Chichester : Wiley</li> <li>- Rolando M.A. Roque-Malherbe (2010). The Physical Chemistry of Materials. Boca Raton : CRC Press</li> <li>- Julio A. Gonzalo, José de Frutos, Jorge García (2002). Solid State Spectroscopies. Basic Principles and Applications. Singapore: World Scientific</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- S. Roy Morrison (1990). The Chemical Physics of Surfaces. London: Plenum Press</li> <li>- Arthur W. Adamson, Alice P. Gast (1997). Physical Chemistry of Surfaces. Chichester : Wiley</li> <li>- D.K. Chakraborty, B. Viswanathan (2009). Heterogeneous Catalysis. Kent : New Age Science</li> <li>- Atkins, Peter W. (2014). Atkins' Physical Chemistry. Oxford : Oxford University Press</li> <li>- Levine, Ira N. (2004). Fisicoquímica. Madrid : McGrawhill</li> <li>- D. C. Harris (1989). Symmetry and spectroscopy an introduction to vibrational and electronic spectroscopy. New York : Dover</li> <li>- A. M. Ellis (2005). Electronic and photoelectron spectroscopy fundamentals and case studies.. Cambridge : Cambridge University Press</li> <li>- J. Keeler (2010). Understanding NMR spectroscopy. Chichester : John Wiley and Sons</li> <li>- Ooi, Li-ling (2010). Principles of x-ray crystallography. Oxford : Oxford University Press</li> </ul> <p>Materiais proporcionados ao longo do curso polos docentes. Materiais proporcionados ao longo do curso polos docentes.</p> |

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Cristalografía Avanzada/610G04042

Fundamentos de Cuántica/610G04015

Electricidad y Magnetismo/610G04007

Química: Enlace y Estructura/610G04005

Mecánica y Ondas/610G04002

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Síntesis y Preparación de Nanomateriales/610G04020

Análisis Instrumental/610G04014

### Asignaturas que continúan el temario



Técnicas de Caracterización de Nanomateriales 2/610G04030

Técnicas de Caracterización de Nanomateriales 1/610G04025

Ciencia de Superficies/610G04021

Estado Sólido/610G04022

## Otros comentarios

- Se recomienda revisar con asiduidad los conceptos teóricos introducidos en las lecciones magistrales, así como resolver simultáneamente las cuestiones en ejercicios que se irán proponiendo.- Se desaconseja fuertemente estudiar únicamente por los apuntes de clase. Se aconseja elaborar los propios materiales completando los apuntes.- Se recomienda fuertemente hacer uso de las horas de tutoría para aclarar dudas y profundizar en los conocimientos.- Programa Green Campus Facultade de Ciencias. Para ayudar a conseguir un entorno inmediato sostenible y cumplir con el punto 6 de la "Declaración Ambiental de la Facultad de Ciencias (2020)", los trabajos de esta materia se solicitará en formato virtual y soporte informático.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías