



Plan Docente de una materia

“Técnicas Experimentales y Computacionales en Química”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>			
<i>Denominación</i>	“Técnicas Experimentales y Computacionales en Química”		
<i>Curso y Titulación</i>	3º Curso de Ingeniero Químico		
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	Dr. Evaristo A. Ojalvo Sánchez – Dr. Antonio Hidalgo García, Dr. Jorge A. Sansón Martín y Dr. Santiago Tolosa Arroyo		
<i>Área</i>	Química Física		
<i>Departamento</i>	Química Física		
<i>Tipo</i>	Obligatoria (0 + 6 Créditos LRU)	Básico (1º Ciclo)	
<i>Coeficientes</i>	Practicidad 4 (Estimado)	Agrupamiento 2 (Estimado)	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo Cuatrimestre		5,3 ECTS (133 horas)
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 10%	Seminario-Lab.: 30%	Tutoría ECTS: 5%
	14 horas	40 horas	6 horas
<i>Descriptor</i> <i>(según BOE)</i>	Laboratorio integrado sobre caracterización fisico-química. Aplicaciones computacionales de uso general y específico. Modelización y simulación de sistemas moleculares y sus procesos químicos.		

Contextualización profesional*

Conexión con los perfiles profesionales de la Titulación

La Ingeniería Química es un título de Grado Superior destinado a la formación completa de profesionales dirigidos a su participación en los sectores Industrial (mayoritariamente) y de Servicios.

Respecto del sector **Industrial**, existe una gran demanda de profesionales para cubrir las necesidades de la Industria Química, en la cuál se pueden distinguir diferentes aspectos o subperfiles:

- a) Obtención de productos químicos y preparación de sustancias utilizadas en manufactura de productos de consumo o en tecnología de consumo.
- b) Diseño, construcción y operaciones de las plantas de producción y su mantenimiento.
- c) Organización, dirección y ejecución de las tareas de producción en instalaciones industriales complejas como las citadas en los apartados anteriores.
- d) Aplicación, organización diseño y puesta a punto de las operaciones necesarias para el manejo de materiales e instrumentación en el Laboratorio Químico.
- e) Toma de conciencia de las responsabilidades correspondientes a la preservación del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de la población de la zona de influencia de las industrias químicas.
- f) Manejo de las nuevas tecnologías y desarrollo de capacidades de organización y distribución de tiempos y tareas del personal bajo su responsabilidad. Capacidad de liderazgo.
- g) Desarrollo de destrezas para la resolución de problemas con información cualitativa y cuantitativa.
- h) Adquisición de destrezas en relaciones interpersonales y de trabajo en grupo.

Por lo que se refiere al sector **Servicios**, se debe tener en cuenta que una parte apreciable de los titulados en Ingeniería Química desempeñaran tareas docentes, investigadoras , de asesoría y consultoría, comerciales, técnicos, representantes, etc., lo que permite apreciar diversos subperfiles:

- a) Desarrollo de aplicaciones tecnológicas y búsqueda y desarrollo de nuevos productos.
- b) Puesta en marcha y desarrollo de investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química.
- c) Adquisición de habilidades computacionales en relación a problemas químicos, de interpretación de datos obtenidos mediante la observación y de relación con las teorías científicas apropiadas.
- d) Aspectos d) a h) reseñados más arriba referidos al sector Industrial.

Otras consideraciones de interés

Capacidad de sistematización y difusión de las capacidades citadas tanto en relación con el sector Industrial cómo el de Servicios.

*Contextualización curricular**

Conexión con las competencias genéricas y específicas del Título

Los Planes de Estudios vigentes de la titulación en Ingeniería Química entraron en funcionamiento el curso 1998-1999 (resolución 26082 del 22 de octubre de 1988. B.O.E. del 12 de noviembre de 1998) con un total de 338.5 créditos, correspondiendo 202.5 al primer ciclo de la titulación, de los cuales 139.5 corresponden a materias troncales, 39 a obligatorias, 6 optativos y 18 de libre configuración. Actualmente no existe Libro Blanco para la Titulación de Ingeniería Química.

La asignatura troncal Técnicas Experimentales y Computacionales en Química se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la licenciatura, presentando los siguientes descriptores según B.O.E.: 1.- Laboratorio integrado sobre caracterización físico-química; 2.- Aplicaciones computacionales de uso general y específico; 3.- Modelización y simulación de sistemas moleculares y sus procesos químicos. Estos descriptores como vemos son eminentemente prácticos, de ahí que la asignatura disponga de casi todos sus créditos de tipo práctico, pudiendo dividirse en dos tipos de laboratorios. Por un lado, lo que denominamos laboratorio computacional, donde desarrollamos los dos últimos descriptores, y por otro lado el laboratorio experimental donde nos centramos básicamente en el primer descriptor.

Las competencias específicas del Título con las que se vincula principalmente la asignatura son las siguientes:

- 1.- Conocer y comprender los principios, conceptos y teorías básicas en la ingeniería química
- 2.- Manipular adecuadamente la instrumentación básica y el equipamiento científico específico empleado por los ingenieros químicos
- 3.- Interpretar, analizar y evaluar los datos procedentes de observaciones y experiencias en laboratorios
- 4.- Proyectar, ejecutar y dirigir instalaciones propias de la industria química
- 5.- Realizar y dirigir estudios y trabajos relacionados con la ingeniería química
- 6.- Adquirir la capacidad crítica y creativa sobre fenómenos y procesos industriales
- 7.- Alcanzar la capacidad de relacionar la ingeniería química con otras disciplinas
- 8.- Saber transmitir (oralmente y por escrito) los conocimientos adquiridos en la titulación
- 9.- Aplicar la teoría a la práctica, a fin de resolver problemas tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa
- 10.- Capacidad de obtener información (búsquedas bibliográficas) incluyendo el manejo de recursos informáticos (Internet, software, etc.)
- 11.- Adquirir la capacidad para investigar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico al diseño, instalación y control de plantas químicas

Interrelaciones con otras materias

La asignatura se relaciona con algunas asignaturas del Plan de Estudios del título, tanto anteriores a esta materia como simultáneas y posteriores a la misma. Las Técnicas Experimentales y Computacionales en Química se interrelacionan con los Laboratorios en Ingeniería Química, y las Experimentaciones en Química Inorgánica, Química Analítica y Química Orgánica.

Contextualización personal*

Itinerarios de procedencia y requisitos formativos de los alumnos

Al tratarse de una asignatura de primer ciclo, la procedencia de los alumnos será la de cualquier alumno que, perteneciendo a alguno de los cursos del primer ciclo de la titulación, se matricule en dicha asignatura, ya que no se contempla ninguna incompatibilidad, aunque es recomendable que el alumno disponga de los conocimientos previos que posteriormente detallamos.

La asignatura se encuentra enmarcada en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la titulación de Ingeniero Químico, por lo que a la hora de recibir la docencia de esta asignatura el alumno dispone de los conocimientos teóricos necesarios para un adecuado desarrollo de las prácticas propuestas. Por otro lado, los alumnos ya saben cuáles son las operaciones básicas de un laboratorio de química puesto que han cursado las asignaturas de “Experimentación en Química Inorgánica”, “Experimentación en Química Analítica”, “Laboratorio en Ingeniería Química”, “Experimentación en Química Orgánica”, y “Ampliación de Laboratorio en Ingeniería Química”.

Además, los alumnos disponen de una asignatura optativa de segundo ciclo sobre “Métodos Numéricos Aplicados a Ingeniería Química” por lo que aquellos que hayan cursado esta asignatura cumplen todos los requisitos formativos necesarios para comprender perfectamente la asignatura aquí tratada. Ahora bien, como la mayoría de los alumnos matriculados en esta asignatura no han cursado los Métodos Numéricos, los primeros temas de la asignatura “Técnicas Experimentales y Computacionales en Química” están dedicados a impartir unos conocimientos básicos sobre herramientas informáticas y aquellos métodos numéricos (derivación, integración, diferenciación, sistemas de ecuaciones, etc.) que el alumno va a necesitar en la realización de las prácticas.

En resumen, podemos destacar cuatro bloques de conocimientos previos que los alumnos necesitan tener:

- * Conocimiento básico en informática y estadística
- * Conocimiento básico de métodos numéricos
- * Fundamentos de química orgánica, inorgánica, analítica y , sobre todo, química física
- * Operaciones básicas en un laboratorio de química y elaboración de memorias.

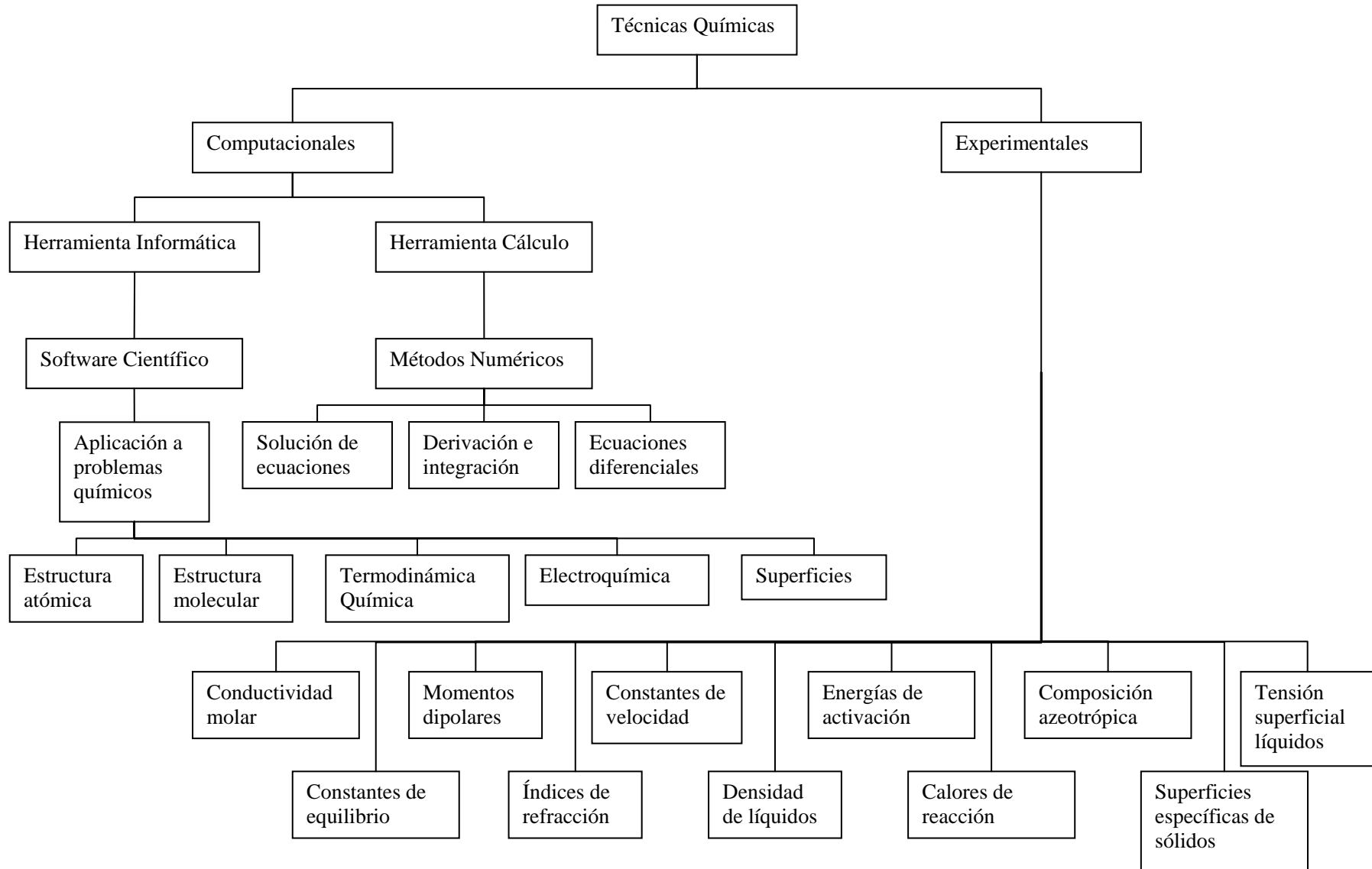
Otras consideraciones de interés

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>		<i>Vinculación</i>
Descripción		<i>CETⁱ</i>
1.	Familiarizarse con las técnicas básicas del laboratorio químico	1, 2, 3, 6, 9, 11
2.	Aproximarse a las principales técnicas para el conocimiento de aspectos relacionados con la estructura atómica y molecular. Utilizar software científico	1, 3, 7, 11
3.	Conocer las propiedades de los distintos estados de agregación de las sustancias	1, 3, 11
4.	Acercarse a técnicas experimentales básicas para la determinación de magnitudes termodinámicas	1, 2, 3, 6, 7, 9, 11
5.	Manejar las técnicas experimentales básicas en conductividad y electroquímica	1, 2, 3, 6, 7, 9, 11
6.	Determinar parámetros fundamentales de los fenómenos superficiales	1, 2, 3, 6, 7, 9, 11
7.	Conocer la determinación de los parámetros de las isothermas de adsorción	1, 2, 3, 6, 7, 9, 11
8.	Seguir experimentalmente la evolución cinética de las reacciones y el efecto de la temperatura	1, 2, 3, 6, 7, 9, 11
9.	Saber manejar software para la modelización y simulación de procesos físico-químicos	3, 5, 7, 8, 10, 11
10.	Utilizar las herramientas informáticas (hojas de cálculo, bases de datos) adecuadas para la resolución de problemas industriales	3, 5, 7, 8, 10, 11
11.	Capacidad de elaborar memorias a partir de los datos obtenidos en las experiencias de laboratorio	6, 8, 10
<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>		<i>Vinculación</i>
Descripción		<i>CET</i>
12.-	Saber transmitir por escrito los conocimientos adquiridos	8
13.-	Capacidad de buscar información	10
14.-	Capacidad de hacer frente a problemas experimentales y saber analizar los resultados obtenidos	3, 11
15.-	Capacidad de proyección, ejecución y dirección de industrias químicas	4

III. Contenidos

*Selección y estructuración de conocimientos generales**



<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>	
<i>I. Computación</i>	
I.1.- Generalidades: Sistemas Operativos. Entorno Windows	
I.2.- Hojas de Cálculo. Microsoft Excel	
I.3.- Cálculo y tratamiento estadístico de errores	
I.4.- Solución numérica de ecuaciones lineales y no lineales	
I.5.- Solución numérica de derivadas e integrales	
I.6.- Solución numérica de ecuaciones diferenciales	
I.7.- Software científico (CurveExpert, Grapher, Hyperchem, Matemática, LPCS, ChemOffice, SPSS)	
I.8.- Aplicaciones a problemas químicos	
I.8.1.- Estudio de gases ideales y reales	
I.8.2.- Análisis de espectros atómicos	
I.8.3.- Cálculos termodinámicos en pilas electroquímicas	
I.8.4.- Cálculo de calores de reacción	
I.8.5.- Representación de funciones hidrogenoides	
I.8.6.- Optimización de geometrías moleculares	
I.8.7.- Búsqueda de isothermas de adsorción	
<i>II. Experimentación</i>	
II.1.- Práctica 1: Cálculo de momentos dipolares de moléculas sencillas	
II.2.- Práctica 2: Cinética por espectrofotometría	
II.3.- Práctica 3: Cinética por medidas de pH	
II.4.- Práctica 4: Efecto de la temperatura en la velocidad de la reacción	
II.5.- Práctica 5: Determinación del punto azeotrópico en mezclas binarias	
II.6.- Práctica 6: Determinación de la entalpía de mezcla de líquidos	
II.7.- Práctica 7: Isothermas de la adsorción de ácidos carboxílicos en carbón	
II.8.- Práctica 8: Determinación de la tensión superficial	
II.9.- Práctica 9: Determinación de constantes de equilibrio por medidas de conductividad	
II.10.- Práctica 10: Variación de la conductividad con la concentración	

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	Procedencia
Conocimientos básicos de estructura atómico-molecular	Rq	I.7, I.8.2, I.8.5, I.8.6, II.1	Enlace Químico y Estructura de la materia (1º)
Conocimientos básicos de termoquímica	Rq	I.7, I.8.1, I.8.3, I.8.4, II.5-II.7, II.9	Química Física (2º)
Conocimientos básicos de superficies	Rq	I.8.7, II.7, II.8	Química Física (2º)
Conocimientos básicos de cinética	Rq	I.2, II.2-II.4	Química Física (2º)
Conocimientos básicos de electroquímica	Rq	I.7, I.8.3, II.10	Química Física (2º)
Conocimientos básicos de métodos numéricos	Rq	I.2, I.4-I.6, I.8.1, I.8.3	Matemáticas (1º)
Conocimientos básicos de estadística	Rq	Todos	Estadística y programación (2º)
Elaboración de memorias de prácticas	Rd	II.1-II.10	Exp. en Química Analítica, Exp. en Química Orgánica, Laboratorios en Ingeniería Química, Exp. en Química Inorgánica (2º)

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipoⁱⁱ</i>		<i>Dⁱⁱⁱ</i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
1. Presentación de la asignatura	GG	C-E	0.5	Todos	-
2. Exposición general de la parte de computación	GG	T	0.5	I.1-I.8	-
3. Distribución y normativa del laboratorio de computación	GG	C-E	0.5	-	-
4. Exposición sistemas operativos y entorno windows	GG	T	1	I.1	1, 10
5. Uso y aplicación del entorno windows	S	P	0.5	I.1	1, 10
6. Explicación general de hojas de cálculo	GG	T	1	I.2	1, 10
7. Construcción de tablas, fórmulas y gráficos con Excel	S	P	1	I.2	1, 10
8. Exposición del tratamiento estadístico de datos en Excel	GG	T	1	I.3	1, 10
9. Resolución de problemas	NP	P	2.5	I.1-I.3	1, 10, 14
10. Tutorización y evaluación de la actividad anterior	Tut.	T-P	1	I.1-I.3	1, 10, 14
11. Exposición general de los métodos numéricos	GG	T	0.5	I.4-I.6	1, 2, 10
12. Explicación del los sistemas de ecuaciones lineales y no lineales	GG	T	1	I.4	1, 2, 10
13. Utilización del Excel para la resolución de ecuaciones	S	P	0.5	I.4	1, 2, 10
14. Explicación de la derivación e integración numérica	GG	T	1	I.5	1, 2, 10
15. Utilización del Excel para la derivación e integración numérica	S	P	0.5	I.5	1, 2, 10
16. Explicación de la resolución numérica de ecuaciones diferenciales	GG	T	1	I.6	1, 2, 10
17. Utilización del Excel para la resolución de ecuaciones diferenciales	S	P	0.5	I.6	1, 2, 10
18. Resolución de problemas	NP	P	2.5	I.4-I.6	1, 2, 10, 14
19. Tutorización y evaluación de la actividad anterior	Tut.	T-P	1	I.4-I.6	1, 2, 10, 14
20. Estudio y preparación de examen	NP	T-P	12	I.1-I.6	1, 2, 10, 14
21. Exposición de software aplicado a ingeniería química	GG	T	2	I.7	1, 2, 9, 10
22. Aplicación al estudio de gases ideales y reales (Excel)	S	P	1	I.8.1	1, 2, 3, 9, 10
23. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.1	11-13
24. Aplicación al análisis de espectros atómicos (Excel y LPCS)	S	P	1	I.8.2	1, 2, 9, 10
25. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.2	11-13
26. Aplicación al cálculo termodinámico de pilas electroquímicas (Excel, Ecellpro)	S	P	1	I.8.3	1, 2, 5, 9, 10
27. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.3	11-13
28. Aplicación al cálculo de calores de reacción (Hyperchem)	S	P	1	I.8.4	1, 2, 4, 10
29. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.4	11-13
30. Aplicación a la representación de funciones hidrogenoides (Excel)	S	P	1	I.8.5	1, 2, 9, 10
31. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.5	11-13
32. Aplicación a la optimización de geometrías moleculares (Hyperchem)	S	P	1	I.8.6	1, 2, 9, 10
33. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.6	11-13
34. Aplicación a la búsqueda de isotermas de adsorción (CurveExpert, Excel)	S	P	1	I.8.7	1, 2, 7, 10
35. Elaboración de memoria	NP	P	2	I.8.7	11-13
36. Tutorización y evaluación de los memorias de computación	Tut.	P	2	I.8.1-I.8.7	1-5, 9-13
37. Exposición general de la parte de experimentación	GG	T	0.5	II.1-II.10	-
38. Distribución y normativa del laboratorio de experimentación	GG	C-E	0.5	-	-
39. Realización práctica 1	S	P	3	II.1	1, 2, 14
40. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.1	11-14
41. Realización práctica 2	S	P	3	II.2	1, 8, 14
42. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.2	11-14
43. Realización práctica 3	S	P	3	II.3	1, 8, 14

44. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.3	11-14
45. Realización práctica 4	S	P	3	II.4	1, 8, 14
46. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.4	11-14
47. Realización práctica 5	S	P	3	II.5	1, 4, 14
48. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.5	11-14
49. Realización práctica 6	S	P	3	II.6	1, 4, 14
50. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.6	11-14
51. Realización práctica 7	S	P	3	II.7	1, 7, 14
52. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.7	11-14
53. Realización práctica 8	S	P	3	II.8	1, 6, 14
54. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.8	11-14
55. Realización práctica 9	S	P	3	II.9	1, 4, 5, 14
56. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.9	11-14
57. Realización práctica 10	S	P	3	II.10	1, 5, 14
58. Elaboración de memoria	NP	P	3	II.10	11-14
59. Tutorización y evaluación de los memorias de experimentación	Tut.	P	2	II.1- II.10	1, 2, 4-8, 11-14
60. Estudio y preparación de examen	NP	T-P	12	II.1- II.10	Todos
61. Examen final	GG	C-E	3.5	Todos	Todos

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>		
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coord./Evaluación	40	4.5	-	4.5	10
	Teóricas	40	9.5	-	9.5	8
	Prácticas	40	-	5	-	3
	Subtotal	40	14	5	14	21
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coord./Evaluación	20	-	-	-	40
	Teóricas	20	-	-	-	-
	Prácticas	20	40	44	80	12
	Subtotal	20	40	44	80	52
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coord./Evaluación	5	-	-	-	3
	Teóricas	5	2	-	16	5
	Prácticas	5	4	-	32	2
	Subtotal	5	6	-	48	10
Tutoría comp. y preparación de ex. (VII)		1	-	24	-	8
Totales			60 (2.4 ECTS)	73 (2.9 ECTS)	142	91

*Otras consideraciones metodológicas**

Recursos y metodología de trabajo en las actividades presenciales

El profesor facilitará al alumno copia impresa del contenido de las clases teóricas de computación, así como las relaciones de problemas relacionados con las explicaciones realizadas en las sesiones de herramientas informáticas y de métodos numéricos.

Antes de cada sesión práctica el profesor facilitará unos guiones relativos a la práctica a desarrollar a fin de que el alumno pueda prepararla previamente y el profesor compruebe que el alumno está preparado para realizar el trabajo.

El trabajo en el laboratorio será supervisado de forma continua por el profesor, a fin de que el alumno pueda cubrir los objetivos planteados, y recogido en una memoria donde se presenten adecuadamente los resultados obtenidos y la metodología empleada. El profesor la corregirá y devolverá antes de que el alumno realice la siguiente práctica con la finalidad de que se puedan tener en cuenta los aspectos que el profesor le indique y tenerlos en cuenta en la siguiente memoria.

Una vez entregada todas las memorias de prácticas los alumnos acudirán a las sesiones de tutorías a fin de exponer al profesor el trabajo realizado en los laboratorios y poder ser evaluado por el profesor.

La asistencia al laboratorio y a las tutorías, así como la presentación de las memorias de prácticas, es obligatoria para poder aprobar la asignatura.

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC^{iv}</i>
Descripción		
Adquisición y comprensión de la asignatura	Todos	50%
Resolución de problemas aplicando los conocimientos de computación	2, 9, 10	10%
Trabajo realizado en los laboratorios	1-8, 14	15%
Elaboración de memorias de las practicas realizadas	11-13	25%
(Exposición en las tutorías del trabajo realizado)	12	(10%)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios y Tutorías ECTS	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de los problemas propuestos • La valoración del trabajo de las memorias de Computación • La valoración del trabajo de las memorias de Experimentación 	10% 15% 25%
Examen final	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración del examen final formado por problemas relativos a la parte de computación y a la elaboración de un memoria relativo a la parte de experimentación 	50%

VI. Bibliografía

<i>Bibliografía de apoyo seleccionada</i>
<ul style="list-style-type: none"> • P. W. ATKINS, “Química Física”, 6ª Ed., Omega, Barcelona, 1998 • I. N. LEVINE, “Fisicoquímica”, 4ª Ed., McGraw-Hill, 2 vol., Madrid, 1996 • M. DIAZ PEÑA y A. ROIG MUNTANER, “Química Física”, 2 vol., Alhambra, Madrid, 1972 y 1975 • D. DIAMOND y V.C.A. HANRATY, “Spreadsheet Applications in Chemistry using Microsoft Excel”, Wiley, New York, 1997.
<i>Bibliografía o documentación de lectura obligatoria*</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Cuadernillo de prácticas (elaborado por los profesores) • Resúmenes de los temas de computación (elaborado por los profesores)
<i>Bibliografía o documentación de ampliación, sitios web...*</i>
<ul style="list-style-type: none"> • A. M. HALPERN, “Experimental Physical Chemistry”, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1997 • R. OLIVER i PUJOL y otros, “Compendio de Prácticas de Fisicoquímica, Química Analítica y Química Orgánica”, EUB, Barcelona, 1996 • D. P. SHOEMAKER, C. W. GARLAND y J. W. NIBLER, “Experiments in Physical Chemistry”, 5th Ed., McGraw-Hill, New York, 1989 • G. P. MATTHEWS, “Experimental Physical Chemistry”, Clarendon Press, Oxford, 1985 • K. P. MISCHENKO y otros, “Prácticas de Química Física”, Mir, Moscú, 1985 • B. P. LEVITT, “Química Física Práctica de Findlay”, Reverté, Barcelona, 1979 • D. BRENNAN y C. F. H. TIPPER, “Manual de Laboratorio para Prácticas de Fisicoquímica”, Urmo, Bilbao, 1974 • F. DANIELS y otros, “Curso de Fisicoquímica Experimental”, McGraw-Hill, México, 1972

Códigos.-

ⁱ *CET*: Competencias Específicas del Título (véase el apartado de Contextualización curricular)

ⁱⁱ *Tipos de actividades*: GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

ⁱⁱⁱ *D*: Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

^{iv} *CC*: Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final).