



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                      |           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                      | 2022/23   |
| Asignatura (*)        | Termodinámica: Equilibrio e Fases                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | Código               | 610G04018 |
| Titulación            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                      |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                      |           |
| 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      | Descríbenos 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 do título |                        |
|------------------------|------------------------|
| Código                 | Competencias do título |

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

| 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 evolución de sistemas termodinámicos.  | 3.1.-Principios de máximo e mínimo na natureza.<br>3.2.-Enerxía de Helmholtz e traballo máximo.<br>3.3.-Enerxía de Gibbs e traballo útil.<br>3.4.-Relacións termodinámicas xerais: Ecuación de Gibbs-Duhem. Ecuación de Helmholtz. Ecuación de Gibbs-Helmholtz.<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.-Condicións de equilibrio material. Equilibrio de fases e equilibrio químico.    |
| Tema 4. Equilibrio de fase.                                                          | 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                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tema 5. Termodinámica e tamaño do sistema: superficies e sistemas de pequeno tamaño? | 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).                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tema 6. Introducción á Termodinámica de procesos irreversibles.                      | 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, convección e radiación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Planificación         |              |                   |                                           |              |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas | Competencias | Horas presenciais | Horas non presenciais / 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 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>Realízanse 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 document |
| 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                        | Descrición                                                                                                                                                                                                                  | Cualificación |
| Proba mixta                   | A1 A2 A3 A7 B2 B3<br>B6 B7 B8 C1 C4 | Realízanse 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 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 titorías presenciais ou por correo electrónico sempre que o necesiten.

## Fontes de información

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | - LEVINE, I N (). Physical Chemistry (different editions). Mc Graw Hill<br>- (). .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Bibliografía complementaria</b> | - (). .<br>- KONDEPUDI DILIP (2008-2014). INTRODUCTION TO MODERN THERMODYNAMICS. WILEY<br>- AGUILAR PERIS (1981). CURSO DE TERMODINÁMICA. ALHAMBRA<br>- ATKINS P.W (). QUÍMICA-FÍSICA (distintas ediciones).<br>- CALLEN H.B (1981). TERMODINÁMICA. AC<br>- DENBIGH K (1985). EQUILIBRIO QUÍMICO. AC<br>- TERRELL L.HILL (2001). Perspective:Nanothermodynamics. Nano Lett , 1:111-112<br>- TERRELL L.HILL (2001). A different Approach to Nanothermodynamics. Nano Lett , 1:273-275<br>- TERRELL L.HILL (1994). THERMODYNAMICS OF SMALL SYSTEMS. DOVER |

## 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