



| Guía Docente          |   |                    |                      |           |
|-----------------------|---|--------------------|----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |   |                    |                      | 2021/22   |
| Asignatura (*)        | Termodinámica: Equilibrio e Fases   |                    | Código               | 610G04018 |
| Titulación            | Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía  |                    |                      |           |
| Descritores           |   |                    |                      |           |
| Ciclo                 | Período   | Curso              | Tipo                 | Créditos  |
| Grao                  | 2º cuatrimestre   | Segundo            | Obrigatoria          | 6         |
| Idioma                | Castelán  |                    |                      |           |
| Modalidade docente    | Presencial  |                    |                      |           |
| Prerrequisitos        |   |                    |                      |           |
| Departamento          | Química   |                    |                      |           |
| Coordinación          | Sastre De Vicente, Manuel Esteban   | Correo electrónico | manuel.sastre@udc.es |           |
| Profesorado           | Sastre De Vicente, Manuel Esteban   | Correo electrónico | manuel.sastre@udc.es |           |
| Web                   |   |                    |                      |           |
| Descrición xeral      | Descríbense os principios e aplicacións fisicoquímicas básicas propias da formulación termodinámica clásica necesarios para abordar o estudo e comprensión do efecto do tamaño do sistema termodinámico sobre as súas propiedades. Asemade, preténdese encadrar conceptualmente o estudo da Nanotermodinámica e os sistemas nanoscópicos.   |                    |                      |           |
| Plan de continxencia  | <p>2. Metodoloxías. Ao tratarse dunha materia do segundo cuatrimestre pódense dar tres situacións diferentes: (A) docencia presencial total, si o acceso ao centro estivera permitido en horario e aforo sen restricións; (B) docencia presencial híbrida, si o acceso ao centro estivera restrinxido en horario e aforo; (C) docencia non presencial, si o acceso ao centro estivera totalmente prohibido. Neste último caso (C), a docencia sería totalmente non presencial. * Metodoloxías docente que se manteñen. Na situación (A) mantéñense todas. * Metodoloxías docentes que se modifican. Na situación (B) as clases maxistras impartiranse de xeito presencial rotatorio (aforo presencial limitado), ao mesmo tempo que se retransmiten as clases sincronamente mediante MS Teams; os grupos reducidos seguirían a ser presenciais e as prácticas seguirían a ser presenciais, mais haberá que controlar o aforo do laboratorio, podendo ser necesario impartir parte das prácticas online con materiais creados polos profesores. Na situación (C), clases maxistras, grupos reducidos e prácticas desenvolveranse totalmente online. 3. Mecanismos de atención personalizada ao alumnado. Correo electrónico, titorías por Teams e foros en Moodle, con atención diaria no caso de correo electrónico e foros, e previa petición do alumnado no caso das titorías por Teams. 4. Modificacións na avaliación. Nas situacións (A) e (B), non se modifica nada, a proba mixta será presencial. Na situación (C), a avaliación será non presencial online. *Observación de avaliación: en todas a situacións mantéñense as mesmas que figuran na guía docente. 5. Modificacións da bibliografía ou webgrafía. Na situacións (A) e (B) ningunha; na situación (C), engadiranse en moodle enlaces a libros dispoñibles en formato electrónico que puideran ser de libre acceso para todos os estudantes. ADAPTACIÓN NO CASO DE SUPERARSE O AFORO DAS AULAS/LABORATORIOS ASIGNADOS PARA A DOCENCIA PRESENCIAL. De existiren problemas de aforo nos espazos asignados para a realización das actividades presenciais, reservaranse espazos adicionais para que o estudantado poda seguir as actividades a través da plataforma Teams.</p> |                    |                      |           |

| Competencias / Resultados do título |   |
|-------------------------------------|---|
| Código                              | Competencias / Resultados do 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. |



|    |   |
|----|---|
| 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.   |
| B8 | CG3 - Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.  |
| C1 | CT1 - Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma   |
| C4 | CT4 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género  |

| Resultados da aprendizaxe   |   |                            |                            |
|---|---|----------------------------|----------------------------|
| Resultados de aprendizaxe   | Competencias / Resultados do título                                 |                            |                            |
|   | Comprender os principios da Termodinámica e ser capaz de aplicalos. | A1<br>A2<br>A3<br>A7       | B2<br>B3<br>B6<br>B7<br>B8 |
| Comprender a condición de equilibrio e ser capaz de aplicala                                | A1<br>A2<br>A3  | B2<br>B6<br>B7<br>B8       | C1<br>C4                   |
| Ser capaz de realizar cálculos termodinámicos básicos.                                      | A1<br>A2<br>A3  | B2<br>B3<br>B6<br>B7<br>B8 | C1<br>C4                   |
| Entender os equilibrios de fase e ser capaz de empregalos para resolver problemas sinxelos. | A1<br>A2<br>A3<br>A7  | B2<br>B3<br>B6<br>B7<br>B8 | C1<br>C4                   |
| Comprender os fundamentos da Termodinámica de superficies.                                  | A1<br>A2<br>A3<br>A7  | B2<br>B3<br>B6<br>B7<br>B8 | C1<br>C4                   |

| Contidos                   |   |
|----------------------------|---|
| Temas                      | Subtemas  |
| Tema 1.- Conceptos básicos | 1.1.- Obxeto e limitacións da Termodinámica.<br>1.2.-Sistemas e estados termodinámicos.<br>1.3.-Variables termodinámicas.<br>1.4.-Procesos reversibles e irreversibles.<br>1.5.-Nanotermodinámica |



|   |  |
|---|--|
| <p>Tema 2.-Principios da Termodinámica.</p>   | <p>2.1.-Principio da conservación da enerxía. Primeiro principio da termodinámica. Enerxía interna e entalpía.<br/>                 2.2.-Propiedades enerxéticas dun sistema termodinámico. Coeficientes calorimétricos e capacidades caloríficas.<br/>                 2.3.-Limitacións do Primeiro principio.<br/>                 2.4.-Formulación do Segundo principio. A función do estado entropía. Desigualdade de Clausius. Cambios de entropía en sistemas pechados e illados. Produción de entropía.<br/>                 2.5.-Ecuacións Tds.<br/>                 2.6.-Terceiro principio da Termodinámica. Postulado de Nernst. Entropías absolutas</p>                              |
| <p>Tema 3. Potenciais termodinámicos e evolución evolución de sistemas termodinámicos.</p>    | <p>3.1.-Principios de máximo e mínimo na natureza.<br/>                 3.2.-Enerxía de Hemholtz e traballo máximo.<br/>                 3.3.-Enerxía de Gibbs e traballo útil.<br/>                 3.4.-Relacións termodinámicas xerais: Ecuación de Gibbs-Duhem. Ecuación de Hemholtz. Ecuación de Gibbs-Hemholtz.<br/>                 3.5.-Termodinámica de sistemas de composición variable. Concepto de potencial químico.<br/>                 3.6.- Potencial químico de gases ideais e reais. Concepto de fugacidade.<br/>                 3.7.-Magnitudes molares parciais.<br/>                 3.8.-Condições de equilibrio material. Equilibrio de fases e equilibrio químico.</p> |
| <p>Tema 4. Equilibrio de fase.</p>  | <p>4.1.-Equilibrios de fase en sistemas dun compoñente. Regra das fases. Ecuación de Clapeyron e Clausius-Clapeyron. Diagramas de fase.<br/>                 4.2.-Equilibrios de fase en sistemas de dous componentes. Disolucións ideais e reais. Concepto de actividade. Solubilidade e outras propiedades.<br/>                 4.3.- Outros equilibrios de fase</p>  |
| <p>Tema 5. Termodinámica e tamaño do sistema: superficies e sistemas de ?pequeño tamaño?.</p> | <p>5.1.-Tensión superficial. Ecuación de Laplace. Ascenso capilar. Ángulo de contacto.<br/>                 5.2.-Propiedades termodinámicas e tamaño. Solubilidade, Temperatura de fusión, Nucleación?<br/>                 5.3.-Nanotermodinámica. Formulación de Hill da ecuación xeral da Termodinámica (ecuación de Gibbs).</p>  |
| <p>Tema 6. Introducción á Termodinámica de procesos irreversibles.</p>                        | <p>6.1.-Produción de entropía.<br/>                 6.2.-Forzas e fluxos xeralizados. Termodinámica lineal e non lineal.<br/>                 6.3.-Procesos de transmisión de calor: conduction, convection e radiation.</p>   |

| Planificación                 |                                     |   |                         |              |
|-------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas         | Competencias / Resultados           | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Solución de problemas         | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C4 C1 | 16                                      | 30.4                    | 46.4         |
| Proba mixta                   | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C4 C1 | 3                                       | 0                       | 3            |
| Análise de fontes documentais | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C4 C1 | 0.6                                     | 1                       | 1.6          |
| Sesión maxistral              | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B8 C4 C1    | 32                                      | 64                      | 96           |
| Atención personalizada        |                                     | 3                                       | 0                       | 3            |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado



## Metodoloxías

| Metodoloxías                  | Descrición  |
|-------------------------------|---|
| Solución de problemas         | Os seminarios de problemas adicaranse a reforzar a comprensión dos contidos impartidos nas sesións maxistras mediante a resolución de cuestións e problemas numéricos. Parte das cuestións/problemas resoltos poderán versar sobre artigos de investigación/divulgación directamente relacionados cos contidos da materia.<br>Ditos artigos daránselles para a súa lectura a todos os estudantes do curso a través de Moodle, correo electrónico.                             |
| Proba mixta                   | Pode integrar distintos tipos de cuestión e/ou problemas: test, opción múltiple, ordenación, resposta breve, de discriminación, de completar ou de asociar.<br>Realizaranse dúas probas durante o curso, as cales virán sinaladas no calendario.<br>Nas dúas primeiras probas, unha das preguntas/cuestión poderá tratar a temática analizada nalgún dos artigos de divulgación/investigación que se entregara ao alumnado nos seminarios de problemas como fonte documental. |
| Análise de fontes documentais | Darase aos alumnos/as as claves necesarias para a búsqueda, lectura e interpretación axeitada de distintos artigos de investigación/divulgación no ámbito da Termodinámica.   |
| Sesión maxistral              | Descríbense os alicerces e contidos fundamentais da asignatura.   |

## Atención personalizada

| Metodoloxías   | Descrición  |
|--|---|
| Solución de problemas<br>Análise de fontes documentais | Recoméndase ao alumnado que resolva todas as súas dúbidas contactando co profesor/a a través de tutoría, correo electrónico. Os alumnos/as a tempo parcial ou con dispensa académica dispoñerán de tutorías presenciais ou por correo electrónico sempre que o necesiten. |

## Avaliación

| Metodoloxías                  | Competencias / Resultados           | Descrición  | Cualificación |
|-------------------------------|-------------------------------------|---|---------------|
| Proba mixta                   | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C4 C1 | Realizaranse dúas probas:<br>A primeira delas será parcial con valor dun 30% da nota final.<br>A segunda será o exame final sobre toda a materia, haberá de obterse unha puntuación superior a 4 sobre 10 e ponderará un 70%. | 90            |
| Análise de fontes documentais | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C4 C1 | O alumno/a entregará, ao longo do curso, un resumo que sintetice os aspectos máis relevantes do artigo/s lido/s que previamente terán sido entregados con tempo suficiente e indicacións precisas para a súa lectura.         | 10            |

## Observacións avaliación

|   |
|---|
| O alumnado a tempo parcial ou con dispensa académica dispoñerán de tutorías presenciais ou por correo electrónico sempre que o necesiten. |
|---|

## Fontes de información

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b> | - LEVINE, I N (). Físicoquímica (distintas edicións). Mc Graw Hill<br>- (). . |
|----------------------------|---|



|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Bibliografía complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- (). .</li><li>- KONDEPUDI DILIP (2008-2014). INTRODUCTION TO MODERN THERMODYNAMICS. WILEY</li><li>- AGUILAR PERIS (1981). CURSO DE TERMODINÁMICA. ALHAMBRA</li><li>- ATKINS P.W (). QUÍMICA-FÍSICA (distintas ediciones).</li><li>- CALLEN H.B (1981). TERMODINÁMICA. AC</li><li>- DENBIGH K (1985). EQUILIBRIO QUÍMICO. AC</li><li>- TERRELL L.HILL (2001). Perspective:Nanothermodynamics. Nano Lett , 1:111-112</li><li>- TERRELL L.HILL (2001). A different Approach to Nanothermodynamics. Nano Lett , 1:273-275</li><li>- TERRELL L.HILL (1994). THERMODYNAMICS OF SMALL SYSTEMS. DOVER</li></ul> |
|------------------------------------|---|

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Química: Equilibrio e Cambio/610G04008

Fundamentos de Matemáticas/610G04001

Mecánica e Ondas/610G04002

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

### Materias que continúan o temario

Ciencia de Superficies/610G04021

### Observacións

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías