



Grado en Geología 26407 - Química

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- Alice Johnson -
- María Joaquina Ferrer Cerra jfecer@unizar.es
- Melanie Aliaga Lavrijsen maliaga@unizar.es
- Rosa Garriga Mateo rosa@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda que los alumnos participen, antes de comenzar el primer curso del Grado, en el “Curso Cero de Química” impartido por profesores de la Facultad de Ciencias. En él se repasan brevemente los conceptos básicos y más generales de la Química, aspectos que pueden interpretarse como los conocimientos previos mínimos a ampliar en la asignatura del Grado.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Las fechas de comienzo y fin de curso, así como el horario de clases y el calendario de exámenes, se registrarán por el calendario oficial establecido por la Facultad de Ciencias.

La información que no esté allí reflejada (fechas exactas de controles de formulación y nomenclatura y de problemas, calendario y grupos de las prácticas de Laboratorio) se comunicará en el aula y en el ADD con suficiente antelación. Las prácticas de Laboratorio se llevarán a cabo en dos sesiones a partir de mediados de noviembre.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Relacionar los conocimientos acerca de la estructura y la composición de la materia con las propiedades manifestadas por ésta, estableciendo relaciones entre composición, estructura, enlace, propiedades y reactividad de los elementos, compuestos y materiales, así como su posible aplicación tecnológica.
- 2:** Conocer los principales tipos de reacciones químicas y sus características más importantes. Aplicar los criterios teóricos que determinan la estabilidad y reactividad química a problemas concretos relacionados con su campo. En particular, ser capaz de determinar la posición de equilibrio de reacciones químicas.
- 3:** Usar las tablas de datos termodinámicos para cuantificar tanto los aspectos energéticos involucrados en las reacciones químicas como la evolución espontánea de un sistema químico.
- 4:** Ser capaz de analizar y construir diagramas de fases de sustancias puras y de sistemas sencillos, con especial atención a aquellos que implican fases sólidas.
- 5:** Transmitir los conocimientos y razonamientos de forma escrita utilizando vocabulario específico y relacionar estos conocimientos con el resto de disciplinas del Grado. Dadas las características de esta materia, utilizar correctamente la formulación y la nomenclatura químicas. Asimismo, resolver problemas básicos de Química.
- 6:** Seguir las normas básicas de trabajo en un laboratorio: normas de seguridad básicas, metodología de trabajo, y obtención, análisis e interpretación de datos.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

El objeto de esta materia es que el futuro geólogo conozca y entienda los principios básicos de la Química para poderlos utilizar como herramienta útil dentro de su campo de estudio específico. Hay que tener muy presente el carácter interdisciplinar de la Geología y su especial relación con la Química. Así, por ejemplo, el conocimiento de los átomos que forman los elementos químicos, las combinaciones de los elementos, las interrelaciones entre composición, enlace, estructura y propiedades de la materia, o los factores y leyes que afectan y guían las transformaciones químicas le van a permitir abordar con profundidad aspectos intrínsecos de su especialidad, como los relacionados con la Mineralogía, Petrología, Evaluación de Impacto Ambiental, etc. La base química le permitirá, por otro lado, seguir y aclarar el destino y el comportamiento en la Tierra de los elementos químicos constituyentes de la naturaleza, aspecto del que se ocupa la Geoquímica.

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 de la asignatura de Química es suministrar las bases de conocimiento acerca de la composición, estructura y propiedades de la materia que nos rodea, con el objeto de que el alumno entienda y pueda abordar, con el adecuado bagaje previo, el estudio de otras materias relacionadas, como Geoquímica u otras más específicas de su especialidad.

Hay que tener muy presente que muchos de los aspectos vinculados a la Geología, como el aprovechamiento sostenible de recursos (agua, rocas, minerales, hidrocarburos, suelos), el estudio de la historia del planeta o la corrección de problemas ambientales no pueden entenderse ni abordarse con rigor sin una mínima base de conocimientos químicos, esencialmente aquellos que expliquen los fenómenos de combinación de las sustancias y sus propiedades (enlace, estequiometría, reactividad) y los que permitan cuantificar los aspectos energéticos y la evolución de los sistemas químicos en reacción o en

equilibrio de fases.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta materia pertenece al módulo “Bases para la Geología”, junto a las materias Biología, Física, Matemáticas, Tratamiento estadístico e informático de datos geológicos y Fundamentos de Geología y Cartografía. Dicho módulo se desarrolla durante todo el primer curso y el primer cuatrimestre del segundo curso del Grado, impartándose la Química a lo largo del primer cuatrimestre del primer curso. Su finalidad es suministrar los conceptos, teorías, modelos y principios básicos de diferentes disciplinas científicas imprescindibles para el estudio de la Geología. En nuestro caso “aplicar las leyes básicas de la Química al conocimiento de la Tierra y de los procesos geológicos”. En otras palabras, se trata de asimilar los conceptos y los procedimientos más generales de la Química con la vista puesta en el resto de materias del Grado.

Cada vez resulta menos frecuente que los estudiantes que comienzan los estudios del Grado hayan cursado esta asignatura/disciplina durante el Bachillerato y, por lo tanto, sus conocimientos acerca de los tópicos de la Química se remontan a lo cursado durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria. De ahí que la asignatura sirva para proporcionar una base homogénea en lo referente a la comprensión de los conceptos generales que se utilizarán en otras asignaturas del Grado.

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

- 1:** Reconocer, explicar y relacionar de manera lógica y ordenada los principios básicos de la Química. En particular, aquellos relacionados con el enlace químico y su relación con las propiedades de las sustancias, y con el equilibrio químico, tanto de fases como de sistemas reaccionantes.
- 2:** Expresar y transmitir los conocimientos de forma escrita, utilizando vocabulario específico y las reglas básicas de formulación y nomenclatura químicas.
- 3:** Aplicar de forma razonada los conocimientos teóricos adquiridos a la resolución de cuestiones teórico-prácticas y problemas básicos de Química.
- 4:** Cumplir las normas de seguridad de un laboratorio químico. También para analizar e interpretar los datos obtenidos en el trabajo de laboratorio.

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

La Química tiene como objetivo central el estudio de la materia y de sus transformaciones. La interacción con el entorno origina preguntas que recaen en el ámbito de la Química: La composición y las propiedades de una sustancia, el modo en el que ésta se transforma, y cuándo y por qué lo hace, conforman los contenidos de la Química. Con este punto de partida parece innecesario señalar que la relación de la Química con la Geología es más que evidente en disciplinas como Mineralogía o Petrología, y lo suficientemente relevante como para constituir disciplinas específicas como la Geoquímica. La adquisición de las competencias descritas o aplicar las preexistentes a problemas abordados en Geología es una tarea fundamental, y por lo tanto debe contemplarse como un requisito mínimo básico de cualquier estudiante del Grado. Conviene señalar que, de un modo u otro, los apartados que se han detallado en las competencias reflejan aspectos parciales orientados a cuestiones de máximo interés en Geología.

En resumen, las competencias de esta materia se hallan directamente relacionadas con las del resto de asignaturas que conforman el Grado, con el fin de que estas disciplinas tengan un punto de partida básico que se adecue a sus posibles necesidades.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

La modalidad de **Evaluación es de tipo mixto**, con actividades que se evalúan de modo continuo (prácticas y parte de los problemas) y otras evaluadas mediante prueba global.

Consta de tres partes diferenciadas que se exponen a continuación, cada una de las cuales ha de superarse de forma independiente:

- **Prueba escrita sobre los conocimientos básicos de Química.**

Estará subdividida en dos partes: I. Parte de Teoría; II. Resolución de Problemas.

La parte de teoría estará formada por preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas.

La parte de problemas consistirá en la resolución de diversos ejercicios básicos de Química.

El contenido de ambas partes estará basado en los programas respectivos, presentados en las actividades de aprendizaje.

- **Prueba de Formulación y Nomenclatura de Química Inorgánica.**

Consta de una serie de nombres de compuestos que debe formular el alumno, y otra de fórmulas que debe nombrar. Se realizará una prueba a lo largo del cuatrimestre, previo a la convocatoria oficial. En caso de no superarse se realizará nuevamente en las convocatorias oficiales. Dicha prueba se considera superada con un 65 % de las respuestas correctas.

- **Prácticas de laboratorio.**

Asistencia obligatoria a las sesiones de prácticas de laboratorio y entrega de un informe de cada práctica según las pautas indicadas al comienzo de cada sesión.

Los estudiantes que tengan alguna de las partes no superadas en la primera convocatoria realizarán la/s prueba/s correspondiente/s en la segunda convocatoria del curso.

2:

Evaluación Global

Los alumnos que opten por esta modalidad serán evaluados mediante dos actividades, cada una de las cuales contendrá el mismo tipo de ejercicios propuestos en el caso anterior. El motivo es que a través de la correcta realización de ambas han de quedar patentes los resultados de aprendizaje mínimos exigibles.

Se propone una prueba a realizar en la convocatoria oficial con el siguiente contenido:

1. Ejercicio escrito subdividido en tres partes: I. Cuestiones teórico-prácticas. II. Resolución de problemas. III. Prueba de formulación y nomenclatura de Química Inorgánica.

Las partes I y II tendrán como base los programas de Teoría y Problemas.

2. Realización de una de las prácticas de laboratorio a partir de su guión, incluyendo la elaboración del correspondiente informe.

Los criterios para superar la asignatura mediante esta modalidad son similares a los de la anterior, y se describen en el apartado Criterios de Evaluación y Calificación.

En el momento que se haga pública la convocatoria se solicitará a los alumnos que opten por esta modalidad que se inscriban para realizar la prueba práctica, con el fin de poder preparar el laboratorio para su realización en las horas indicadas para tal efecto.

Criterios de Evaluación

Valoración de los conocimientos teóricos

A través de una prueba escrita sobre los conocimientos básicos de Química, de acuerdo al temario desarrollado. Se llevará a cabo en el día y aula fijados por la Facultad para las convocatorias oficiales (febrero y septiembre). Esta prueba se evaluará según los siguientes criterios: Adecuación entre pregunta/respuesta, rigor en las definiciones, capacidad de razonamiento y orden y claridad en la expresión escrita. El resultado supondrá el 60% de la calificación final (hasta 6 puntos del total).

Conocimientos prácticos

Prácticas en el aula:

1) Formulación y Nomenclatura Inorgánica: La nomenclatura y la formulación se consideran imprescindibles para esta asignatura y para la titulación en general. Se llevará a cabo un examen parcial a finales de octubre-comienzos de noviembre que hay que superar con el 65% de aciertos. Esta prueba se calificará como APTO o NO APTO y no aportará nota al global de la asignatura, pero será imprescindible superarla para aprobar.

- Quien la apruebe no necesitará volver a examinarse de ella durante el curso.

- Quien la suspenda o no se presente dispondrá de sendas oportunidades en las convocatorias oficiales de febrero y septiembre.

2) Problemas: Valoración a través de evaluación continua y prueba escrita de resolución de problemas, realizada a la vez que la prueba de conocimientos teóricos en la convocatoria elegida.

La calificación global de este apartado supondrá el 27% de la nota final (2,7 puntos). La valoración de los problemas en el ejercicio escrito supondrá hasta 2 puntos. El resto (0,7 puntos) corresponde a la valoración del trabajo del alumno mediante la resolución de problemas propuestos a lo largo del curso o la realización de un control de problemas.

Prácticas en el laboratorio:

- Deberá entregarse un informe de cada práctica donde se responda razonadamente a las cuestiones planteadas. La calificación global de las prácticas representa el 13% de la calificación final (1,3 puntos). De estos, 1 punto corresponde a la valoración de los informes de cada práctica y 0,3 puntos al aprovechamiento y trabajo en el laboratorio (preparación de la práctica, actitud en el laboratorio, orden y limpieza, destreza, etc.)

Para que los diversos apartados que conforman la calificación final puedan sumarse, ha de obtenerse un mínimo en cada uno, establecido como sigue:

a) Obtener al menos 2,5 puntos en la prueba escrita de conocimientos teóricos.

b) Obtener al menos 0,8 puntos en la prueba escrita de problemas.

c) Obtener al menos 0,5 puntos en la valoración de los informes de prácticas.

Por supuesto, la suma de todos los apartados ha de dar una calificación de al menos 5 puntos para superar la asignatura.

NOTA: NO SE GUARDAN APARTADOS SEPARADOS DE LA PRUEBA ESCRITA (CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y PROBLEMAS) PARA LA CONVOCATORIA DE SEPTIEMBRE.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

Actividad 1: Aprendizaje de fundamentos básicos de Química (4,0 ECTS)

Metodología: Clases magistrales interactivas (4,0 ECTS)

Competencias adquiridas por el estudiante:

- Conocer y aplicar los conocimientos teóricos básicos de Química
- Adquirir vocabulario específico de la disciplina
- Transmitir los conocimientos de forma escrita utilizando vocabulario específico
- Relacionar los conocimientos adquiridos con el resto de disciplinas del Grado.

Evaluación: Prueba escrita sobre los conocimientos básicos de Química.

Programa:

Nucleosíntesis: 1. El origen de los elementos químicos. Reacciones nucleares.

Estructura externa de los átomos: 2. Estructura externa de los átomos. La Tabla periódica de los elementos y propiedades periódicas.

El enlace químico, tipos de compuestos y propiedades: 3. El enlace químico I. Estructura y enlaces en los compuestos moleculares; 4. El enlace químico II. Estructura y enlace de los sólidos no moleculares. 5. Relaciones enlace-estructura-propiedades.

Termodinámica y equilibrio químico. Cinética química: 6. Termodinámica; 7. Equilibrio de fases en sistemas de un componente; 8. Sistemas multicomponentes: Disoluciones; 9. Equilibrio químico: bases termodinámicas; 10. Equilibrios en disolución acuosa; 11. Sistemas electroquímicos; 12. Cinética química.

Actividad 2: Prácticas de laboratorio de Química (0,6 ECTS)

Metodología: Clases Prácticas de laboratorio (0,6 ECTS)

Competencias adquiridas por el estudiante:

- Manejar la metodología a seguir en un laboratorio químico
- Adquirir, analizar e interpretar datos de laboratorio.

Evaluación:

- Asistencia obligatoria a las prácticas. Se valorará en la calificación final de este apartado la actitud, el comportamiento y las habilidades mostradas durante el desarrollo de las prácticas.

- Elaboración de informes de prácticas.

Actividad 3: Resolución de problemas numéricos. Ejercicios de Formulación y Nomenclatura Química (1,4 ECTS)

Metodología: Clases de Seminarios (1,4 ECTS)

Competencias adquiridas por el estudiante:

- Resolver problemas básicos de Química
- Manejar la formulación y nomenclatura adecuada

Evaluación: Prueba escrita de problemas y prueba de formulación y de nomenclatura química.

1. Formulación y Nomenclatura de Química Inorgánica

2. Problemas: Estequiometría, Disoluciones, Termodinámica, Equilibrios

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:

Clases magistrales participativas e interactivas: 40 horas presenciales.

El **programa teórico** de la materia se divide en **12 temas**:

1. El origen de los elementos químicos. Reacciones nucleares. Introducción. El átomo. Partículas fundamentales. Modelo atómico. Isotopía. Concepto de mol. El núcleo. Estabilidad nuclear. Reacciones nucleares. Datación radioquímica de materiales. Nucleogénesis de los elementos químicos. Distribución de los elementos químicos en la tierra.

2. Estructura externa de los átomos. La Tabla periódica de los elementos y propiedades periódicas. Clasificación periódica de los elementos. Estructura externa de los átomos y orbitales atómicos. Configuraciones electrónicas y energía de los orbitales. Carga nuclear efectiva. Propiedades periódicas: Tamaño de los átomos y de los iones; Energía de ionización; Afinidad electrónica; Electronegatividad.

Singularidad de los elementos del 2º período.

3. El enlace químico I. Estructura y enlaces en los compuestos moleculares. Tipos de enlace. Tipos de sólidos según las fuerzas que actúan en la red. Compuestos moleculares: Propiedades. Enlace covalente: Geometría molecular: teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia. Energías y distancias de enlace. Polaridad del enlace covalente: Moléculas polares o apolares. Tipos de fuerzas intermoleculares: Enlace de hidrógeno y enlaces por fuerzas de Van der Waals.

4. El enlace químico II. Estructura y enlace de los sólidos no moleculares. Sólidos no moleculares: Sólidos covalentes no moleculares, sólidos iónicos, y sólidos metálicos. Sólidos covalentes no moleculares: Estructura y propiedades. Sólidos iónicos: Estudio estructural y relación con los radios iónicos. Energía de red. Cálculo teórico. Aplicación de la energía de red a las propiedades de los compuestos: Solubilidad, estabilidad térmica y temperaturas de fusión. Carácter covalente parcial de los sólidos iónicos: Polarización. Consecuencias estructurales y sobre sus propiedades. Sólidos metálicos: Enlace metálico y modelo de bandas. Bandas de valencia y de conducción. Conductores, semiconductores y aislantes.

5. Relaciones composición-enlace-estructura-propiedades: Relación composición-enlace. Relación estructura-propiedades. Relación enlace-estructura.

6. Termodinámica. Introducción: conceptos generales. Principios de la Termodinámica y magnitudes asociadas. Termoquímica. Energía Gibbs y Energía Helmholtz. Uso de las tablas de datos termodinámicos. Criterios termodinámicos de espontaneidad y equilibrio.

7. Equilibrio de fases en sistemas de un componente. Equilibrio de fases: Regla de las fases. Sistemas de un componente: Diagramas de fases de sustancias puras. Ecuación de Clapeyron. Transiciones de orden superior.

8. Sistemas multicomponentes: Disoluciones. Escalas de concentración. El potencial químico. Disoluciones con participación de fases sólidas. Disoluciones líquidas: disolución ideal y disolución diluida ideal. Solubilidades de gases en líquidos. Propiedades coligativas. Equilibrio de reparto. Disoluciones reales de electrolitos y no electrolitos: coeficiente de actividad. Diagramas de fase del equilibrio líquido-vapor.

9. Equilibrio químico. Constante termodinámica de equilibrio. Reacciones en fase gas. Reacciones en sistemas heterogéneos. Influencia de la temperatura y de la presión en la constante de equilibrio. Desplazamiento del equilibrio: principio de Le Châtelier-Braun.

10. Equilibrios en disolución acuosa: Naturaleza de las disoluciones acuosas. Equilibrios de sustancias poco solubles. Factores que afectan a la solubilidad. Reacciones de precipitación. Equilibrios ácido-base: Propiedades ácidas y básicas de las sales. Disoluciones amortiguadoras. Reacciones de desplazamiento. Equilibrios ácido-base del ión carbonato. Clasificación de los óxidos. Variación de las propiedades ácido-base de los óxidos. Equilibrios de oxidación-reducción. Ajuste de ecuaciones de oxidación-reducción. Agentes oxidantes y reductores.

11. Sistemas electroquímicos. Disoluciones electrolíticas; magnitudes iónicas medias. Conductividad eléctrica de las disoluciones. Sistemas electroquímicos en equilibrio: procesos electroquímicos. Termodinámica de las células galvánicas: ecuación de Nernst. Potenciales estándar de electrodo. Aplicaciones de las medidas potenciométricas.

12. Cinética química. Introducción. Velocidad de reacción. Orden de una reacción. Molecularidad. Reacciones de pseudoorden. Integración de las ecuaciones de velocidad de reacciones de primer orden, de segundo orden y de orden n . Tiempo de vida media. Dependencia de la velocidad de reacción respecto de la temperatura. Catálisis.

Área de Química Inorgánica: Temas 1-5 y tema 10

Área de Química Física: Temas 6-9 y 11-12

2:

Prácticas en el aula: 14 horas presenciales. Las prácticas en el aula se dedicarán a dos aspectos: I. Formulación y Nomenclatura de Química Inorgánica (4 horas) y II. Resolución de problemas numéricos (10 horas). Dentro de esta última parte se llevarán a cabo problemas de los siguientes tipos: 1. Estequiometría y composición; 2. Disoluciones; 3. Termoquímica; 4. Equilibrios de fases; 5. Equilibrio químico; 6. Equilibrios de solubilidad y ácido-base; 7. Equilibrios de oxidación-reducción.

- 3:** Prácticas en el laboratorio: 6 horas presenciales. Habrá dos sesiones de prácticas experimentales en el laboratorio: 1. Introducción al trabajo de laboratorio: Preparación de disoluciones de electrólitos y medida del pH; 2. Determinación de una constante de equilibrio.
- 4:** Estudio de los conocimientos teóricos para la prueba escrita. 52 horas no presenciales (trabajo autónomo del estudiante).
- 5:** Realización de problemas numéricos para la prueba escrita. 18 horas no presenciales (trabajo autónomo del estudiante).
- 6:** Estudio de la Formulación y Nomenclatura. 10 horas no presenciales (trabajo autónomo del estudiante).
- 7:** Realización de los informes de las prácticas de laboratorio. 6 horas (trabajo autónomo del estudiante)
- 8:** Superación de la prueba escrita (realización del examen). 4 horas presenciales

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura consta de 40 clases teóricas (entre 3 y 4 clases por tema) y 14 clases dedicadas a la realización de ejercicios de Nomenclatura y Formulación de Química Inorgánica y problemas básicos de Química.

Se llevarán a cabo 2 prácticas de laboratorio de 3 horas de duración cada una.

La hora de comienzo y duración del examen teórico de cada convocatoria se colocará al menos con una semana de antelación en los tablones de anuncios de las Áreas de Química Física y Química Inorgánica. Cada convocatoria incluirá la prueba escrita de teoría y problemas y, para aquellos alumnos que no lo hayan superado durante el cuatrimestre lectivo, un examen de Formulación y Nomenclatura y otro de Prácticas de Laboratorio.

Las clases teóricas se realizarán tres días a la semana en horario indicado, durante 13 semanas lectivas, mientras que las clases de problemas se llevarán a cabo un día a la semana a lo largo del cuatrimestre. Las sesiones prácticas se realizarán en dos sesiones (martes ó miércoles) durante los meses de noviembre y diciembre, antes del período no lectivo de Navidad. Se organizarán varios grupos de prácticas.

Finalmente, los horarios de tutorías proporcionados al comienzo de esta Guía son orientativos, y se concretarán con los alumnos en función de otras actividades docentes.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Atkins, Peter William. Química : moléculas, materia,cambio / Peter Atkins, Loretta Jones ; traducción revisada y coordinada por Claudi Mans . - 3a ed. Barcelona : Omega, D. L. 1998
- Atkins, Peter William. Química física / Peter Atkins, Julio de Paula . - 8ª ed. Buenos Aires [etc.] : Editorial Médica Panamericana, cop. 2008
- Chang, Raymond. Química / Raymond Chang; revisión técnica, Rodolfo Álvarez Manzo, Silvia Ponce López, Rosa Zugazagoitia Herranz ; [traducción, Erika Jasso Hernán D' Bourneville] . 10ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2010 [Recomendado por Héctor Artigas]
- Díaz Peña, Mateo. Química física / M. Díaz Peña, A. Roig Muntaner . - 1a. ed., 6a. reimp Madrid : Alhambra, 1985-1986
- López Cancio, José Antonio. Problemas de química / José Antonio López Cancio, con la colaboración de Antonio Vera Castellano . - [1a ed.] Madrid [etc.] : Prentice Hall, 2000
- Química : la ciencia central / Theodore L. Brown ... [et al.] ; con la colaboración de Patrick Woodward ; traducción, Laura Fernández Enríquez ; revisión técnica, María Aurora Lanto Arriola . 11ª ed. México : Pearson Educación, 2009 [Recomendado por Héctor Artigas]
- Química general : principios y aplicaciones modernas / Ralph H. Petrucci ... [et al.] ; traducción de Concepción Pando García-Pumarino y Nerea Iza Cabo ; revisión técnica de Juan A. Rodríguez Renuncio . - 10ª ed. Madrid [etc.] : Prentice Hall : Person educación, 2011

- Química general : principios y aplicaciones modernas / Ralph H. Petrucci ... [et al.] ; traducción, Concepción Pando García-Pumarino, Nerea Iza Cabo ; revisión técnica, Juan A. Rodríguez Renuncio . 10ª ed. Madrid [etc.] : Prentice Hall : Person educación, 2011 [Recomendado por Héctor Artigas]
- Valenzuela Calahorro, Cristóbal. Introducción a la química inorgánica / Cristóbal Valenzuela Calahorro . - 2a ed. Aravaca, Madrid : McGraw-Hill/Interamericana de España, D.L.1999