

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	34197
Nombre	Laboratorio de Química Física II
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1110 - Grado de Química V2-2018	Facultad de Química	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1110 - Grado de Química V2-2018	7 - Química Física	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
GARCIA CUESTA, INMACULADA	315 - Química Física

RESUMEN

El *Laboratorio de Química Física II* es una asignatura obligatoria que se imparte en el sexto semestre durante el 3er curso del Grado en Química.

Es un laboratorio que hace énfasis en la experimentación en termodinámica química de interfases, espectroscopia, electroquímica, fotoquímica, química cuántica y cinética química. En el laboratorio, se aplican diversas técnicas instrumentales al estudio de sistemas de interés químico-físico y se utilizan ordenadores para el estudio de átomos y moléculas.

CONOCIMIENTOS PREVIOS



Relación con otras asignaturas de la misma titulación

1108 - Grado de Química V1-2009 :

1110 - Grado de Química V2-2018 :

1934 - Programa de doble Grado Química-Ingeniería Química_2023 :

R5-OBLIGACIÓN DE CURSAR SIMULTÁNEAMENTE LA ASIGNATURA

34195 - Química Física III

36451 - Química Física II

34195 - Química Física III

36451 - Química Física II

34195 - Química Física III

36451 - Química Física II

Otros tipos de requisitos

Se recomienda que el estudiante posea los conocimientos previos adquiridos en las asignaturas Química Física I, II y III, Laboratorio de Química Física I, Aplicaciones Informáticas en Química y Matemáticas I y II.

Conocimientos básicos de Química-Física relacionados con:

Cinética formal.

Espectroscopia.

Electroquímica.

Teoría Cinética de gases.

Termodinámica de sistemas bifásicos.

Química Cuántica de sistemas moleculares.

Y conocimientos generales de:

Nomenclatura química y cálcul

COMPETENCIAS

1110 - Grado de Química V2-2018

- Desarrollar capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico.
- Demostrar capacidad inductiva y deductiva.
- Demostrar capacidad de gestión y dirección, espíritu emprendedor, iniciativa, creatividad, organización, planificación, control, liderazgo, toma de decisiones y negociación.



- Resolver problemas de forma efectiva.
- Demostrar capacidad de trabajo en equipo incluyendo equipos de carácter interdisciplinar y en un contexto internacional.
- Demostrar habilidad para transmitir información, ideas, problemas y soluciones tanto a un publico especializado como no especializado y utilizando si procede las tecnologías de la información.
- Comprometerse con la ética, los valores de igualdad y la responsabilidad social como ciudadano y como profesional.
- Aprender de forma autónoma.
- Demostrar capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Adquirir una sensibilidad permanente por la calidad y el medio ambiente, el desarrollo sostenible y la prevención de riesgos laborales.
- Demostrar que conoce los aspectos principales de terminología química, nomenclatura, convenios y unidades.
- Interpretar la variación de las propiedades características de los elementos químicos según la Tabla Periódica.
- Demostrar que conoce las características y comportamiento de los diferentes estados de la materia y las teorías empleadas para describirlos.
- Demostrar que conoce los tipos principales de reacción química y sus principales características asociadas.
- Demostrar que conoce los principios de la Mecánica Cuántica y su aplicación a la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas.
- Demostrar que conoce los principios de termodinámica y cinética y sus aplicaciones en Química.
- Relacionar las propiedades macroscópicas y propiedades de átomos y moléculas individuales, incluyendo macromoléculas (naturales y sintéticas), polímeros, coloides y otros materiales.
- Demostrar el conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química.
- Resolver problemas cualitativos y cuantitativos según modelos previamente desarrollados.
- Reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias para solucionarlos.
- Evaluar, interpretar y sintetizar los datos e información Química.
- Manipular con seguridad los productos químicos.
- Manejar la instrumentación química utilizada en las distintas áreas de la Química.
- Interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan.
- Relacionar teoría y experimentación.
- Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.



- Comprender los aspectos cualitativos y cuantitativos de los problemas químicos.
- Desarrollar metodologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.
- Relacionar la Química con otras disciplinas.
- 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.
- 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.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- Expresarse correctamente, tanto en forma oral como escrita, en cualquiera de las lenguas oficiales de la Comunidad Valenciana.
- Poseer habilidades básicas en tecnologías de la información y comunicación y gestionar adecuadamente la información obtenida.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El apartado anterior recoge las competencias contenidas en el documento VERIFICA. En esta asignatura se abordan parte de los resultados de aprendizaje de la materia Laboratorio de Química Física II que permiten adquirir, tanto conocimientos específicos de Química, como habilidades y competencias cognitivas y competencias generales recomendadas por la EUROPEAN CHEMISTRY THEMATIC NETWORK (ECTN) for the Chemistry Eurobachelor® Label. En la siguiente tabla se relacionan los resultados de aprendizaje adquiridos en la asignatura de Laboratorio de Química Física II relacionados con las competencias del grado en Química

CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DE QUÍMICA	
El proceso de aprendizaje debe permitir a los titulados de grado demostrar:	
	Competencias de la asignatura Laboratorio de Química Física II que contemplan los resultados de aprendizaje EUROBACHELOR®
Las principales técnicas de la investigación de estructuras incluyendo la espectroscopia.	Demostrar que reconoce los elementos químicos y sus compuestos: Obtención, estructura, reactividad, propiedades y



	<p>aplicaciones (CE7).</p> <p>Manejar la instrumentación química utilizada en las distintas áreas de la Química (CE19).</p> <p>Demostrar que conoce los principios, procedimientos y técnicas para la determinación, separación, identificación y caracterización de compuestos químicos. (CE8)</p>
Las características de los diferentes estados de la materia y las teorías utilizadas para describirlos.	Demostrar que conoce las características y comportamiento de los diferentes estados de la materia y las teorías empleadas para describirlos (CE3).
Los principios de la termodinámica y su aplicación a la química.	Demostrar que conoce los principios de termodinámica y cinética y sus aplicaciones en Química (CE6).
Los principios de la mecánica cuántica y su aplicación a la descripción de la estructura y propiedades de los átomos y moléculas.	Demostrar que conoce los principios de la Mecánica Cuántica y su aplicación a la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas (CE5).
La cinética del cambio químico, incluida la catálisis; la interpretación mecánica de las reacciones químicas.	Demostrar que conoce los principios de termodinámica y cinética y sus aplicaciones en Química (CE6).

COMPETENCIAS Y HABILIDADES RELACIONADAS CON LA PRÁCTICA DE LA QUÍMICA	
El proceso de aprendizaje debe permitir a los titulados de grado demostrar:	
	Competencias del título de grado que contemplan los resultados de aprendizaje EUROBACHELOR®



Capacidades para manejar productos químicos de forma segura, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, incluyendo cualquier riesgo asociado a su uso.	Manipular con seguridad los productos químicos (CE17). Valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio (CE21).
Capacidades para monitorizar, observar y medir las propiedades químicas, hechos o cambios, y realizar su registro (recogida) y documentación de forma sistemática y fiable.	Manejar la instrumentación química utilizada en las distintas áreas de la Química (CE19). Relacionar teoría y experimentación (CE22). Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria (CE23). Comprender los aspectos cualitativos y cuantitativos de los problemas químicos (CE24).
Capacidad para interpretar datos derivados de las observaciones y medidas de laboratorio en términos de su relevancia, y relacionarlos con la teoría adecuada.	Interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan (CE20). Relacionar teoría y experimentación (CE22). Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria (CE23). Comprender los aspectos cualitativos y cuantitativos de los problemas químicos (CE24). Relacionar la Química con otras disciplinas (CE26).
Capacidad para realizar evaluaciones del riesgo del uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.	Comprender los aspectos cualitativos y cuantitativos de los problemas químicos (CE24). Desarrollar metodologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (CE25). Valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio (CE21).



COMPETENCIAS GENERALES	
El proceso de aprendizaje debe permitir a los titulados de grado demostrar:	
	Competencias del título de grado que contemplan los resultados de aprendizaje EUROBACHLEOR®
Capacidades de cálculo y aritméticas, incluyendo aspectos tales como error de análisis, estimaciones de órdenes de magnitud, y uso correcto de las unidades.	Desarrollar capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico (CG1). Demostrar capacidad inductiva y deductiva (CG2). Resolver problemas de forma efectiva (CG4).
Competencias de gestión de la información, en relación a fuentes primarias y secundarias, incluyendo recuperación de información a través de búsquedas <i>on-line</i> .	Demostrar habilidad para transmitir información, ideas, problemas y soluciones tanto a un público especializado como no especializado y utilizando si procede las tecnologías de la información (CG6). Poseer habilidades básicas en tecnologías de la información y comunicación y gestionar adecuadamente la información obtenida (CT2).
Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones.	Demostrar capacidad para adaptarse a nuevas situaciones (CG9).
	Reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias para solucionarlos (CE15).
Habilidades relacionadas con la tecnología de la información tales como procesador de textos, hoja de cálculo, registro y almacenamiento de datos, uso de internet relacionado con las asignaturas.	Demostrar habilidad para transmitir información, ideas, problemas y soluciones tanto a un público especializado como no especializado y utilizando si procede las tecnologías de la información (CG6).



	Poseer habilidades básicas en tecnologías de la información y comunicación y gestionar adecuadamente la información obtenida (CT2).
Compromiso ético con el Código Europeo de conducta:	Adquirir una sensibilidad permanente por la calidad y el medio ambiente, el desarrollo sostenible y la prevención de riesgos laborales (CG10). Comprometerse con la ética, los valores de igualdad y la responsabilidad social como ciudadano y como profesional (CG7).

En relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS's) en esta asignatura se espera que los/as estudiantes sean capaces de saber aplicar los conocimientos aprendidos para contribuir a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje (ODS 4).

Adquirir una sensibilidad especial por una gestión sostenible del agua (ODS 6), de las materias primas y de las fuentes de energía (ODS 7) así como por un desarrollo sostenible y compatible con el medio ambiente (ODS 11, 12, 13, 14 y 15).

Diseñar, seleccionar y/o desarrollar productos y procesos químicos eficientes (ODS 7) y que minimicen su impacto sobre el medio ambiente (ODS 14 y 15), aprovechen materias primas alternativas y generen una menor cantidad de residuos (ODS 11).

En esta asignatura se abordarán los siguientes resultados de aprendizaje contenidos en el documento de Grado dentro de la materia Química Física. Estos resultados han de permitir que al final de la asignatura el/la estudiante sea capaz de:

1. Demostrar capacidad para definir el estado de un sistema químico en función de sus propiedades macroscópicas, y analizar la evolución espontánea del mismo.
2. Demostrar capacidad para comprender y predecir el comportamiento y reactividad de átomos y moléculas a partir del análisis de su estructura, que podrá determinarse a partir de datos espectroscópicos.
3. Comprender y utilizar eficazmente la información bibliográfica y técnica referida a los fenómenos físico-químicos.
4. Realizar eficazmente las tareas asignadas como miembro de un equipo y con perspectiva de género.



5. Resolver problemas con rigor.
6. Demostrar adaptación a nuevas situaciones.
7. Demostrar capacidad de análisis y síntesis.
8. Demostrar capacidad inductiva y deductiva.
9. Demostrar capacidad de organización y planificación.
10. Demostrar liderazgo y con perspectiva de género.
11. Demostrar destreza en el manejo de las principales técnicas instrumentales empleadas en química y poder determinar a través del trabajo experimental las propiedades estructurales, termodinámicas, y el comportamiento cinético de los sistemas químicos.
12. Demostrar destreza en el tratamiento y propagación de errores de las magnitudes medidas en el laboratorio y destreza en el manejo de programas informáticos para llevar a cabo el tratamiento de datos experimentales.
13. Demostrar destreza en el manejo de programas informáticos de cálculo de propiedades microscópicas de la materia, y de programas de simulación de aquellas técnicas que por su alto coste no es posible tener en el laboratorio.
14. Demostrar capacidad para elaborar una memoria de una práctica de laboratorio y un cuaderno correspondiente a un diario de laboratorio con rigor.
15. Escribir y exponer en las lenguas nativas con corrección.
16. Gestionar la información con rigor.
17. Demostrar compromiso ético y con perspectiva de género.

Finalmente,

Demostrar una conducta ética y responsable en el ejercicio de su trabajo profesional, valores que son transmitidos por los docentes e investigadores de la Universidad, como generadora y transmisora del conocimiento científico.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Estudio de una reacción oscilante: La reacción de Belousov-Zhabotinskii.

La práctica muestra la existencia de oscilaciones en la concentración de algunas especies intermedias que participan en la reacción haciendo uso de medidas de f.e.m. También se muestra la formación de figuras espacio-temporales y se analiza un modelo de mecanismo de reacción que reproduce adecuadamente las oscilaciones.

**2. Estudio potenciométrico y voltamperométrico del par ferricianuro/ferrocianuro en disolución acuosa de cloruro de potasio.**

Se estudia el comportamiento electroquímico del anión ferricianuro en disolución de cloruro de potasio mediante las técnicas de voltamperometría cíclica de barrido lineal y potenciometría.

3. Espectroscopia de fluorescencia. Estudio del efecto de la estructura molecular en la capacidad fluorescente de colorantes y de la transferencia de energía de moléculas excitadas de riboflavina

En la primera parte de la práctica, se obtiene el espectro de fluorescencia, absorción y excitación de una serie de colorantes de la misma familia y se relaciona la intensidad de fluorescencia con la estructura molecular. En la segunda, se estudia la transferencia de energía desde una molécula excitada (riboflavina) a otra no excitada (IK).

4. Determinación de la tensión superficial de mezclas hidro-alcohólicas

Medida de la tensión superficial de mezclas binarias de un alcohol y agua. Se establece una ecuación que relaciona la tensión superficial con la concentración de alcohol en disoluciones acuosas y que permite la determinación de la concentración superficial de exceso del componente orgánico.

5. Estudio cinético de la oxidación fotoquímica de la trifenilfosfina

Estudio cinético de esta reacción fotoquímica en medio orgánico midiendo la fracción remanente de trifenilfosfina mediante cromatografía HPLC de fase reversa.

6. Teoría Cinética de gases. Medida de la viscosidad de un gas, estimación del diámetro molecular y determinación de la masa molecular

Se estima el diámetro y la masa molecular de dos gases a partir de la viscosidad y la masa, haciendo uso de la teoría cinética de gases.

7. Cálculos Químico-Cuánticos: I-Estructuras geométrica y electrónica. II-Espectros electrónicos.

La práctica introduce los principales métodos de cálculo semi-empíricos. Los métodos se aplican a un conjunto de moléculas representativas de la familia de los alcanos, alquenos y sistemas aromáticos. En la práctica, se estudia la estructura geométrica y electrónica y se calculan los espectros de absorción.

**8. Estudio de Sistemas Electrónicos con el método de Hückel.**

El objetivo de la práctica es familiarizar a los estudiantes con el método de Orbitales Moleculares construidos como Combinación Lineal de Orbitales Atómicos (OM-CLOA). Se utilizará el método de OM más simple de todos, el método de Hückel.

9. Modelización Molecular: Estructura y Reactividad

El objeto de la práctica es que los alumnos se familiaricen con los siguientes conceptos: superficie de potencial, mínimo local, mínimo global, punto de silla, barrera de potencial, optimización de la geometría, coordenadas internas, campo de fuerzas y mecánica molecular.

10. El actinómetro de Parker

Montaje y calibración de un actinómetro ferrioxálico o de Parker.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Prácticas en laboratorio	48,00	100
Tutorías regladas	12,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	6,00	0
Elaboración de trabajos individuales	20,00	0
Estudio y trabajo autónomo	24,00	0
Lecturas de material complementario	6,00	0
Preparación de actividades de evaluación	20,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	14,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

La asignatura se desarrollará mediante las siguientes metodologías docentes:

- clases expositivas
- clases prácticas
- tratamiento de datos, cálculos y resolución de cuestiones



- búsqueda de información

Los alumnos dispondrán con antelación de los guiones de cada una de las prácticas, que podrán descargar en la página web de los laboratorios docentes del Departamento de Química Física. Allí encontrarán información general del modo de trabajo en el laboratorio, material didáctico y enlaces de interés que podrán consultar en cualquier momento.

Cada alumno realizará 60 horas presenciales en las fechas y horario fijados en la Oferta de Curso Académico (OCA). Durante este tiempo se llevarán a cabo las siguientes actividades docentes: 6 prácticas, 2 sesiones dedicadas a seminarios, trabajos y actividades relacionadas con la adquisición de competencias transversales y 1 examen, todo ello distribuido en 15 sesiones de 4 horas cada una.

Las prácticas se organizan de dos en dos, dedicándose 4 sesiones a cada uno de los grupos de dos prácticas según el siguiente esquema:

1ª sesión: Explicación de las dos prácticas.

2ª sesión: Realización de la primera de las prácticas.

3ª sesión: Realización de la segunda.

4ª sesión: Sesión de cálculos y cuestiones de ambas prácticas en el aula de informática.

Las seis prácticas programadas se realizarán en doce sesiones. Dos sesiones más se dedicarán a seminarios y en la última se realizará el examen de la asignatura.

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a los siguientes ejes:

1.- Preparación de la práctica.

Cada práctica tiene unos objetivos concretos que vienen especificados en el texto del guión, así como la bibliografía necesaria para prepararlas. Los alumnos deberán estudiar el contenido de los guiones antes del comienzo de cada sesión, preparar un esquema del procedimiento experimental y realizar las cuestiones previas y los cálculos necesarios para poder llevar a cabo la experiencia.

2.- Trabajo experimental.

Las experiencias se hacen en pareja y en algunos casos se comparten los resultados obtenidos por diferentes parejas, lo que ayuda a potenciar el trabajo en equipo.

La elaboración del cuaderno de trabajo al mismo tiempo que se realiza la práctica es parte importante del trabajo de laboratorio.

3.- Tratamiento de los resultados obtenidos.

El tratamiento de resultados se iniciará en el laboratorio. El estudiante no debe limitarse a calcular, sino que debe analizar los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio así como los cálculos previos, y expresar los resultados con las unidades y cifras significativas adecuadas. Por tanto, esta etapa pretende desarrollar la capacidad de análisis del estudiante.



4.- Cuaderno de trabajo de laboratorio.

El estudiante debe llevar el cuaderno de laboratorio al día. El profesor revisará periódicamente este cuaderno, y el estudiante lo presentará al finalizar la asignatura en el plazo fijado por el profesor.

5.- Memoria de una de las experiencias realizadas.

Uno de los objetivos de esta asignatura es que el alumno se familiarice con la presentación de un trabajo científico, para ello cada alumno presentará una memoria. Dicho trabajo se elaborará de forma individual y se presentará en el plazo fijado por el profesor. El profesor indicará a cada alumno la memoria que ha de elaborar.

6.- Seminarios

Se instruirá a los estudiantes sobre la búsqueda de información bibliográfica y la utilización de bases de datos. Se discutirán los resultados y procedimientos de las prácticas realizadas.

EVALUACIÓN

La asistencia a todas las sesiones de prácticas es obligatoria. Para superar la asignatura el estudiante tendrá que asistir al menos al 90% de las sesiones de laboratorio y seminarios. La evaluación del aprendizaje será individual y se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Evaluación continua de cada alumno, basada en las actividades presenciales, participación y grado de implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante las sesiones de laboratorio: actitud, habilidades adquiridas y cuaderno de laboratorio: 30% de la nota global.
2. Pruebas teórico-prácticas consistentes en exámenes orales y/o escritos que constarán tanto de cuestiones teórico-prácticas como de problemas: 40% de la nota global.
3. Presentación de los resultados obtenidos: informes, memorias y/o comunicación oral: 30% de la nota global.

PRIMERA CONVOCATORIA

La evaluación se realizará mediante la media ponderada de los tres sistemas de evaluación indicados. Para superar la asignatura, es necesario obtener una calificación global media mínima de 5.0 y además, en cada uno de los apartados se deberá alcanzar una puntuación mínima de 4.0 puntos sobre 10.

SEGUNDA CONVOCATORIA

En la segunda convocatoria solamente se podrá recuperar las pruebas teórico-prácticas y la presentación de los resultados, es decir el examen y la memoria.

La evaluación se llevará a cabo siguiendo los criterios de ponderación indicados en la primera convocatoria.

**REFERENCIAS****Básicas**

- SHOEMAKER, D.P., GARLAND, C.W. y NIBLER, J.W. Experiments in Physical Chemistry. 6ª ed. McGraw-Hill. New York, 1996. ISBN 0070570744
- RUIZ SANCHEZ, J.J., RODRIGUEZ MELLADO, J.M., MUÑOZ GUTIERREZ, E. y SEVILLA SUAREZ DE URBINA, J.M. Curso experimental en Química Física. Ed. Síntesis. 2003. ISBN 8497561287
- MATTHEWS, G.P. Experiments in Physical Chemistry. 4ª ed. Clarendon Press. Oxford, 1985. ISBN 0198552122
- DANIELS, F., ALBERTY, R.A., WILLIAMS, J.W., CORNWELL, C.D., BENDER, P. y ARRIMAN, J.E. Curso de Fisicoquímica experimental. McGraw-Hill de México, 1972.
- CROCKFORD, H.D., NOVELL, J.W., BAIRD, H.W. y GETZEN, F.W. Manual de laboratorio de Química Física. Ed. Alambra, S.A. 1961.
- ROSE, J. Experimentos de Química Física Superior. Ed. Acribia, Zaragoza, 1966.
- WILSON, J.M., NEWCOMBE, R.J., DENARO, A.R. y RICKETT, R.M.W. Prácticas de Química Física. Ed Acribia. Zaragoza. 1966.
- BILLO, E.J. Excel for Chemists. A Comprehensive Guide. 3rd Edition. John Wiley & Sons. 2011. ISBN 978-0470381236
- Compromiso ético con el Código Europeo de conducta
http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/h2020-ethics_code-of-conduct_en.pdf

Complementarias

- SPIRIDONOV, V.P. y LOPATKIN, A.A. Tratamiento Matemático de Datos Fisicoquímicos. Ed. Mir. Moscú, 1983. ISBN 8440109709
- ATKINS, P.W. y DE PAULA, J. Química Física. 8ª ed. Ed. Médica Panamericana, México. 2008. ISBN 9789500612487
- LEVINE, I.N. Físico Química. 5ªed. McGraw-Hill. Madrid. 2004. ISBN 9788448137861 (v. 1) 9788448137878 (v. 2)
- BERTRAN, J. y NUÑEZ, J. (coord.) Química Física. Ariel. Barcelona. 2002. ISBN 9788434480483(v.1) 9788434480490(v.2)
- TAYLOR, J.R. An Introduction to Error Analysis. The study of uncertainties in physical measurements, 2ª ed. Ed. University Science Books, Saulalito. 1982. ISBN 0-935702-75-X.