



Grado en Ciencias Ambientales 25240 - Química ambiental

Guía docente para el curso 2012 - 2013

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. También es aconsejable que conozca los aspectos básicos del funcionamiento de un laboratorio de 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 sostenible y Química ambiental. Las actividades de aprendizaje programadas incluyen, además de clases magistrales (20 h), clases prácticas tanto de laboratorio (15 h) como de problemas (15 h), así como tutorización de trabajos en grupo (6 h). 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.

Las actividades de evaluación a superar por el alumno consisten en la realización de un examen escrito (teoría + problemas) con un valor del 60% del total, la entrega de un trabajo en grupo académicamente dirigido (escrito) y exposición oral del mismo, con un valor del 15% y finalmente la realización de prácticas de laboratorio, con valor del 25% del total. La prueba global se realizará según [el calendario de exámenes de la EPS](#). No obstante, la entrega del trabajo escrito, la exposición oral de dicho trabajo y la realización de las prácticas y del examen de prácticas se podrán ejecutar con antelación, y es lo recomendado, en las fechas propuestas por el profesorado y comunicadas a los estudiantes previamente.

Horario lectivo (del 17 de septiembre de 2012 al 16 de enero de 2013): Lunes (13:00 - 14:00h, aula 3); Miércoles (9:00 - 10:00h, aula 3); Jueves (11:00 - 13:00h, aula 3 ó laboratorio 6 (si prácticas))

Fecha prueba global: 1ª Convocatoria (17 enero 2013, 16:00 - 20:00h, aula 11); 2ª Convocatoria (9 septiembre 2013, 9:00 - 13:00h, aula 11).

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 expedimentos 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:** Realización de un **examen escrito** ([según el calendario de exámenes de la EPS](#)) con un valor del 60% del total. Dicho examen contendrá tanto cuestiones de teoría como problemas y se puntuará sobre 10. Constará de catorce cuestiones sobre el [programa de teoría](#) y de dos problemas con varios apartados.
- 2:** Entrega del **trabajo académicamente dirigido** (escrito) y exposición oral del mismo (con un valor del 15 % del total). Se valorará sobre 10 puntos. El trabajo se realizará en grupo (en casos excepcionales, se podrá realizar de modo individual) y consistirá en la búsqueda y recopilación de información sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura (dicho tema podrá ser propuesto por los alumnos). Dicha información deberá plasmarse en el trabajo escrito dando, siempre que sea posible, un enfoque crítico al tema tratado. Dicho documento no deberá extenderse entre 25 y 30 páginas y tendrá que contener los siguientes apartados [Portada (donde se indique el título del trabajo, los nombres y apellidos de los miembros del grupo, asignatura, grado, profesor); Resumen (10-15 líneas); Objetivo; Introducción; Cuerpo del trabajo (con los apartados y subapartados oportunos); Conclusiones, Bibliografía; Apéndices (cuando sea necesario)]. El trabajo escrito se entregará en formato electrónico al profesor antes de la fecha límite indicada. La exposición oral del mismo se realizará mediante presentación en power point que seguirá un orden similar al presentado por escrito (el documento electrónico deberá ser entregado al profesor en el momento de la exposición). En ésta tendrán que participar todos los miembros del grupo. Su duración deberá ajustarse a unos 15 minutos, no existiendo limitación en número de diapositivas. Después de la exposición el profesor realizará cuestiones a los alumnos tanto de la memoria escrita como de la presentación por tiempo de 15-20 minutos.
- 3:** **Prácticas de laboratorio** (con un valor del 25 % del total). Se realizará un examen teórico-práctico sobre dichas [sesiones prácticas](#) que supondrá el 60% de la nota de prácticas. El 40% restante corresponderá a la evaluación de los informes de prácticas (deberán entregarse en formato electrónico al profesor en las fechas indicadas por éste), cuestiones previas y finales (a realizar inmediatamente antes y después, respectivamente, de la realización de cada práctica), el cuaderno de laboratorio (podrá ser consultado por el profesor en cualquier sesión de prácticas, así mismo deberá ser entregado el día del examen de prácticas (o el día de la prueba global, en su caso)) y la actitud general en el laboratorio. El examen mencionado constará de siete cuestiones en total. Éstas versarán tanto sobre los fundamentos teóricos de las prácticas realizadas en el laboratorio como sobre la descripción de los procedimientos experimentales llevados a cabo.

Observaciones

Tipo de evaluación

La **evaluación** de la asignatura será **global**. Para la evaluación de la asignatura se llevará a cabo una PRUEBA GLOBAL [en la fecha de la convocatoria oficial](#). A dicha prueba global deberán asistir para ser evaluados todos los alumnos matriculados en la asignatura.

Calificación global

La calificación global obtenida por el alumno será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las tres actividades de evaluación. La nota mínima requerida en el examen de teoría y problemas (prueba de evaluación 1), así como en las prácticas (prueba de evaluación 3), para poder sumar los porcentajes correspondientes a las demás actividades de evaluación es de 4, en ambos casos. La nota mínima requerida para el trabajo es de 5 (prueba de evaluación 2). Si no se alcanzasen estos requisitos mínimos la asignatura no se considerará aprobada aunque la calificación final promediada, sea igual o superior a 5. En este caso, la nota final que se reflejará en las actas de la asignatura será de suspenso (4).

Otras observaciones

- 1:** Tanto la entrega del trabajo académicamente dirigido y como la exposición oral del mismo (prueba de evaluación 2) se realizarán en fechas previas al día de la prueba global ([establecida oficialmente](#)), fijadas por el profesorado y comunicadas al alumnado con la suficiente antelación por los mecanismos adecuados. En caso de que el alumno opte por no acudir a dichas convocatorias, tiene derecho a presentar un trabajo realizado de forma individual (escrito y oral) el día de la prueba global. Dicho trabajo deberá ajustarse a las especificaciones indicadas en el apartado de prueba de evaluación 2, y será evaluado siguiendo los mismos criterios establecidos con anterioridad (ver criterios de evaluación 2).
- 2:** El examen de prácticas se podrá realizar tras la finalización de las prácticas, con anterioridad al día de la prueba global, en una fecha fijada por el profesorado y comunicada a los estudiantes con la suficiente antelación por los mecanismos adecuados. En caso de que el alumno opte por no acudir a dicha convocatoria, tiene derecho a realizar un examen de prácticas el día de la prueba global. Éste tendrá las mismas características explicadas en el apartado 3.A de los criterios de evaluación. Adicionalmente, si el alumno realiza menos del 80% de las prácticas o entrega menos del 75% de los informes correspondientes deberá realizar un examen práctico el día de la prueba global. Este examen consistirá en la resolución práctica de un problema concreto relacionado con el programa de prácticas y se evaluará la correcta resolución del problema, así como el modo elegido para resolverlo (elección de técnicas y material adecuados, limpieza y orden, etc.). La nota obtenida en este examen será la nota del apartado 3.B de los criterios de evaluación, a efectos de calcular la nota global de la actividad de evaluación 3 (Prácticas de laboratorio). Igualmente, en este caso, para superar dicha prueba la nota mínima del examen debe ser 4, si ésta es inferior a 4 la nota máxima de esta prueba no podrá ser superior a 4, aun cuando la media obtenida sea superior.
- 3:** 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 para la evaluación en primera convocatoria. 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, avisando previamente al profesor, pudiéndose conservar la nota más alta.
- 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

En el total de las catorce cuestiones se incluyen 2 de breve desarrollo (1 punto cada una), 2 de respuesta

corta (0,5 puntos cada una) y 10 de tipo test (0,3 puntos cada una). Cada cuestión de breve desarrollo y de respuesta corta recibirá una puntuación sobre 10 (que después se transformará en el valor correspondiente hasta un máximo de los valores expresados más arriba) en función de la corrección de la respuesta y además se valorará la concreción y la claridad de las mismas. En el caso de las cuestiones tipo test, una única respuesta será correcta y se penalizarán las respuestas incorrectas restando 0,1 puntos. Cada problema recibirá una puntuación de hasta 2 puntos, en función de la corrección del resultado y el planteamiento, así como la claridad con la que se exponga el mismo.

2: Trabajo tutelado

En la evaluación del trabajo se valorarán positivamente por un lado la originalidad y el grado de dificultad 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. En la exposición oral además, se valorará positivamente la soltura con la que ésta se lleve a cabo. También se valorarán positivamente las respuestas a las cuestiones que se planteen después de la exposición oral en función de su corrección, así como la demostración del dominio del tema que se esté tratando. Se valorará también de manera positiva la autonomía, buena coordinación y funcionamiento del grupo, así como el interés de los individuos. Se valorarán negativamente la falta de lo que se menciona anteriormente. La nota final de esta actividad de evaluación será la media aritmética de las notas obtenidas en el trabajo escrito y exposición oral, siendo valorados cada uno de estos hasta un máximo de 10.

3: Prácticas

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

Apartado A (Examen): Se valorará sobre 10. Del total de las siete cuestiones del examen de prácticas, 3 serán de desarrollo breve (hasta 2 puntos cada una) y 4 de tipo test (hasta 1 punto cada una). Se valorará la corrección de las respuestas y la claridad de las mismas, en el caso de las cuestiones tipo test, sólo una respuesta será correcta y las incorrectas penalizarán restando 0,4 puntos.

Apartado B (Informes (40%), Cuestiones previas (10%), Cuestiones finales (20%), Cuaderno de laboratorio (10%), Actitud (20%)): Cada uno se valorará sobre 10. En la evaluación de los informes de prácticas, cuestiones previas y finales y el cuaderno de laboratorio, 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, la rigurosidad mostradas durante la realización de las prácticas.

La nota global de esta actividad de evaluación será la media ponderada de los dos apartados mencionados anteriormente (A y B). Para superar esta prueba la nota mínima del examen debe ser 4, si ésta es inferior a 4 la nota máxima de esta prueba no podrá ser superior a 4, aun cuando la media obtenida sea superior.

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.

- Actividades complementarias como por ejemplo visualización de videos, planteamiento de debates, comentario de artículos y noticias, realización de seminarios sobre temas específicos de especial relevancia, 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. El tiempo de estudio estimado será de aproximadamente dos horas por cada hora de clase presencial.
- 2:** **Prácticas de laboratorio.** Los alumnos realizarán por parejas en el laboratorio los experimentos correspondientes al programa de prácticas. Se realizarán cuestionarios individuales, previos y finales, de cada práctica. Se confeccionará de manera individual un cuaderno de laboratorio. Se elaborará un informe individual de cada una de las cuatro prácticas realizadas en el laboratorio. En dicho informe los alumnos deberán explicar el fundamento de la práctica y hacer constar e interpretar los resultados obtenidos. El tiempo estimado para la realización de las tareas propuestas por el profesor es de aproximadamente una hora por cada hora presencial.
- 3:** **Prácticas de problemas.** 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, promoviéndose 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. El tiempo estimado para la realización de las tareas propuestas por el profesor es de aproximadamente una hora por cada hora presencial.
- 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 lo presentarán por escrito y realizarán una exposición oral tras la que responderán a las preguntas que se les planteen. 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. Cada grupo tendrá que presentar un borrador en la fecha establecida por el profesorado especificando el tema del trabajo, la estructura a seguir y el reparto de tareas entre los miembros del grupo. El tiempo estimado para la realización del trabajo es de aproximadamente 20 horas.
- 5:** Análisis y comentarios de noticias y artículos de interés, relacionados con temas afines a la asignatura. Creación de un blog donde tanto profesor como alumnos puedan proponerlos y comentarlos.
- 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 refuercen aspectos interesantes de la asignatura.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio 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, 1,5 créditos de clases prácticas de problemas y 1 crédito de trabajo académicamente dirigido.

Tipo actividad / Semana	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	Total
Actividad Presencial																					60
Teoría	2	1	2	1	2		1	2	1	2	2		1	1			1	1			20
Problemas	1	3	2			2			1			2	1	2				1			15
Prácticas laboratorio				1	2	2		2	2	2	2		2								15
Trabajos en grupo							1														1
Tutorías ECTS									1		1	2	1								5
Evaluación														1			1	2			4
Actividad No presencial																					90
Trabajo individual:	1	2	3	3	3	4	2	5	5	5	5	2	5	4	8	8	2	3			70
Trabajo en grupo							2	2	2	2	3	4	3	2							20
TOTAL	4	6	7	5	7	8	6	11	12	11	13	10	13	10	8	8	4	7			150

Programa de teoría

MÓDULO I. Química sostenible

Tema 1. Principios básicos y herramientas de Química sostenible.

MÓDULO II. Química ambiental

Tema 2. Comportamiento medioambiental de los contaminantes: Difusión y/o acumulación.

Tema 3. Transformaciones abióticas y biotransformaciones de los contaminantes.

Tema 4. Impacto de la Industria Química en el medio ambiente.

Tema 5. Contaminantes derivados de la Industria Química degradación medioambiental, acumulación, efectos): plaguicidas, hidrocarburos (petróleo, hidrocarburos aromáticos polinucleares (PHA), bifenilos policlorados (PCB), dioxinas (PCDD), dibenzofuranos (PCDF), difeniléteres polibromados (PBDE), materiales poliméricos, tensioactivos y compuestos metálicos.

Programa de prácticas

Práctica 1. Seguridad y operaciones básicas en el laboratorio químico.

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

Bibliografía

- 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. Csáky, 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 Domènech Antúnez . Ed. en español, reimpr. (2004) Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2004
- Domènech, Xavier. Química verde / Xavier Domènech Barcelona : Rubes, 2005
- Hites, Ronald A.. Elements of environmental chemistry / Ronald A. Hites . Hoboken : John Wiley-Interscience, cop. 2007
- Manahan, S.E.. Green chemistry and the ten commandments of sustainability. ChemChar Research, 2005
- 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 / M^a Angeles Martínez Grau, Aurelio G. Csákàž . [1^a 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