



Grado en Química 27210 - Laboratorio de química

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 12.0

Información básica

Profesores

- **Ramón Badorrey Miguel** badorrey@unizar.es
- **Miguel Baya García** mbaya@unizar.es
- **Irene Victoria Ara Laplana** irene.ara@unizar.es
- **Santiago Franco Ontaneda** sfranco@unizar.es
- **José Antonio Gálvez Lafuente** jagl@unizar.es
- **Andrea Di Giuseppe** dgandrea@unizar.es
- **Josefina Jiménez Villar** jjimvil@unizar.es
- **Francisco Carlos Laborda García** flaborda@unizar.es
- **Alexandre Lancelot** 676099@unizar.es
- **Ricardo Javier López Gómez** riclopez@unizar.es
- **María Pilar López Ram de Viu** pilopez@unizar.es
- **María Esperanza García Ruiz** garciae@unizar.es
- **Mattia Ghirardello** mattiag@unizar.es
- **Jaime Gracia Vitoria** jaimeg@unizar.es
- **Zoel Hormigón Ausejo** hormigon@unizar.es
- **Jose María Mir Marín** jmmir@unizar.es
- **Pascual Pérez Pérez** pascual@unizar.es
- **Ana María Mainar Fernández** ammainar@unizar.es
- **Pablo José Sanz Miguel** psanz@unizar.es
- **José Luis Serrano Ostáriz** joseluis@unizar.es

- **Tomás Tejero López** ttejero@unizar.es
- **María Elisabet Pires Ezquerro** epires@unizar.es
- **Victoriano Polo Ortiz** vipolo@unizar.es
- **Ricardo Rodríguez Martínez** riromar@unizar.es
- **Sara Ruiz Morte** -
- **María Inmaculada Velasco Albillos** curra@unizar.es
- **Alba Vellé Ruiz** avelle@unizar.es
- **Juan Carlos Vidal Ibáñez** jcvidal@unizar.es
- **María Dolores Villacampa Pérez** dvilla@unizar.es
- **Eduardo Bolea Morales** edbolea@unizar.es
- **Francisco José Fernández Álvarez** paco@unizar.es
- **Santiago Martín Solans** smartins@unizar.es
- **María del Carmen López Montanya** mcarmen@unizar.es
- **Ana María Escudero Carra** escudero@unizar.es
- **Alejandro Castán Nadal** -
- **Manuela Artal Lerín** martal@unizar.es
- **Héctor Artigas Lafaja** hartigas@unizar.es
- **Francisco Javier Modrego Pérez** modrego@unizar.es
- **Miguel Ángel Casado Lacabra** mcasado@unizar.es
- **Ignacio Gascón Sabaté** igascon@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

- Se recomienda revisar los conocimientos adquiridos en la asignatura Introducción al Laboratorio Químico en cuanto a llevar a cabo manipulaciones básicas y a trabajar de forma segura en el laboratorio y estar matriculado en las asignaturas de Química Analítica I, Química Física I, Química Inorgánica I y Química Orgánica I.
- La asistencia es fundamental para adquirir las destrezas propias del trabajo en el laboratorio y se recomienda la participación activa de los alumnos y llevar al día el trabajo de la asignatura dado que la evaluación será continua.

Actividades y fechas clave de la asignatura

En la presentación de la asignatura se comunicará el calendario de sesiones prácticas y seminarios a realizar durante el curso académico así como la forma de constituir los diferentes grupos de prácticas.

Las fechas concretas en que tendrán lugar las sesiones para cada uno de los grupos de alumnos y las distintas pruebas que, dentro de la evaluación continua, tendrán lugar a lo largo del curso se comunicarán a los alumnos con suficiente antelación.

Las pruebas globales de evaluación tendrán lugar en las fechas que se determinen en el calendario de la Facultad de Ciencias, a consultar en el tablón de anuncios o en la página web de la Facultad: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Requisitos

Requisitos para cursar esta asignatura

Para cursar esta asignatura es necesario haber superado las asignaturas de **Química General** e **Introducción al Laboratorio Químico** del primer curso del Grado en Química.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1:

Resultados generales:

1. Adquiere experiencia en cuanto a las manipulaciones propias de un laboratorio químico.
2. Identifica los riesgos y el impacto ambiental asociados al uso de sustancias químicas y adopta las medidas de seguridad adecuadas para el trabajo en un laboratorio químico.
3. Elabora un cuaderno de laboratorio e informes razonados acerca de los experimentos que realiza.
4. Maneja diferentes fuentes de información y las herramientas auxiliares básicas para trabajar en un laboratorio.

2:

Resultados específicos:

Bloque 1. Técnicas experimentales quimicofísicas

1. Manipula adecuadamente los materiales y equipos con los que se obtienen experimentalmente las propiedades estudiadas en cada caso.
2. Utiliza las expresiones adecuadas para deducir las magnitudes quimicofísicas de interés a partir de los datos obtenidos (propiedades termodinámicas, parámetros cinéticos, magnitudes electroquímicas).
3. Realiza el tratamiento de los datos experimentales usando los procedimientos matemáticos necesarios e interpreta correctamente los resultados obtenidos.
4. Lleva a cabo correctamente experimentos con los que determinar parámetros cinéticos en reacciones sencillas.

Bloque 2. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos inorgánicos

1. Demuestra habilidad manual para llevar a cabo los distintos procedimientos experimentales básicos que permiten la síntesis, el aislamiento y la purificación de productos inorgánicos sencillos.
2. Comprende los procesos y reacciones químicas que tienen lugar en los distintos experimentos e interpreta adecuadamente los resultados de los ensayos y medidas realizados.
3. Realiza correctamente los cálculos numéricos asociados a los diferentes procedimientos experimentales.

Bloque 3: Síntesis, purificación y caracterización de compuestos orgánicos

1. Conoce las técnicas y tiene habilidades experimentales para llevar a cabo procesos de síntesis, aislamiento y purificación de compuestos orgánicos.
2. Deducir las condiciones experimentales para llevar a cabo procesos sintéticos nuevos basándose en los datos de procesos ya conocidos.
3. Interpreta correctamente espectros de IR y RMN sencillos que le permitan caracterizar la estructura de un compuesto orgánico.

Bloque 4: Métodos químicos y eléctricos de análisis

1. Realiza correctamente las operaciones básicas necesarias para obtener resultados analíticos cuantitativos mediante volumetrías, gravimetrías, potenciometrías y voltamperometrías.
2. Expresa los resultados analíticos cuantitativos obtenidos experimentalmente, evaluando la calidad de los mismos.
3. Demuestra que sabe interpretar las distintas operaciones descritas en un procedimiento analítico básico de referencia.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Laboratorio de Química es una asignatura obligatoria del segundo curso del Grado en Química que se encuadra dentro del Módulo Fundamental del Grado. Es anual y tiene una duración de 12 ECTS.

Su función es que el alumno adquiera competencias específicas del trabajo en el laboratorio en cada una de las áreas fundamentales de la Química, de modo que, asumiendo las particularidades del trabajo dentro de cada una de las áreas, pueda tener una visión global del trabajo experimental de un laboratorio químico. Por ello, su docencia está asignada de forma compartida a las áreas de Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica y Química Orgánica.

Su carácter práctico hace que la mayor parte de la docencia tenga lugar en el laboratorio, donde los alumnos se distribuirán en grupos pequeños tutelados por un profesor.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo fundamental de la asignatura Laboratorio de Química es capacitar al alumno para llevar a cabo de forma rigurosa, segura y eficiente el trabajo básico en el laboratorio químico y para que pueda aplicar de manera práctica distintos conceptos, teorías, procedimientos, reacciones etc. del ámbito de la Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica y Química Orgánica. Se ha planificado una asignatura que abarque todas las áreas de la Química para que el alumno adquiera una visión global de la misma y a la vez sea consciente de los diferentes métodos de trabajo y objetivos de cada una de ellas.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

En una disciplina experimental como es la Química la formación práctica es muy importante. Dicha formación tiene lugar principalmente a través de prácticas de laboratorio. Por ello, en el Grado en Química se han programado dos asignaturas específicas de formación experimental (Introducción al Laboratorio Químico y Laboratorio de Química), sin perjuicio de que en otras asignaturas una parte de los créditos tenga también carácter práctico.

Tras haber aprobado la asignatura del módulo básico Introducción al Laboratorio Químico el alumno está capacitado para llevar a cabo manipulaciones más complejas y avanzadas, que se materializan en la asignatura Laboratorio de Química de 12 ECTS del módulo fundamental. Esta asignatura está muy relacionada y complementa los contenidos de las asignaturas de Química Analítica I, Química Física I, Química Inorgánica I y Química Orgánica I, que también se imparten en el 2º curso del Grado.

Los conocimientos y competencias adquiridos en esta asignatura capacitarán a los alumnos para abordar con éxito la parte práctica de las distintas asignaturas que se imparten en el tercer curso del Grado y en el módulo avanzado.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

1: Competencias Generales:

1. Trabajar de una forma segura y eficiente en un laboratorio, sabiendo anticipar, reconocer y responder adecuadamente a los riesgos de un laboratorio químico.
2. Planificar y ejecutar experimentos basándose en la búsqueda y correcta asimilación de la bibliografía.
3. Manejar las fuentes de información y las herramientas auxiliares básicas necesarias para el trabajo de laboratorio y la redacción de informes de resultados.
4. Elaborar un cuaderno de laboratorio, así como informes razonados de resultados experimentales.

2:

Competencias Específicas: Bloque 1. Técnicas experimentales quimicofísicas

1. Planificar y llevar a cabo los procesos necesarios para determinar magnitudes de interés quimicofísico (preparación de muestras, utilización de equipos de medida y auxiliares y procedimientos de toma de datos).
2. Manejar los datos experimentales con el fin de deducir magnitudes termodinámicas, cinéticas y electroquímicas mediante la aplicación de las ecuaciones y/o los métodos adecuados.
3. Realizar el tratamiento matemático de validación de los datos y valores e interpretar los resultados obtenidos.

3:

Competencias Específicas: Bloque 2. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos inorgánicos

1. Planificar y realizar los procesos experimentales dirigidos a la síntesis de productos inorgánicos sencillos.
2. Utilizar adecuadamente las técnicas experimentales para realizar dichos experimentos.
3. Utilizar técnicas de caracterización sencillas e interpretar los resultados obtenidos.

4:

Competencias Específicas: Bloque 3. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos orgánicos

1. Llevar a cabo procesos básicos de síntesis, purificación y aislamiento de compuestos orgánicos.
2. Planificar experimentalmente procesos sintéticos para compuestos orgánicos sencillos, de acuerdo a su estructura química y a su relación con otros procesos de condiciones experimentales conocidas.
3. Identificar productos orgánicos sencillos.

5:

Competencias Específicas: Bloque 4. Métodos químicos y eléctricos de análisis

1. Llevar a cabo procedimientos analíticos para la obtención de resultados cuantitativos basados en volumetrías, gravimetrías, potenciometrías y voltamperometrías.
2. Expresar los resultados cuantitativos obtenidos experimentalmente por los procedimientos anteriores.
3. Identificar e interpretar la finalidad de las operaciones incluidas en un procedimiento experimental, así como de introducir modificaciones básicas en parámetros experimentales que afectan a las propiedades analíticas del mismo.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Entre las competencias que debe adquirir un graduado en Química para desarrollar adecuadamente su labor profesional figura el ser capaz de desenvolverse con seguridad en un laboratorio químico, realizando distintas medidas y experimentos, sacando conclusiones de los mismos. Para adquirir dichas competencias, el alumno debe aprender la metodología del trabajo experimental llevando a cabo distintas manipulaciones, observando los hechos experimentales y tratando de relacionarlos con modelos y teorías. Las asignaturas de tipo práctico son, por tanto, imprescindibles en una disciplina empírica como es la Química. La asignatura de Laboratorio de Química, partiendo de los conocimientos básicos adquiridos previamente, permite al alumno adquirir una formación experimental más avanzada y especializada en las cuatro áreas fundamentales de la Química.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1:

La evaluación para comprobar que se han alcanzado los resultados de aprendizaje en cada bloque, será **continua** y tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Resolución de cuestiones previas o finales, guiones e informes, cuaderno de laboratorio, pruebas objetivas breves (tipo test o de respuestas cortas).
- Valoración del trabajo experimental, las manipulaciones llevadas a cabo y, en su caso, los resultados obtenidos.
- Realización de una prueba práctica o teórico-práctica al finalizar cada bloque.

La ponderación de cada uno de dichos aspectos en los distintos bloques es la siguiente:

Bloque 1. Técnicas experimentales químicofísicas

1. Resolución de cuestiones previas al trabajo en el laboratorio (15 %).
2. Realización de la práctica en el laboratorio (20 %).
3. Elaboración de informes de prácticas (25 %).
4. Realización, una vez completado el módulo, de una prueba escrita de carácter teórico-práctico (40 %).

Para aprobar el Bloque 1 el alumno deberá obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en los apartados 2, 3 y 4 y el promedio de las 4 calificaciones será de 5 como mínimo.

Bloque 2. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos inorgánicos

1. Evaluación del trabajo del alumno mediante la resolución de cuestiones y problemas, participación en clase y elaboración de informes (20 %).
2. Evaluación de la calidad del trabajo práctico del alumno mediante observación objetiva de su trabajo en el laboratorio y valoración de los resultados (20 %).
3. Realización de una prueba escrita de carácter teórico-práctico (60 %).

Para aprobar el Bloque 2 será necesario obtener una calificación de al menos 4 sobre 10 en cada uno de los apartados y que el promedio de las 3 calificaciones sea de 5 como mínimo.

Bloque 3. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos orgánicos

1. Evaluación del aprendizaje del alumno mediante la resolución de problemas y cuestiones (15%).
2. Evaluación de la calidad del trabajo de laboratorio y del cuaderno elaborado (20%).
3. Realización de un cuestionario tipo test (25%).
4. Realización de una prueba práctica (40%).

Para aprobar el Bloque 3 el alumno deberá obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en el apartado 4 (examen práctico) y que el promedio de todos los apartados sea de 5 como mínimo.

Bloque 4. Métodos químicos y eléctricos de análisis

1. Evaluación del aprendizaje y de la calidad del trabajo realizado en el laboratorio mediante evaluación de los resultados cuantitativos obtenidos por el alumno (60%).
2. Evaluación continua del aprendizaje del alumno mediante observación objetiva de su trabajo en el laboratorio, la resolución de problemas y cuestiones (10%).
3. Realización de una prueba escrita sobre cuestiones prácticas (30%).

2:

Para superar la asignatura por la modalidad de evaluación continua el alumno deberá alcanzar los resultados de aprendizaje previstos con una calificación mínima de 5 sobre 10 en cada uno de los bloques. La calificación final será el promedio de las calificaciones obtenidas.

3:

El alumno que no haya superado la evaluación continua o quiera mejorar su calificación podrá presentarse a

una prueba global de tipo teórico-práctico, en la que tendrá que demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos en la asignatura. Esta prueba se realizará tanto en la convocatoria de junio como en la de septiembre.

Los alumnos que no superen la evaluación continua por no haber alcanzado los resultados de aprendizaje en **uno de los bloques** podrán optar a ser evaluados **únicamente** de ese bloque en la prueba global, manteniéndose las calificaciones obtenidas en la evaluación continua del resto de los bloques.

- 4:** El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la [Normativa de Permanencia en Estudios de Grado](#) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura tiene carácter práctico, lo que requiere que el alumno manipule, experimente y realice personalmente las distintas actividades programadas en el laboratorio. Por ello, el grueso de la docencia se llevará a cabo en el laboratorio con grupos pequeños de alumnos supervisados por el profesor. Las sesiones de laboratorio serán de 3 a 4 horas. Adicionalmente se programan algunas sesiones en aula con grupos de alumnos más grandes para impartir conocimientos básicos y poner en contexto el trabajo a desarrollar en el laboratorio. Las sesiones de aula tendrán una duración de 1 a 2 horas.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- 1:** Actividad formativa de adquisición de conocimientos básicos de trabajo en laboratorio (2 ECTS, en aula)

Bloque 1. Técnicas experimentales quimicofísicas

a) Seminarios de presentación de las técnicas a desarrollar en las prácticas y tratamiento de los datos experimentales

Bloque 3. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos orgánicos

a) Seminarios sobre espectroscopia de IR y RMN a nivel básico aplicadas a la determinación estructural de compuestos orgánicos sencillos

b) Utilización de videotutoriales sobre técnicas de laboratorio en Química Orgánica

Bloque 4: Métodos químicos y eléctricos de análisis

a) Conceptos básicos y fuentes de información en un laboratorio de Química. Seguridad en el laboratorio. Productos químicos. Fichas de datos de seguridad.

b) Aspectos prácticos relativos a los métodos químicos y eléctricos de análisis.

- 2:** Actividad formativa de realización de prácticas de laboratorio (10 ECTS, en laboratorio).

Bloque 1. Técnicas experimentales quimicofísicas

a) *Determinación de propiedades termodinámicas.* Se realizan 3 sesiones de 3 horas de duración donde se lleva a cabo la obtención del calor de combustión de un sólido en una bomba calorimétrica, la medida de la presión de vapor de un líquido por el método del isotenisco y la determinación de una constante de equilibrio.

b) *Determinación de magnitudes electroquímicas.* En 2 sesiones de 2,5 horas de duración se realizan montajes electroquímicos sencillos para llevar a cabo la determinación del número de transporte de un ion por el método de la interfase móvil y la medida de la fuerza electromotriz de algunas pilas sencillas y de concentración.

c) *Cinética de la reacción química.* Durante 3 sesiones de 4 horas de duración se realiza el estudio cinético de diferentes reacciones químicas en disolución acuosa, utilizando medidas espectrofotométricas, polarométricas y de conductividad.

Bloque 2. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos inorgánicos

Esta actividad se desarrollará en 8 sesiones de 3h 45 min cada una y consiste en la **preparación y aislamiento de compuestos inorgánicos** sencillos utilizando las técnicas habituales de trabajo al aire y en disolución acuosa, incluyendo montajes para la obtención y manipulación de gases. También se realizarán **ensayos de reactividad para identificar reacciones y compuestos.**

- a) *Preparación de algunos compuestos de boro a partir de bórax.*
- b) *Ensayos en tubo con compuestos de elementos del grupo 15.*
- c) *Montaje para la producción de gases. Preparación de sales de cobre a partir de sulfato de cobre.*
- d) *Preparación de algunas sales de plomo a partir de minio.*
- e) *Producción de Cl_2 . Preparación de $K[ICl_4] \cdot H_2O$.*
- f) *Preparación y purificación de cloruro de manganeso(II).*

Bloque 3. Síntesis, purificación y caracterización de compuestos orgánicos

a) *Purificación de sólidos por cromatografía en columna*, comprobación de pureza e identificación frente a patrones (1 sesión).

b) *Síntesis de compuestos mediante reacciones características en síntesis orgánica*, que conlleven además el uso de las **técnicas de aislamiento y purificación propias de la química orgánica** (5 sesiones).

Sesión 2. Reacciones de sustitución nucleófila unimolecular: obtención de cloruro de terc-butilo.

Sesión 3. Reacciones de oxidación en química orgánica: oxidación de difeniletanol a benzofenona.

Sesión 4: Reacción de sustitución electrófila aromática: nitración de bromobenceno.

Sesión 5: Reacciones de eliminación: deshidratación de alcoholes.

Sesión 6: Reacciones de sustitución nucleófila bimolecular: síntesis de fenacetina.

Sesión 6: Síntesis sencilla de un fármaco.

Esta actividad se desarrollará en 6 sesiones de 4h. A lo largo de estas sesiones se incidirá en la búsqueda de las propiedades físicas de los compuestos empleados, las precauciones que hay que tener en su manejo y en la caracterización de los compuestos mediante técnicas espectroscópicas, para poner en práctica los conocimientos adquiridos en los seminarios de espectroscopia.

Bloque 4: Métodos químicos y eléctricos de análisis

a) *Desarrollo de distintas determinaciones volumétricas* (redox, complexométricas, ácido-base y precipitación).

Sesión 1: Determinación del contenido de oxalato de sodio en una muestra por volumetría redox

(permanganimetría)

Sesión 2: Determinación de la concentración de cloruros en agua mineral con gas mediante volumetría de precipitación (método de Mohr)

Sesión 3: Determinación de la concentración de Mg en una sal mediante valoración complexométrica

Sesiones 4 y 5: Determinación de hidrógeno carbonato en agua mineral sin gas mediante volumetría ácido-base: indicadores del punto final químicos (4) y potenciométricos (5).

b) *Desarrollo de una determinación potenciométrica mediante el uso de electrodos selectivos de iones (ISE) (sesión 6) y de una determinación voltamperométrica por redisolución anódica (sesión 7).*

Estas actividades se desarrollarán en sesiones de 3-4 h. A lo largo de estas sesiones se incidirá en: la adecuación de la muestra a las condiciones de medida (si se requiere), el efecto de estas condiciones en la calidad de los resultados obtenidos y la expresión adecuada de los resultados, evaluando la calidad de los mismos.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario completo, una vez determinado los grupos de prácticas, estará a disposición de los alumnos a principios de curso. Se colgará en los tablones de anuncios de las aulas y en el Anillo Digital Docente.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Csáký, Aurelio G.. Técnicas experimentales en síntesis orgánica / Aurelio G. Csáký, M^a Angeles Martínez Grau . 2^a ed. corr. y amp. Madrid : Síntesis, 2012
- Curso experimental en Química Física / Juan José Ruiz Sánchez ... [et al.] . Madrid : Síntesis, 2003
- Findlay, Alexander. Química Física práctica de Findlay / revisada por B.P. Levitt, ediciones anteriores fueron revisadas por Kitchener . 9^a ed. Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 1979
- Housecroft, Catherine E.. Química inorgánica / Catherine E. Housecroft, Alan G. Sharpe ; traducción, Pilar Gil Ruiz ; revisión técnica, José Ignacio Álvarez Galindo ... [et al.] . - 2^a ed. Madrid [etc.] : Pearson Prentice Hall, D.L. 2006
- Shriver & Atkins Química inorgánica / Peter Atkins ... [et al.] ; traducción técnica, Emilio Sorde Zabay ; revisión técnica, Rodolfo Álvarez Manzo, Oralia Orduño Fragoza. - 4^a ed., 1^a ed. en español México D. F. : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2008
- Skoog, Douglas A.. Principios de análisis instrumental / Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch ; traductor, María Bruna Josefina Anzures ; revisión técnica Francisco Rojo Callejas, Juan Alejo Pérez Legorreta . 6^a ed. México, D. F. : Cengage Learning, cop. 2008
- Szafran, Zvi. Microscale inorganic chemistry : a comprehensive laboratory experience / Zvi Szafran, Ronald M. Pike, Mono M. Singh New York [etc.] : John Wiley & Sons, cop.1991