



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## 1. ASIGNATURA / COURSE TITLE

QUÍMICA FÍSICA I / PHYSICAL CHEMISTRY I\*

\*English version of the guide can be found starting from page 10

### 1.1. Código

19325

### 1.2. Materia

QUÍMICA FÍSICA

### 1.3. Tipo

Formación obligatoria

### 1.4. Nivel

Grado

### 1.5. Curso

2º

### 1.6. Semestre

Primer Semestre

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también inglés en material docente

### 1.8. Requisitos previos

Se recomienda, previamente a matricular esta asignatura, haber superado las asignaturas de *Formación Básica: Química I y II*, y *Experimentación Básica en Química*, ya que se introducen en ellas conceptos en los que se profundiza al cursar Química Física I. Se recomienda así mismo haber superado o estar cursando *Matemáticas I y II* y *Física I* de primer curso.

Los alumnos deberán disponer de un nivel de inglés que permita leer la bibliografía de consulta. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

La asistencia a las clases teóricas y clases prácticas en aula es muy recomendable.  
La asistencia a las prácticas de la asignatura es obligatoria

## 1.9. Datos del equipo docente

Docente(s): (coordinador): Pilar Herrasti González  
Departamento de Química Física Aplicada  
Facultad: Ciencias  
Despacho, Módulo 2 508  
Teléfono: 914976496  
Correo electrónico: [pilar.herrasti@uam.es](mailto:pilar.herrasti@uam.es)  
Página web: <http://www.uam.es/gradoquimica>  
Horario de atención al alumnado: Previa cita. Jornada completa

### Coordinadora de Prácticas (todos los grupos)

Docente(s): Jorge Sánchez Marcos  
Departamento de: Química Física Aplicada  
Facultad: Ciencias  
Despacho, Módulo: 01.02.D-421  
Teléfono: 34 914972619  
Correo electrónico: [Jorge.sanchezm@uam.es](mailto:Jorge.sanchezm@uam.es)  
Página web: [http://www.uam.es/grado\\_quimica](http://www.uam.es/grado_quimica)  
Horario de atención al alumnado: previa petición de hora.

Enlace al profesorado del Grado en Química de la web:  
<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671472425/listado-Combo/Profesorado.htm>

## 1.10. Objetivos del curso

El objetivo de este curso de Química Física, centrado en la Termodinámica de sistemas en equilibrio, es fomentar a través de la metodología docente empleada y de las actividades formativas desarrolladas, que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

1. Comprender y desarrollar los conceptos básicos relacionados con la termodinámica de sistemas en equilibrio y aplicarlos a la resolución de problemas.
2. Aplicar las Leyes de la Termodinámica, con especial incidencia en el Equilibrio Químico, a aquellos aspectos relacionados con esta u otras áreas de la Química: Electroquímica, Química Analítica, Química Industrial, Síntesis Química, Catálisis, etc.
3. Realizar prácticas de laboratorio con rigor tanto en el procedimiento operativo como en el análisis de resultados.
4. Redactar informes que reflejen el trabajo realizado en el laboratorio de Química Física y permitan reproducir los experimentos llevados a cabo.
5. Mostrar destreza en la interpretación de resultados obtenidos en el laboratorio.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

#### **Competencias Básicas y Generales**

- CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- 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
- 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
- CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG1 Aplicar los principios del método científico
- CG2 Buscar información en las fuentes bibliográficas adecuadas
- CG4 Aplicar los principios básicos de las distintas ramas de la Química a cualquier proceso de transformación química y a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos

#### **Competencias Transversales**

- CT1 Poseer capacidad para analizar información y sintetizar conceptos.
- CT3 Demostrar autonomía y capacidad para gestionar el tiempo y la información.
- CT4 Adquirir hábitos de trabajo en equipo.

#### **Competencias Específicas**

- CE01 Utilizar correctamente la terminología química: nomenclatura, convenciones y unidades.
- CE03 Utilizar los principios y procedimientos habituales en el análisis y caracterización de compuestos químicos.
- CE05 Reconocer las características de los diferentes estados de la materia y las teorías utilizadas para describirlos.
- CE07 Aplicar los principios de la termodinámica a sistemas químicos.
- CE16 Reconocer y analizar nuevos problemas químicos, planteando estrategias para solucionarlos: evaluación, interpretación y síntesis de datos.
- CE18 Manejar de forma segura productos y materiales químicos, aplicando la Normativa de Seguridad e Higiene en el Laboratorio y evaluando los riesgos asociados al uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio, incluyendo sus repercusiones medioambientales.
- CE20 Demostrar capacidad de observación y medida de procesos químicos, mediante el registro sistemático de los mismos y presentación del informe de trabajo realizado.
- CE21 Interpretar los hechos experimentales, relacionándolos con la teoría adecuada



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

- CE22 Aplicar los principios de la Física para explicar y predecir la naturaleza y propiedades de las sustancias y fenómenos químicos.
- CE23 Realizar cálculos numéricos, con el uso correcto de unidades y análisis de errores.
- CE24 Aplicar balances de materia y energía a procesos químicos.

## 1.11. Contenidos del programa

### Contenidos Teóricos y Prácticos:

4,5 ECTS teórico-prácticos (clases teóricas, clases prácticas en aula y tutorías) y 1,5 ECTS experimentales (prácticas en laboratorio).

### PROGRAMA DE TEORÍA:

(La cifra en % que figura entre paréntesis corresponde al peso aproximado del bloque en el total de la asignatura)

#### **Bloque I.-TERMODINÁMICA (75%)**

- 1. Introducción**  
Termodinámica. Conceptos Básicos: Sistemas, Variables y Procesos. Principio Cero. Temperatura.
- 2. Principios de la Termodinámica**  
Trabajo y calor. El Primer Principio. Energía interna. Entalpía. Capacidades caloríficas. Segundo Principio. Entropía. Procesos Naturales y Procesos Reversibles. Tercer Principio.
- 3. Espontaneidad y Equilibrio**  
Condiciones generales de equilibrio y espontaneidad. Funciones de Helmholtz y Gibbs. Ecuaciones de Gibbs. Potencial químico.
- 4. Equilibrio de Fases**  
Regla de las fases. Diagramas de fase en sistemas de un componente. Efecto de la presión y de la temperatura: ecuación de Clapeyron. Cambio en las funciones termodinámicas en el cambio de fase.
- 5. Disoluciones Ideales y Disoluciones Reales**  
Equilibrio de fases en sistemas multicomponentes. Diagramas de fase en mezclas binarias. Propiedades coligativas. Disoluciones reales: actividad.
- 6. Termoquímica**  
Cambios de entalpía estándar de reacción. Leyes termoquímicas. Influencia de la temperatura en las entalpías de reacción. Variación de las funciones termodinámicas en una reacción química.
- 7. Equilibrio Químico**  
Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Desplazamiento del punto de equilibrio químico. Equilibrio Químico en Medios Heterogéneos.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## Bloque II.-ELECTROQUÍMICA DE EQUILIBRIO (20%)

### 8. Disoluciones Iónicas

Potencial químico de electrolitos. Cálculo del coeficiente de actividad iónico medio. Teoría de Debye-Hückel. Equilibrios iónicos. Polielectrólitos.

### 9. Células Galvánicas y Electrolíticas

Potencial electroquímico. Ecuaciones termodinámicas para sistemas de composición variable con trabajo eléctrico. Potencial normal de electrodo. Ecuación de Nernst. Determinación electroquímica de propiedades termodinámicas.

## Bloque III.-SUPERFICIES (5%)

### 10. Superficies y Equilibrio de Adsorción

Estructura de Superficies. Tipos de Adsorción. Isotermas.

## PROGRAMA DE PRÁCTICAS:

Se realizarán prácticas en el laboratorio sobre:

- Determinación de la entalpía de vaporización del agua.
- Estudio de las propiedades de mezclas binarias líquidas.
- Determinación potenciométrica de productos de solubilidad y formación de complejos (medida de coeficientes de actividad).
- Pilas galvánicas y celdas electrolíticas.
- Estudio de isotermas de adsorción.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## 1.12. Referencias de consulta

### Bibliografía de consulta básica

- ATKINS, P.W., *Química Física*, 8ª Ed. Panamericana, 2008.
- BERTRÁN RUSCA, J. y NÚÑEZ DELGADO, J., *Química Física*, Vol. 2, Ed. Ariel, Madrid, 2002.
- ENGEL, T., REID, P., *Química Física*, Pearson Educación S.A. Madrid, 2006.
- LEVINE, I.N., *Principios de Fisicoquímica*, 6ª ed. Ed. Mc Graw-Hill, Madrid, 2014.
- DÍAZ PEÑA, M. y ROIG MUNTANER A., *Química Física*, Vol. 2, Ed. Alhambra, Madrid, 1988.

### Bibliografía de consulta especializada

- DENBIGH, K. *The Principles of Chemical Equilibrium*. Cambridge University Press, 1981.

### Libros de Problemas

- LEVINE I.N. *Problemas de Fisicoquímica*, 5ª ed. Ed. McGraw-Hill, 2005.
- ADAMSON, A.W., *Problemas de Química Física*, Ed. Reverte, Barcelona, 1984.
- LABOWITZ, L.C., *Fisicoquímica: problemas y soluciones*, Ed. A.C., Madrid, 1986.

## 2. Métodos docentes

### Actividades Formativas:

PRESENCIALES: clases teóricas, clases prácticas en aula, prácticas de laboratorio, tutorías y realización de exámenes.

NO PRESENCIALES: elaboración de memorias, estudio y trabajo autónomo individual.

### Metodologías Docentes:

- CLASES TEÓRICAS:  
Presentación por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema, intercalados con preguntas y ejercicios. En estas sesiones se utilizará la tiza y pizarra tradicional, así como material audiovisual (presentaciones, transparencias, etc.) que se encontrará disponible en la página de docencia en red. Con estas clases se fomenta la adquisición de las competencias básicas CB1, CB3 y CB5, generales CG2 y transversales CT1 del título, y las específicas de la asignatura CE01, CE05, CE07, CE21, CE22 y CE24 descritas en el apartado 1.11.
- PRÁCTICAS EN AULA:  
Las prácticas en aula están dedicadas al desarrollo, en grupos reducidos de hasta 20 estudiantes, de los aspectos particulares y complementarios de la materia, donde se estimula la iniciativa y capacidad de trabajo personalizado del estudiante. Por otra parte puede ser también el lugar más apropiado para “conectar” la teoría con las prácticas de laboratorio.  
Las prácticas en aula se dedicarán a tres tipos de actividad: la resolución de problemas numéricos, la discusión y desarrollo de los aspectos complementarios al



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

desarrollo de los temas mencionados, y finalmente a la discusión de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.

Los alumnos dispondrán de un listado de ejercicios a resolver a lo largo del curso, así como de las actividades complementarias que se han de tratar, dejando una parte del tiempo para aquellos problemas y cuestiones que los propios alumnos deben ser capaces de plantear.

Con estas clases se fomenta la adquisición de las competencias básicas CB2, CB4 y CB5, generales CG1, CG2 y CG4 y transversales CT1, CT3 y CT4 del título, y las específicas CE01, CE05, CE07, CE16, CE21, CE22, CE23 y CE24 descritas en el apartado 1.11.

- **PRÁCTICAS DE LABORATORIO:**

En esta guía docente se incluye una serie de prácticas, con la idea de que se desarrollen en coordinación con las clases de teoría. Serán discutidas en las prácticas en aula y se pretende que el alumno realice la práctica tratando de relacionar su contenido con el de las clases teóricas, de forma que estas últimas y las prácticas constituyan dos aspectos complementarios de la misma materia.

Cuando sea posible se realizará más de una medida del mismo parámetro o constante, de forma que se realice un cálculo de la precisión de la medida basado en la obtención de diferentes valores para el mismo experimento. Por todo ello a la realización de algunas prácticas se dedicarán dos sesiones de laboratorio.

Con estas clases se fomenta la adquisición de las competencias básicas CB2, CB4 y CB5, generales CG1, CG2 y CG4 y transversales CT1, CT3 y CT4 del título, y las específicas CE01, CE03, CE07, CE16, CE18, CE20, CE21, CE22, CE23 y CE24 descritas en el apartado 1.11.

- **TUTORIAS:**

Además de las tutorías individuales, los profesores podrán ofertar tutorías en grupo. Estas tutorías se podrán ofertar previo acuerdo y fuera del horario de clases presenciales. El objetivo es facilitar que los estudiantes adquieran las siguientes competencias CB1, CB3 y CB5, CG2, CT1 y CT3 del título, y las específicas CE01, CE05, CE07, CE16, CE21, CE22 y CE23 descritas en el apartado 1.11.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante

		nº de horas	porcentaje
Presencial	Clases teóricas	30	50%
	Clases prácticas en aula	15	
	Prácticas de laboratorio	25	
	Tutorías	2	
	Realización de exámenes	3	
No presencial	Estudio y trabajo autónomo individual	75	50%
<b>Total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS</b>		<b>150</b>	<b>100%</b>



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

Los resultados del aprendizaje y la formación adquirida por el estudiante serán evaluados a lo largo de todo el curso, intentando que el estudiante avance de forma regular y constante en la asimilación de los contenidos de la asignatura. La contribución a la calificación final será la siguiente:

Sistema de evaluación		Ponderación convocatoria ordinaria	Ponderación convocatoria extraordinaria
Pruebas objetivas de evaluación escritas	Control intermedio	10%	0%
	Examen final	55%	70%
Prácticas de Laboratorio		20%	20%
Participación en las Prácticas en Aula		15%	10%

Con el examen final, el control intermedio y el trabajo de prácticas en aula se evalúa la capacidad de desarrollar conceptos básicos de Termodinámica y aplicarlos a la resolución de problemas. Al evaluar las prácticas de laboratorio se evalúa la capacidad de realizar un trabajo experimental con rigor, interpretar los resultados obtenidos, buscar y analizar bibliografía relacionada y, finalmente, redactar informes que reflejen el trabajo realizado en el laboratorio y las conclusiones alcanzadas.

### CONVOCATORIA ORDINARIA

- Evaluación continua mediante controles periódicos.  
Se realizará una prueba corta, de carácter individual.
- Examen Final  
En la convocatoria ordinaria se realizará un examen al finalizar el semestre. Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una calificación mínima de 3.5 puntos sobre 10.
- Participación en las Prácticas en Aula:  
Consistirá en la realización de trabajos, memorias y/o ejercicios realizados bajo la tutoría del profesor.
- Evaluación de las Prácticas de Laboratorio  
Las prácticas tienen carácter obligatorio.  
La calificación de las prácticas de laboratorio se hará de la siguiente forma: Un 40% de la calificación máxima se deriva de la realización correcta de todas ellas. Esta calificación tendrá en cuenta los resultados obtenidos y los informes de prácticas presentados. El restante 60% se obtendrá de un examen de prácticas. La calificación final de las prácticas se incorporará a la calificación final de la asignatura con una proporción del 20% de la calificación total, siendo necesario para superar la asignatura obtener una calificación mínima de 4 sobre 10.  
Aquellos estudiantes que hubieran realizado las prácticas el curso anterior y tengan





Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

una calificación igual o superior a 5 sobre 10, tendrán la opción de no repetirlas si así lo solicitan, y mantendrán la calificación obtenida el curso anterior.

*Nota:* El estudiante que haya participado en menos de un 20% de las actividades de evaluación, será calificado en la convocatoria ordinaria como “No evaluado”.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

▪ Examen Final

Se realizará un examen final correspondiente a los contenidos teórico-prácticos de la asignatura. Para poder tener en cuenta las demás contribuciones a la calificación final, será necesario obtener una nota mínima de 3.5 sobre 10 en este examen.

▪ Participación en las Prácticas en Aula:

La calificación será la obtenida en la convocatoria ordinaria.

▪ Prácticas de Laboratorio

La calificación será la obtenida en la convocatoria ordinaria, salvo aquellos alumnos que las hubieran suspendido en esa convocatoria, que deberán realizar un examen de prácticas además del examen final escrito.

## 5. Cronograma\* /

Contenido	Horas presenciales
Tema 1. Introducción	1
Tema 2. Principios de la Termodinámica	8
Tema 3. Espontaneidad y Equilibrio	6
Tema 4. Equilibrio de Fases	5
Tema 5. Disoluciones Ideales y Disoluciones Reales	6
Tema 6. Termoquímica	3
Tema 7. Equilibrio Químico	5
Tema 8. Disoluciones Iónicas	3
Tema 9. Células Galvánicas y Electrolíticas	5
Tema 10. Superficies y Equilibrio de Adsorción	3
9 o 10 sesiones de prácticas de laboratorio	25

\*Este cronograma tiene carácter orientativo

Ver horario del curso y calendario de evaluación en [http://www.uam.es/ss/Sate-lite/Ciencias/es/1242655569378/listadoCombo/Horarios\\_y\\_evaluaciones.htm](http://www.uam.es/ss/Sate-lite/Ciencias/es/1242655569378/listadoCombo/Horarios_y_evaluaciones.htm)

La entrega de ejercicios, realización de test, etc. se comunicará a través de la página Moodle de la asignatura.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## 1. COURSE

PHYSICAL CHEMISTRY I

### 1.1. Course code

19325

### 1.2. Content area

PHYSICAL CHEMISTRY

### 1.3. Course type

COMPULSORY SUBJECT

### 1.4. Course level

GRADE

### 1.5. Year

2<sup>nd</sup> year

### 1.6. Semester

FIRST Semester

### 1.7. Language

English. Groups 922

### 1.8. Prerequisites

It is strongly recommended to have passed the courses: *General Chemistry I (19317)*, *General Chemistry II (19318)* and *Initial Experimental Work in Chemistry (16349)*. It is recommended likewise to have passed or being studying *Mathematics I (19321)*, *Mathematics II (19322)* and *Physics I (19319)*.

### 1.9. Minimum attendance requirements

Attendance to lectures and practical classes in the classroom is highly advisable. Attendance to laboratory practicals is mandatory.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

## 1.10. Faculty data

Lecturer(s): (coordinador): Pilar Herrasti González  
Department of Applied Physical Chemistry  
Faculty: Sciences  
Office, Module: M.2, 01.02.D-508  
Phone: 914976496  
Email: pilar.herrasti@uam.es  
Website: [http://www.uam.es/grado\\_quimica](http://www.uam.es/grado_quimica)

### Experimental practicals coordinator (all groups)

Lecturer(s): Jorge Sánchez Marcos  
Department of Applied Physical Chemistry  
Faculty: Sciences  
Office, Module: M. 2, 01.02.D-421  
Phone: 914972619  
Email: Jorge.sanchezm@uam.es  
Website: [http://www.uam.es/grado\\_quimica](http://www.uam.es/grado_quimica)

## 1.11. Course objectives

The main objective of this Physical Chemistry course, focusing on the Thermodynamics of Systems in Equilibrium is to provide the student with the basic knowledge of Thermochemistry and Electrochemistry. The methodology and the different formative activities are designed so that, by the end of the course, students should be able:

1. To understand and develop the basic concepts related to Thermodynamics of systems in Equilibrium and to apply them to the solution of problems.
2. To apply the Laws of Thermodynamics, especially in the field of Chemical Equilibrium, to Physical Chemistry problems as well as those coming from other areas of chemistry: Electrochemistry, Analytical Chemistry, Industrial Chemistry, Chemical Synthesis, Catalysis,
3. To conduct laboratory practicals rigorously, both with respect to the experimental procedures and to the analysis of the results.
4. To write laboratory reports that properly reflect the work done in the Physical Chemistry laboratory and allow a complete reproducibility of the results obtained.
5. To develop the skills related to laboratory data management.

These learning outcomes should help the students with the acquisition of the following competences and skills of the degree:



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

### Basic and General Competences

- CB1 - Ability to demonstrate knowledge and understanding in a specific field of study which, based on the general secondary education, has been extended to a level that, whilst supported in advanced textbooks, also includes some knowledge from the forefront of their field of study.
- CB2 - Ability to apply their knowledge to their work or vocation in a professional manner and have competencies typically demonstrated through devising and sustaining arguments and solving problems within their field of study.
- CB3 - Capacity to collect and interpret relevant data (normally within their area of study) in order to formulate judgments that include critical reflection on relevant social, scientific or ethical issues.
- CB4 - Ability to transmit information, ideas, problems and solutions to both specialized and non-specialized audiences.
- CB5 - Capacity to undertake further studies with a high degree of autonomy.
- CG1 - Ability to apply the principles of the scientific method.
- CG2 - Ability to search for information in the appropriate literature sources.
- CG4 - Ability to apply the basic principles of the different areas of Chemistry to any chemical process, and to solve qualitative and quantitative problems

### Transversal Competences

- CT1 - Capacity to analyze information and synthesize concepts.
- CT2 - Ability to adapt to new situations and make decisions.
- CT3 - Capacity to demonstrate autonomy and ability to manage time and information.
- CT4 - Capacity to develop teamwork habits.

### Specific Competences

- CE01- Ability to use chemical terminology accurately: nomenclature, conventions and units.
- CE03- Ability to use the principles and usual procedures used in chemical analysis and the characterization of chemical compounds.
- CE05- Ability to recognize the characteristics of the different states of matter and the theories used to describe them.
- CE07 - Capacity to apply the principles of thermodynamics to chemical systems.
- CE16- Ability to recognize and analyze new chemical problems, proposing strategies to solve them: evaluation, interpretation and synthesis of data.
- CE18- Ability to safely handle chemical products and materials, complying with health and safety regulations in the lab, and evaluating the risks associated



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

with the use of chemicals and laboratory procedures, including their environmental impact.

- CE20- Ability to demonstrate observation and measurement skills, for chemical processes, through their systematic recording and presentation of reports on the performed work.
- CE21- Ability to interpret the experimental facts, relating them to the appropriate theory.
- CE22- Ability to apply the principles of Physics to explain and predict the nature and properties of substances and chemical phenomena
- CE23 - Ability to perform numerical calculations with the proper use of units and error analysis.
- CE24 -Ability to apply matter and energy balances to chemical processes.

## 1.12. Course content

### Content:

4,5 theoretical-practical ECTS (lectures, practical classes and tutorials) plus 1,5 experimental ECTS (laboratory practicals)

### Theoretical Content:

(In parentheses, approximate weighing of the part in the course)

#### Part I. THERMODYNAMICS (75%)

##### 1. Introduction

Thermodynamics. Basic concepts: Systems, Variables and Processes. The Zeroth Law. Temperature.

##### 2. The Laws of Thermodynamics.

Work and Heat. The First Law. Internal Energy. Enthalpy. Heat capacities. The Second Law. Entropy. Reversible processes. The Third Law

##### 3. Spontaneity and Equilibrium.

General conditions of equilibrium and spontaneity. Helmholtz and Gibbs energies. Gibbs equations. Chemical potential.

##### 4. Phase equilibrium.

The phase rule. Phase diagrams of pure substances. Effect of pressure and temperature: Clapeyron equation. Changes of thermodynamic functions due to phase changes.

##### 5. Ideal solutions and Real solutions.

Phase equilibrium in multicomponent systems. Phase diagrams of binary mixtures. Colligative properties. Real solutions: activities.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

#### 6. Thermochemistry.

Standard reaction enthalpies. Thermochemical laws. The influence of temperature on reaction enthalpies. Variation of the thermodynamic functions upon chemical reactions.

#### 7. Chemical equilibrium.

Chemical equilibrium. Equilibrium constant. Response of equilibrium to varying conditions. Chemical equilibrium in heterogeneous media.

### Part II. EQUILIBRIUM ELECTROCHEMISTRY (20%)

#### 8. Ionic solutions.

Chemical potential of electrolytes. Mean ionic activity coefficients. The Debye-Hückel law. Ionic equilibria. Polyelectrolytes.

#### 9. Galvanic and Electrolytic Cells.

Electrochemical potential. Thermodynamical equations for systems of variable composition under electric work. Standard electrode potentials. Nernst equation. Electrochemical measurement of thermodynamical properties.

### Part III. SURFACES (5 %)

#### 10. Surfaces and Adsorption equilibrium.

Structure of surfaces. Types of Adsorption. Isotherms.

### Laboratory content:

Laboratory sessions will be carried out on:

- Determination of the vaporization enthalpy of water.
- Study of the properties of liquid binary mixtures.
- Potentiometric determination of solubility products and formation constants of coordination complexes (measurement of activity coefficients).
- Galvanic cells and electrolytic cells.
- Study of adsorption isotherms.

## 1.13. Course bibliography

### Bibliografía de consulta básica

- ATKINS, P.W., *Química Física*, 8ª Ed. Panamericana, 2008.
- BERTRÁN RUSCA, J. y NÚÑEZ DELGADO, J., *Química Física*, Vol. 2, Ed. Ariel, Madrid, 2002.
- ENGEL, T., REID, P., *Química Física*, Pearson Educación S.A. Madrid, 2006.
- LEVINE, I.N., *Principios de Fisicoquímica*, 6ª ed. Ed. Mc Graw-Hill, Madrid, 2014.



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

- DÍAZ PEÑA, M. y ROIG MUNTANER A., *Química Física, Vol. 2*, Ed. Alhambra, Madrid, 1988.

#### **Bibliografía de consulta especializada**

- DENBIGH, K. *The Principles of Chemical Equilibrium*. Cambridge University Press, 1981.

#### **Libros de Problemas**

- LEVINE I.N. *Problemas de Fisicoquímica*, 5ª ed. Ed. McGraw-Hill, 2005.
- ADAMSON, A.W., *Problemas de Química Física*, Ed. Reverte, Barcelona, 1984.
- LABOWITZ, L.C., *Fisicoquímica: problemas y soluciones*, Ed. A.C., Madrid, 1986.

## **2. Teaching methodology**

### **Training activities:**

CLASSROOM TEACHING: lectures, practical classes, laboratory practicals, tutorials and exams.

SELF-GUIDED LEARNING: writing of lab reports, autonomous study.

### **Classroom Teaching Methodologies:**

- **LECTURES:**  
Presentation by the teacher of the basic theoretical contents of each subject, including questions and exercises. These sessions will use traditional chalk and blackboard, as well as audiovisual material (presentations, slides, etc.) that will be available on the teaching web page. With these classes the basic competences CB1, CB3 and CB5, general CG2 and transverse CT1 of the degree, and the specific ones of the subject CE01, CE05, CE07, CE21, CE22 and CE24 described in section 1.11 are acquired.
- **PRACTICAL CLASSES:**  
The classroom hands-on sessions are dedicated to the development, in small groups of up to 20 students, of particular and complementary aspects of the subject, where the initiative and personalized work capacity of the student is stimulated. On the other hand it may also be the most appropriate place to "connect" theory with laboratory practices.  
The classroom practices will be devoted to three types of activities: solving numerical problems, the discussion and development of complementary aspects to the development of the mentioned topics, and finally the discussion of the results obtained in laboratory sessions.  
The students will have a list of exercises to be solved throughout the course, as well as the complementary activities to be dealt with, leaving some time for those problems and questions that the students themselves should be able to propose.  
With these classes the basic CB2, CB4 and CB5, general CG1, CG2 and CG4 and transverse competences CT1, CT3 and CT4 of the title, and the specific ones CE01,



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

CE05, CE07, CE16, CE21, CE22, CE23 and CE24 described in section 1.11 are acquired.

- **LABORATORY PRACTICALS:**

This teaching guide includes a series of practicals, with the idea that they develop in coordination with the theory classes. They will be discussed in classroom practices and it is intended that the student performs the practice trying to relate their content to that of the theoretical classes, so that the latter and practices are two complementary aspects of the same subject.

When possible, more than one measurement of the same parameter or constant shall be performed, so that a measurement accuracy calculation based on obtaining different values for the same experiment is performed. For all this, two sessions of laboratory will be dedicated to carry out some of the practical sessions.

With these classes the basic CB2, CB4 and CB5, general CG1, CG2 and CG4 and transverse competences CT1, CT3 and CT4 of the title, and the specific ones CE01, CE03, CE07, CE16, CE18, CE20, CE21, CE22, CE23 and CE24 described in section 1.11 are acquired.

- **TUTORIALS:**

In addition to individual tutorials, teachers may offer group tutorials. These tutorials can be offered by agreement and outside the class schedule. The objective is to help students acquire the following competences CB1, CB3 and CB5, CG2, CT1 and CT3 of the degree, and the specific ones CE01, CE05, CE07, CE16, CE21, CE22 and CE23 described in section 1.11.

### 3. Student workload

		hours	weighting
Classroom teaching	Lectures	30	50%
	Practical Classes	15	
	Laboratory Practicals	25	
	Tutorials	2	
	Exams	3	
Self-guided	Individual study	75	50%
<b>Total workload: 25 hours x 6 ECTS</b>		<b>150</b>	<b>100%</b>

### 4. Evaluation procedures and weight of components in the final grade

The learning and training results acquired by the student will be evaluated throughout the course, trying that the student progress in a regular and constant way in the assimilation of the contents of the subject. The contribution to the final grade will be as follows:





Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

Evaluation procedure		Weighting First call	Weighting Second call
Written tests	Intermediate test	10%	0%
	Final exam	55%	70%
Laboratory practicals		20%	20%
Participation in practical classes		15%	10%

With the final exam, intermediate test and practical classes, the ability to develop basic concepts of Thermodynamics and apply them to problem solving, are evaluated. When evaluating laboratory practicals, the ability to perform a rigorous experimental work, interpret the obtained results, search for and analyze related bibliography, and finally write reports that reflect the work done in the laboratory and the conclusions reached, are evaluated.

#### FIRST CALL

- Intermediate test.  
There will be a short, individual test.
- Final Exam.  
A written formal exam will be held at the end of the semester. To take into account the other contributions to the final grade, a minimum grade of 3.5 points out of 10 in this exam will be required.
- Participation in practical classes.  
It will consist of the accomplishment of works, reports and/or exercises performed under teacher's supervision.
- Assesment of Laboratory practicals.  
Attendance to practical sessions in the laboratory is compulsory.  
The qualification of the laboratory practicals will be done as follows: 40% of the maximum qualification is derived from the correct completion of all of them. This qualification will take into account the results obtained and the reports presented. The remaining 60% will be obtained from an exam. The final grade of the laboratory practicals will be incorporated into the final grade of the course with a weighting of 20% of the total grade, being necessary to pass the subject a minimum grade of 4 out of 10 in this part of the qualification.  
Those students who have taken these sessions in the previous academic year and obtained a grade of 5 or more, will have the option of not repeating them if they request it, and will maintain the grade obtained in the previous year.

*Note:* Those students who have participated in less than 20% of the evaluation activities as described in the first call will be considered as "Not evaluated".

#### SECOND CALL



Asignatura/Course: QUÍMICA FÍSICA I/PHYSICAL CHEMISTRY I  
Código/Course Code: 19325  
Centro/Academic Center: Facultad de Ciencias/Science Faculty  
Titulación/Title: Grado en Química/Chemistry Degree  
Curso Académico/Academic Course: 2017 - 2018  
Tipo/Course Type: Formación Obligatoria/Compulsory  
Nº de créditos/Credit Value: 6 ECTS

▪ Final Exam.

There will be a final exam corresponding to the theoretical and practical contents of the subject. To take into account the other contributions to the final grade, a minimum grade of 3.5 out of 10 in this exam will be required.

▪ Participation in practical clases.

The qualification will be that obtained in the first call.

▪ Assesment of Laboratory practicals.

The qualification will be that obtained in the first call, except those students who had not pass this part in that call, who must carry out an exam of this part in addition to the final written exam.

## 5. Course calendar\*

<i>Contents</i>	<i>Contact hours</i>
Chapter 1. Introduction	1
Chapter 2. The Laws of Thermodynamics	8
Chapter 3. Spontaneity and Equilibrium	6
Chapter 4. Phase equilibrium	5
Chapter 5. Ideal solutions and Real solutions	6
Chapter 6. Thermochemistry	3
Chapter 7. Chemical Equilibrium	5
Chapter 8. Ionic solutions	3
Chapter 9. Galvanic cells and Electrolytic cells	5
Chapter 10. Surfaces and Adsorption Equilibrium	3
9 or 10 laboratory sessions	25

\*This schedule is for guidance only

See detailed course Schedule and evaluation calendar at: [http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242655569378/listadoCombo/Horarios\\_y\\_evaluaciones.htm](http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242655569378/listadoCombo/Horarios_y_evaluaciones.htm)

The Moodle web page of the course will be used to deliver exercises, test, grading, etc.