

Grado en Ciencias Ambientales

25240 - Química ambiental

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 4, Semestre: 1, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **María Eugenia Marqués López** mmaamarq@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para un aprovechamiento óptimo de la asignatura el alumno debe contar con una formación científica básica muy especialmente en el área de la química. Por otro lado es recomendable un seguimiento continuo de la asignatura durante el semestre en el que se desarrolla la misma.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Se trata de una asignatura que está programada dentro del grupo de las optativas que se pueden cursar en el primer semestre de cuarto curso de la titulación. La asignatura está enfocada al estudio de los aspectos químicos del medio ambiente y se estructura en dos módulos temáticos diferenciados: Química ambiental y Química sostenible. Las actividades de aprendizaje programadas incluyen, además de clases magistrales, clases prácticas tanto de laboratorio como de problemas, así como tutorización de trabajos en grupo. Con este tipo de actividades el alumno podrá perfeccionar y ampliar los conceptos teóricos impartidos en las clases magistrales. Un calendario orientativo de estas actividades se publica en esta misma guía en el cronograma del último apartado.

Se realizará EVALUACIÓN CONTINUA, no obstante el estudiante tendrá la opción de realizar una PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN que se realizará según el [calendario de exámenes](#) de la EPS.

VER CALENDARIO DE ACTIVIDADES (apartado de actividades y recursos)

El alumno podrá encontrar información adicional, así como material de interés, en el correspondiente curso en ADD.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

1:

Nombrar y reconocer las **sustancias químicas contaminantes** más importantes procedentes de la actividad humana y, especialmente, de la Industria Química.

- 2:** Enumerar, describir y cuantificar los **diferentes mecanismos de transporte y acumulación** en el medio ambiente de las sustancias químicas más comunes procedentes de la actividad humana.
- 3:** Enumerar, describir y cuantificar las **transformaciones químicas, fotoquímicas y biológicas** más importantes que pueden sufrir las sustancias contaminantes.
- 4:** Indicar los **efectos beneficiosos o perjudiciales** que tienen sobre el medio ambiente las transformaciones químicas, fotoquímicas y biológicas de las sustancias químicas emitidas al medio.
- 5:** Identificar y describir los principios y **herramientas** ofrecidas por la **Química sostenible** para disminuir el impacto ambiental de las actividades humanas.
- 6:** Nombrar y reconocer las **sustancias químicas** que provocan un **mayor impacto ambiental** y evaluar su posible **sustitución** con el fin de desarrollar procesos medioambientalmente más sostenibles.
- 7:** Identificar y seleccionar el material adecuado para la realización de experimentos en el laboratorio y usarlo correctamente.
- 8:** Recopilar e interpretar de forma organizada y crítica los resultados obtenidos en los experimentos de laboratorio.
- 9:** Elaborar trabajos en equipo en los que recopila y organiza de modo autónomo la información y la presenta de forma adecuada, tanto oral como escrita.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura trata de los aspectos químicos del medio ambiente. Por un lado, se estudiarán las principales sustancias contaminantes derivadas de la actividad humana, así como su difusión y acumulación en el medio ambiente. Por otro lado se hará especial énfasis en el estudio de las transformaciones químicas y biológicas más importantes de los contaminantes, así como en los efectos de estas transformaciones en el medio ambiente. También recibirá una especial atención el estudio de los principios y herramientas que ofrece la Química sostenible como posibles alternativas para evitar o minimizar el impacto ambiental de sustancias y procesos químicos.

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:

Con la docencia de esta asignatura se pretende que el alumno adquiera un conocimiento más profundo de los aspectos químicos relacionados con el medio ambiente, que conozca los principios de la Química sostenible y que además sea capaz de buscar de modo autónomo y crítico información relativa al área de estudio y presentarla de una manera adecuada, tanto oral como escrita. También se pretende que pueda llevar a cabo experimentos en el laboratorio y que ordene, interprete y presente de modo adecuado los resultados obtenidos. Todo ello ayudará a la consecución de competencias fundamentales como son la capacidad de interpretación del medio como un sistema complejo y la capacidad de análisis e interpretación cualitativa y cuantitativa de datos. Por otro lado se trabajarán las capacidades de razonamiento crítico, de aplicación de los conocimientos teóricos al análisis y resolución de situaciones reales, de comunicación correcta y eficaz tanto oral como escrita y de organización y planificación autónoma del trabajo.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Como se ha comentado anteriormente la asignatura trata los aspectos químicos del medio ambiente y los principios y herramientas fundamentales de la Química sostenible. Por ello, esta asignatura se va a apoyar en los conocimientos básicos impartidos en la asignatura de “Bases químicas del medio ambiente” (1º). Por otro lado esta asignatura puede constituir un excelente complemento de las asignaturas de “Contaminación atmosférica” (2º), “Degradación y contaminación de suelos” (2º) y “Contaminación de aguas (3º)” y de la asignatura “Gestión, tratamiento y recuperación de residuos” (3º), todas ellas obligatorias. Además, en lo relativo a los contenidos de Química sostenible que se incluyen en esta asignatura se puede establecer una relación de sinergia con la asignatura también obligatoria “Tecnologías limpias y energías renovables” (3º). Finalmente, las competencias adquiridas en esta asignatura pueden ser de ayuda en otras asignaturas como “Evaluación del impacto ambiental” (obligatoria, 4º), así como para el “Trabajo fin de grado”.

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

- 1:** Conocer los procesos de difusión y acumulación de contaminantes.
- 2:** Conocer las transformaciones de sustancias y sus efectos.
- 3:** Identificar sustancias y procesos químicos relacionados con la química ambiental y la química sostenible.
- 4:** Destreza en el manejo del material de laboratorio.
- 5:** Resolución de problemas.
- 6:** Habilidades de gestión de la información.
- 7:** Capacidad de análisis y síntesis.
- 8:** Comunicación oral y escrita.
- 9:** Trabajo en equipo.
- 10:** Aprendizaje autónomo.
- 11:** Sensibilidad medioambiental.

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

Contribuyen al mejor conocimiento por parte del alumno de las sustancias y procesos químicos más relacionados con el estudio del medio ambiente, poniendo de relieve como interfieren en el mismo. Por otro lado acercan al alumno a los principios, procesos y soluciones que ofrece la Química sostenible para, precisamente, evitar o minimizar el impacto medioambiental de sustancias y procesos químicos. Además de lo anterior, permiten al alumno conocer los aspectos fundamentales del trabajo en el laboratorio de química y le enseñan a interpretar de un modo crítico los resultados obtenidos en el mismo.

Fomentan el trabajo autónomo y en equipo, la capacidad de síntesis y una adecuada expresión oral y escrita en la exposición de trabajos e ideas. Todo lo expuesto anteriormente será de gran ayuda para afrontar con éxito el curso de otras asignaturas del grado y también durante el futuro desarrollo profesional.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Se realizará **EVALUACIÓN CONTINUA** de esta asignatura mediante las siguientes actividades:

2:

Realización de un **examen escrito** con un valor del 50% del total de la nota global. Dicho examen contendrá tanto cuestiones de teoría (10 en total incluyendo tipo test, verdadero y falso y breve desarrollo, constituyendo el 70% de la nota de esta actividad) como problemas (2, constituyendo el 30% de la nota de esta actividad). Para la realización del mismo el alumno podrá consultar la bibliografía que estime oportuna.

3:

Entrega de un **trabajo** (escrito) y exposición oral del mismo (con un valor del 25% del total de la nota global). Será un trabajo académicamente dirigido que se realizará en grupo preferiblemente y consistirá en la búsqueda y recopilación de información sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura. Dicha información deberá plasmarse en un manuscrito dando un enfoque crítico al tema tratado.

4:

Prácticas de laboratorio (con un valor del 25% del total de la nota global). Se llevarán a cabo cuestiones previas (30% de esta actividad, antes de realizar las prácticas) que permitan comprobar una buena preparación de la práctica mediante lectura del guion y búsqueda de información necesaria para realizar la práctica y cuestiones finales (50% de esta actividad, al acabar las prácticas) que demuestren el buen aprovechamiento de la sesión de prácticas.

Observaciones

Tipo de evaluación

La **EVALUACIÓN** de la asignatura será **CONTINUA**. No obstante el alumno podrá optar a una PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN en la fecha de la convocatoria oficial (según el [calendario de exámenes](#) de la EPS). Lo que a continuación se describe es válido tanto para la primera convocatoria como para la segunda. Esta prueba consistirá en un ejercicio que incluya tanto preguntas teóricas como problemas o casos prácticos que constituirá el 50% de la nota final. Asimismo, incluirá un ejercicio teórico-práctico correspondiente al programa de prácticas de laboratorio que supondrá el 25% de la nota final. Por último, el estudiante deberá entregar un trabajo escrito relacionado con el temario de la asignatura y presentar oralmente ante el profesor un resumen de dicho trabajo (el trabajo contabiliza el 25% de la prueba global y deberá presentarse el mismo día de la prueba global).

Criterios de evaluación de la prueba global:

1. Examen escrito (50%)

Se compone de cuestiones teóricas (70%) y problemas (30%). Se califica sobre 10 en función de la corrección de las respuestas, además se valorará la concreción y la claridad de las mismas.

2. Trabajo tutelado (25%)

En la evaluación del trabajo (realizado de forma individual o en grupo) se valorará positivamente la originalidad del tema elegido. Además, tanto en el trabajo escrito como en la presentación del mismo se evaluarán el correcto planteamiento, la rigurosidad de los contenidos, la claridad y buena expresión. También se valorarán las respuestas a las cuestiones que se planteen después de la exposición oral. El plagio será sancionado con el suspenso del trabajo. El trabajo se valorará sobre 10 y contribuirá a la calificación global con un 25%.

Opción de trabajo en grupo: El trabajo escrito deberá tener una extensión entre 20-25 páginas y constituirá el 50% de la

nota de esta actividad, teniéndose en cuenta el tratamiento de la información (bibliografía y documentación), el buen uso de un método de citas y referencias, etc. Además, se deberá presentar oralmente un resumen del trabajo y responder a las preguntas del debate posterior (30%). El 20% restante de la nota del trabajo corresponderá a la valoración del funcionamiento del grupo.

Opción de trabajo individual: El trabajo escrito deberá tener una extensión entre 12-16 páginas y constituirá el 60% de la nota de esta actividad, teniéndose en cuenta el tratamiento de la información (bibliografía y documentación), el buen uso de un método de citas y referencias, etc. Además, se deberá presentar oralmente un resumen del trabajo y responder a las preguntas del debate posterior (40%).

3. Prácticas (25%)

El ejercicio teórico-práctico correspondiente al programa de prácticas incluirá 4 preguntas acerca de los fundamentos teóricos de las prácticas, así como de los procedimientos experimentales (2 puntos cada una). También incluirá una cuestión sobre el material y aparatos de laboratorio (1 punto) y otra de normas de seguridad y buen funcionamiento de un laboratorio químico (1 punto). Este ejercicio se valorará sobre 10 y contribuirá a la calificación global con un 25%.

Calificación global

La calificación global obtenida por el alumno será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las actividades de evaluación o, en su caso, la de la PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN.

NOTA: Un estudiante podrá presentarse exclusivamente a aquellas partes (examen escrito, prácticas y trabajo) de la PRUEBA GLOBAL que no haya superado en la evaluación continua. Asimismo, un estudiante podrá superar la asignatura por evaluación continua, no teniendo así que realizar la PRUEBA GLOBAL, no obstante, podrá presentarse a las partes que considere oportunas para subir nota (la nota final será la más alta).

Observaciones

1:

En caso de que el estudiante no haya conseguido superar la asignatura en primera convocatoria, la evaluación en segunda convocatoria seguirá los mismos criterios especificados anteriormente para la evaluación en primera convocatoria mediante realización de PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN. Será posible repetir únicamente aquellas actividades no superadas, manteniéndose la calificación obtenida para las actividades superadas. El alumno interesado en mejorar la nota de estas últimas podrá repetir la prueba correspondiente pudiéndose conservar la nota más alta.

2:

Tanto la entrega del trabajo académicamente dirigido y como la exposición oral del mismo (prueba de evaluación 2) se realizarán en fechas previas al examen escrito (prueba de evaluación 1) fijadas por el profesorado y comunicadas al alumnado con la suficiente antelación por los mecanismos adecuados.

3:

Las cuestiones previas de las prácticas se realizarán en 15 minutos antes de comenzar cada práctica y las cuestiones finales tras la finalización de la práctica correspondiente, y deberán entregarse en una fecha fijada por el profesorado y comunicada a los estudiantes con la suficiente antelación por los mecanismos adecuados.

4:

La revisión de todas las pruebas de evaluación podrá realizarse según establece el [Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje](#) de la Universidad de Zaragoza.

Criterios de evaluación

1:

Examen escrito (50%)

Se compone de cuestiones teóricas (70%) y problemas (30%). Se califica sobre 10 en función de la corrección de las respuestas, además se valorará la concreción y la claridad de las mismas.

2:

Trabajo tutelado (25%)

En la evaluación del trabajo se valorará positivamente la originalidad del tema elegido. Además, tanto en el trabajo escrito como en la presentación del mismo se evaluarán el correcto planteamiento, la rigurosidad de los contenidos, la claridad y buena expresión. También se valorarán las respuestas a las cuestiones que se planteen después de la exposición oral. Se evaluará también de manera positiva la autonomía, buena coordinación y funcionamiento del grupo, así como el interés de los individuos.

Opción de trabajo en grupo: El trabajo escrito deberá tener una extensión entre 20-25 páginas y constituirá el 50% de la nota de esta actividad, teniéndose en cuenta el tratamiento de la información (bibliografía y documentación), el buen uso de un método de citas y referencias, etc. Además, se deberá presentar oralmente un resumen del trabajo y responder a las preguntas del debate posterior (30%). También se considerarán para la calificación final de esta prueba de evaluación las habilidades de trabajo en grupo y las distintas tareas a entregar relacionadas con el trabajo (20%).

Opción de trabajo individual: El trabajo escrito deberá tener una extensión entre 12-16 páginas y constituirá el 60% de la nota de esta actividad, teniéndose en cuenta el tratamiento de la información (bibliografía y documentación), el buen uso de un método de citas y referencias, etc. Además, se deberá presentar oralmente un resumen del trabajo y responder a las preguntas del debate posterior (40%).

3: Prácticas (25%)

En general, se exigirá puntualidad y cumplimiento de las normas de seguridad en el laboratorio.

Se realizarán cuestiones previas y cuestiones finales (50%) que se valorarán sobre 10. Además se valorará la actitud en el laboratorio del estudiante (20%).

En la evaluación de las cuestiones previas y finales se valorarán positivamente la corrección, concreción, rigurosidad y claridad de los mismos. Asimismo, en la evolución de la actitud general del alumno en el laboratorio serán valorados positivamente el interés, el orden y limpieza, la destreza y la rigurosidad mostradas durante la realización de las prácticas.

La nota global de esta actividad de evaluación será la media ponderada de lo mencionado anteriormente.

Además de las actividades de carácter obligatorio de este curso, se podrán ofrecer otras actividades de carácter voluntario, como por ejemplo las llamadas en este documento actividades complementarias (visualización de videos, planteamiento de debates, comentario de artículos y noticias, realización de seminarios sobre temas específicos de especial relevancia, visitas tuteladas). Las tareas derivadas de estas actividades podrán ser evaluadas y suponer una nota extra de hasta 1 punto sobre la nota global de la asignatura (la nota final no podrá en ningún caso superar la calificación numérica de 10).

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

- Sesiones teóricas consistentes en lecciones magistrales participativas. En ellas se impartirán los fundamentos teóricos de la asignatura. Durante las clases teóricas se desarrollará, con ayuda de presentaciones en ordenador, el programa teórico de la asignatura.
- Sesiones prácticas de laboratorio. Se desarrollarán en el laboratorio. Durante estas sesiones los estudiantes aprenderán a manejar el material de laboratorio, a realizar experimentos y a interpretar y presentar adecuadamente los resultados obtenidos.
- Sesiones prácticas de problemas y casos prácticos. Se desarrollarán en el aula. Durante estas sesiones los alumnos resolverán problemas propuestos por el profesor y se pondrán en común las soluciones planteadas.
- Actividades académicamente dirigidas que se llevarán a cabo en grupos que deberán buscar y recopilar información sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura. Todos los grupos deberán entregar un trabajo escrito y hacer una presentación oral de su trabajo en la que deberán responder a las preguntas que se les planteen. El profesorado llevará a

cabo labores de supervisión y seguimiento de estas actividades mediante sesiones tutoriales periódicas.

- Actividades complementarias a realizar siempre que sea posible, como por ejemplo visualización de videos, planteamiento de debates, comentario de artículos y noticias, realización de seminarios sobre temas específicos de especial relevancia, visitas tuteladas, etc.

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:** **Teoría.** Clases magistrales participativas impartidas por el profesor. Estudio por parte del alumno de la materia impartida en las clases teóricas mediante los apuntes de clase y la bibliografía indicada.
 - 2:** **Prácticas de laboratorio.** Los alumnos realizarán en el laboratorio los experimentos correspondientes al programa de prácticas. Se realizarán cuestionarios individuales, previos y finales, de cada práctica.
 - 3:** **Resolución de problemas y casos.** El profesor propondrá problemas y casos prácticos para su resolución individual o en grupos. Las posibles soluciones a los problemas planteados se pondrán en común, promoviendo la participación de los alumnos. Además de lo anterior, el profesor propondrá problemas y casos prácticos como tareas a realizar por el alumno. Los resultados de estos problemas y casos prácticos también se pondrán en común en el aula.
 - 4:** **Actividades académicamente dirigidas.** Las actividades académicamente dirigidas consistirán en la búsqueda y recopilación de información sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura. El trabajo se realizará en grupos, y una vez concluido, todos los grupos presentarán un manuscrito y realizarán una exposición oral. Durante la elaboración del trabajo los alumnos asistirán a sesiones presenciales de tutorías. En estas sesiones el profesor realizará un seguimiento del trabajo, guiando a los estudiantes en la búsqueda y selección de la información.
 - 5:** Análisis y comentarios de noticias y artículos de interés, relacionados con temas afines a la asignatura.
 - 6:** Visualización de videos sobre temas relacionados con la asignatura y posterior mantenimiento de debates y realización de comentarios al respecto.
 - 7:** Seminarios de temas específicos, donde se profundicen o refuerzen aspectos interesantes de la asignatura.
 - 8:** Visitas tuteladas a sitios de interés para la mejor integración de la asignatura en el mundo real, siempre que sea posible.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que el estudiante debe dedicar a esta asignatura, 6 ECTS, un total de 150 horas que englobarán actividades presenciales y no presenciales. Los créditos de la asignatura se distribuyen en 2 créditos de clases magistrales, 1,5 créditos de clases prácticas de laboratorio y 2,5 créditos distribuidos en resolución de problemas, seminarios, visitas y trabajos tutelados.

Teoría	3	3	1	3	1	3	1		2	1	2
Problemas		2				2			2	1.5	
Prácticas laboratorio			3		3		3				
Trabajos en grupo	1			1							2
Visita (provisional)								5			
Evaluación										1.5	
Actividad No presencial											
Trabajo individual	3	3	3	4	3	3	3	3	5	5	3
Trabajo en grupo		1	1	1	2	2	2	2	1		3
TOTAL	7	8	8	9	9	9	9	10	10	9	10

Tipo actividad / Semana	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total
Actividad Presencial											
Teoría	0.5	0.5	1								64
Problemas	0.5	0.5	1			1.5					21
Prácticas laboratorio	3	3									10
Trabajos en grupo			2								15
Visita (provisional)											6
Evaluación					1.5		4				5
Actividad No presencial											
Trabajo individual	3	3	3	6	7	7					67
Trabajo en grupo	3	1									19
TOTAL	10	8	7	6	7	10		4			150

Calendario provisional orientativo. El calendario de las clases se ajustará al calendario lectivo de la Universidad de Zaragoza. El horario de la asignatura y aula de clase se pueden consultar en la página web de la [EPSH](#), así como el horario de tutorías y el calendario de exámenes.

Toda la información de la asignatura se presentará el primer día de clase de cada curso y estará a disposición de los estudiantes en [Moodle](#).

Programa de teoría

MÓDULO I. Química ambiental

Tema 1. Comportamiento medioambiental de los contaminantes: Difusión y/o acumulación.

Tema 2. Transformaciones abióticas y biotransformaciones de los contaminantes.

Tema 3. Impacto de la Industria Química en el medio ambiente.

Tema 4. Contaminantes derivados de la Industria Química (degradación medioambiental, acumulación, efectos): tensioactivos, compuestos metálicos, hidrocarburos [petróleo, hidrocarburos aromáticos polinucleares (PHA), bifenilos policlorados (PCB), dioxinas (PCDD), dibenzofuranos (PCDF), difeniléteres polibromados (PBDE)], materiales poliméricos y plaguicidas.

MÓDULO II. Química sostenible

Tema 5. Principios básicos y herramientas de Química sostenible.

Programa de prácticas

Práctica 1. Carácter ácido-base de compuestos orgánicos.

Práctica 2. Preparación de biodiesel y comparativa de residuos que genera la combustión del biodiesel y la de un combustible típico.

Práctica 3. Biotransformación.

Práctica 4. Preparación de polímeros biodegradables.

Práctica 5. Comparativa de una reacción llevada a cabo con o sin disolvente.

Bibliografía

Bibliografía recomendada

Bibliografía básica

- Química sostenible. M. Mestres. Síntesis, **2011**.
- Química verde. X. Doménech. Rubes, **2005**.
- Principios de química medioambiental. M. A. Sierra, M. Gómez Gallego. Síntesis, **2008**.
- Environmental organic chemistry (2 ed.). R. P. Schwarzenbach, P. M. Gschwend, D. M. Imboden. Wiley, **2003**.
- Técnicas experimentales en síntesis orgánica (2 ed.). A. G. Csákÿ, M. A. Martínez. Síntesis, **2008**.

Bibliografía complementaria

- Green chemistry and the ten commandments of sustainability (2 ed.). S. E. Manahan. ChemChar Research, Inc., **2006**.
- Química ambiental. C. Baird. Reverté, **2001**.
- Fundamentals of environmental chemistry. S. E. Manahan. CRC Press LLC, **2001**.
- Environmental chemistry (9 ed.). S. E. Manahan. CRC Press, **2009**.
- Elements of environmental chemistry. R. A. Hites. Wiley, **2007**.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Baird, Colin. Química ambiental / Colin Baird ; versión española por Xavier Domènec Antúnez . Ed. en español, reimpr. (2004) Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- Domènec, Xavier. Química verde / Xavier Domènec Barcelona : Rubes, 2005
- Hites, Ronald A.. Elements of environmental chemistry / Ronald A. Hites . Hoboken : John Wiley-Interscience, cop. 2007
- Manahan, S.E. (2005). Green chemistry and the ten commandments of sustainability. ChemChar Research
- Manahan, Stanley E.. Environmental chemistry / Stanley E. Manahan . - 8th ed. Boca Raton [etc] : CRC, cop. 2005
- Manahan, Stanley E.. Fundamentals of environmental chemistry / Stanley E. Manahan . 2nd ed. Boca Raton [etc.] : Lewis Publishers, cop. 2001
- Martínez Grau, María Angeles. Técnicas experimentales en síntesis orgánica / Mª Angeles Martínez Grau, Aurelio G. Csákàz . [1ª reimpr.] Madrid : Síntesis, D.L. 2001
- Mestres, Ramón. Química sostenible . Madrid : Síntesis, D.L. 2011
- Schwarzenbach, René P.. Environmental organic chemistry / René P. Schwarzenbach, Philip M. Gschwend, Dieter M. Imboden . New York...[etc.] : John Wiley & Sons, cop.1993
- Sierra, Miguel Ángel. Principios de química medioambiental / Miguel Á. Sierra, Mar Gómez Gallego . [reimp. de la ed. de 2007] Madrid: Síntesis, 2008