



| Guía Docente          |   |                    |                      |           |
|-----------------------|---|--------------------|----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |   |                    |                      | 2022/23   |
| 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. |                    |                      |           |

| 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 coma 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                                  | B2 |
|   |  | A2                                  | B3 |
|   |  | A3                                  | B6 |
|   |  | A7                                  | B7 |
|   |  |                                     | B8 |
|   |  | C1                                  | C4 |



|   |                      |                            |          |
|---|----------------------|----------------------------|----------|
| 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 2.-Principios da Termodinámica. | 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 |
| Tema 1.- Conceptos básicos           | 1.1.- Obxecto 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   |



|   |   |
|---|---|
| Tema 3. Potenciais termodinámicos e evolución de sistemas termodinámicos.             | <p>3.1.-Principios de máximo e mínimo na natureza.</p> <p>3.2.-Enerxía de Hemholtz e traballo máximo.</p> <p>3.3.-Enerxía de Gibbs e traballo útil.</p> <p>3.4.-Relacións termodinámicas xerais: Ecuación de Gibbs-Duhem. Ecuación de Hemholtz. Ecuación de Gibbs-Hemholtz.</p> <p>3.5.-Termodinámica de sistemas de composición variable. Concepto de potencial químico.</p> <p>3.6.- Potencial químico de gases ideais e reais. Concepto de fugacidade.</p> <p>3.7.-Magnitudes molares parciais.</p> <p>3.8.-Condicións de equilibrio material. Equilibrio de fases e equilibrio químico.</p> |
| Tema 4. Equilibrio de fase.   | <p>4.1.-Equilibrios de fase en sistemas dun compoñente. Regra das fases. Ecuación de Clapeyron e Clausius-Clapeyron. Diagramas de fase.</p> <p>4.2.-Equilibrios de fase en sistemas de dous componentes. Disolucións ideais e reais. Concepto de actividade. Solubilidade e outras propiedades.</p> <p>4.3.- Outros equilibrios de fase</p>   |
| Tema 5. Termodinámica e tamaño do sistema: superficies e sistemas de pequeno tamaño?. | <p>5.1.-Tensión superficial. Ecuación de Laplace. Ascenso capilar. Ángulo de contacto.</p> <p>5.2.-Propiedades termodinámicas e tamaño. Solubilidade, Temperatura de fusión, Nucleación?</p> <p>5.3.-Nanotermodinámica. Formulación de Hill da ecuación xeral da Termodinámica (ecuación de Gibbs).</p>   |
| Tema 6. Introducción á Termodinámica de procesos irreversibles.                       | <p>6.1.-Producción de entropía.</p> <p>6.2.-Forzas e fluxos xeralizados. Termodinámica lineal e non lineal.</p> <p>6.3.-Procesos de transmisión de calor: conduction, convección e radiación.</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 C1 C4 | 16                                      | 30.4                    | 46.4         |
| Proba mixta                   | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C1 C4 | 3                                       | 0                       | 3            |
| Análise de fontes documentais | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C1 C4 | 0.6                                     | 1                       | 1.6          |
| Sesión maxistral              | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B8 C1 C4    | 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 maxistrais 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                   | <p>Pode integrar distintos tipos de cuestión e/ou problemas: test, opción múltiple, ordenación, resposta breve, de discriminación, de completar ou de asociar.</p> <p>Realizaranse dúas probas durante o curso, as cales virán sinaladas no calendario.</p> <p>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 document</p> |
| 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 C1 C4 | 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 C1 C4 | O alumno/a entregará, ao longo do curso, un resume 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

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

### Fontes de información

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b> | <p>- LEVINE ,I N (). Physical Chemistry (different editions). Mc Graw Hill</p> <p>- (). .</p> |
|----------------------------|---|



|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <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