



Teaching Guide				
Identifying Data			2021/22	
Subject (*)	Thermodynamics: Equilibrium and Phases	Code	610G04018	
Study programme	Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	Second	Obligatory	6
Language	Spanish			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Química			
Coordinador	Sastre De Vicente, Manuel Esteban	E-mail	manuel.sastre@udc.es	
Lecturers	Sastre De Vicente, Manuel Esteban	E-mail	manuel.sastre@udc.es	
Web				
General description	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.			
Contingency plan	1. Modifications to the contents  2. Methodologies *Teaching methodologies that are maintained  *Teaching methodologies that are modified  3. Mechanisms for personalized attention to students  4. Modifications in the evaluation  *Evaluation observations:  5. Modifications to the bibliography or webgraphy			

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
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

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Comprender os principios da Termodinámica e ser capaz de aplicalos.	A1 A2 A3 A7	B2 B3 B6 B7 B8	C1 C4
Comprender a condición de equilibrio e ser capaz de aplicala	A1 A2 A3	B2 B6 B7 B8	C1 C4
Ser capaz de realizar cálculos termodinámicos básicos.	A1 A2 A3	B2 B3 B6 B7 B8	C1 C4
Entender os equilibrios de fase e ser capaz de empregalos para resolver problemas sinxelos.	A1 A2 A3 A7	B2 B3 B6 B7 B8	C1 C4
Comprender os fundamentos da Termodinámica de superficies.	A1 A2 A3 A7	B2 B3 B6 B7 B8	C1 C4

Contents	
Topic	Sub-topic
Tema 1.- Conceptos básicos	1.1.- Obxeto e limitacións da Termodinámica. 1.2.-Sistemas e estados termodinámicos. 1.3.-Variables termodinámicas. 1.4.-Procesos reversibles e irreversibles. 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.                  2.2.-Propiedades enerxéticas dun sistema termodinámico. Coeficientes calorimétricos e capacidades caloríficas.                  2.3.-Limitacións do Primeiro principio.                  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.                  2.5.-Ecuacións Tds.                  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.                  3.2.-Enerxía de Hemholtz e traballo máximo.                  3.3.-Enerxía de Gibbs e traballo útil.                  3.4.-Relacións termodinámicas xerais: Ecuación de Gibbs-Duhem. Ecuación de Hemholtz. Ecuación de Gibbs-Hemholtz.                  3.5.-Termodinámica de sistemas de composición variable. Concepto de potencial químico.                  3.6.- Potencial químico de gases ideais e reais. Concepto de fugacidade.                  3.7.-Magnitudes molares parciais.                  3.8.-Condicións 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.                  4.2.-Equilibrios de fase en sistemas de dous componentes. Disolucións ideais e reais. Concepto de actividade. Solubilidade e outras propiedades.                  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.                  5.2.-Propiedades termodinámicas e tamaño. Solubilidade, Temperatura de fusión, Nucleación?                  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.                  6.2.-Forzas e fluxos xeralizados. Termodinámica lineal e non lineal.                  6.3.-Procesos de transmisión de calor: conduction, convection e radiation.</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student's personal work hours	Total hours
Problem solving	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B7 B8 C4 C1	16	30.4	46.4
Mixed objective/subjective test	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B7 B8 C4 C1	3	0	3
Document analysis	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B7 B8 C4 C1	0.6	1	1.6
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B8 C4 C1	32	64	96
Personalized attention		3	0	3

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies
---------------



Methodologies	Description
Problem solving	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. Ditos artigos daránselles para a súa lectura a todos os estudantes do curso a través de Moodle, correo electrónico.
Mixed objective/subjective test	Pode integrar distintos tipos de cuestión e/ou problemas: test, opción múltiple, ordenación, resposta breve, de discriminación, de completar ou de asociar. Realizaranse dúas probas durante o curso, as cales virán sinaladas no calendario. 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
Document analysis	Darase aos alumnos/as as claves necesarias para a búsqueda, lectura e interpretación axeitada de distintos artigos de investigación/divulgación no ámbito da Termodinámica.
Guest lecture / keynote speech	Descríbense os alicerces e contidos fundamentais da asignatura.

### Personalized attention

Methodologies	Description
Problem solving Document analysis	Recoméndase ao alumnado que resolva todas as súas dúbidas contactando co profesor/a a través de titoría, correo electrónico. Os alumnos/as a tempo parcial ou con dispensa académica dispoñerán de titorías presenciais ou por correo electrónico sempre que o necesiten

### Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Mixed objective/subjective test	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B7 B8 C4 C1	Realizaranse dúas probas: A primeira delas será parcial con valor dun 30% da nota final. 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
Document analysis	A1 A2 A3 A7 B2 B3 B6 B7 B8 C4 C1	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

### Assessment comments

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

### Sources of information

Basic	- LEVINE, I N (). Físicoquímica (distintas ediciónes). Mc Graw Hill - (). .
-------	--



<b>Complementary</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>
----------------------	---

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Chemistry: Equilibrium and Change/610G04008

Fundamentals of Mathematics/610G04001

Physics: Mechanics and Waves/610G04002

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

### Subjects that continue the syllabus

Surface Science/610G04021

### Other comments

(\* )The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.