

FUNDAMENTOS DE GEOQUÍMICA : PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: El origen de los elementos químicos y sus abundancias relativas en el Universo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Comprender la relación entre la abundancia relativa de los elementos en el Universo y las propiedades del núcleo.*
- 1.2 Conocer las diferentes etapas de la evolución de una estrella.*
- 1.3 Comprender los diferentes procesos de formación de los elementos.*

CONTENIDOS

1.1: ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ELEMENTOS EN EL UNIVERSO

- Fuentes y reconocimiento de patrones.
- Relación entre abundancia y propiedades del núcleo.

1.2: NUCLEOSÍNTESIS Y EVOLUCIÓN ESTELAR

- Evolución estelar. Diagrama de HertzsprungRussell.
- Formación de los elementos en las estrellas de primera generación. Combustión del H y del He. Procesos $\alpha\alpha\equiv$ y $Ae\equiv$
- Formación de los elementos en las estrellas de segunda generación. Procesos $As\equiv$.
- Explosión de supernova. Procesos $Ar\equiv$ y $Ap\equiv$.
- Origen del Li, Be y B. Procesos $Ax\equiv$.

BLOQUE 2: Composición química de la Tierra. Diferenciación geoquímica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Comprender el modelo actual de cálculo de la composición química global de la Tierra.*
- 2.2 Conocer el fundamento de la clasificación geoquímica de los elementos propuesta por Goldschmidt.*
- 2.3 Comprender y aplicar los diferentes criterios cristaloquímicos, químicos y termodinámicos para la clasificación geoquímica de los elementos.*
- 2.4 Comprender la diferencia entre abundancia y disponibilidad de los elementos.*
- 2.5 Comprender los factores que determinan la movilidad y distribución de los elementos en la corteza terrestre.*

CONTENIDOS

2.1: QUÍMICA DEL SISTEMA SOLAR

- La formación del Sistema Solar.
- Segregación de los elementos y factores que la determinan.
- La Tierra como perteneciente al Sistema Solar.

2.2: QUÍMICA DE LA TIERRA

- Composición global de la Tierra. Diferenciación geoquímica.
- Clasificación geoquímica de los elementos.
- Criterios cristaloquímicos, químicos y termodinámicos de clasificación.

2.3: QUÍMICA DE LA CORTEZA TERRESTRE

- Composición química de la corteza terrestre. Abundancia y disponibilidad.
- Movilidad de los elementos en la corteza terrestre. Factores que la determinan.

BLOQUE 3: Hidrogeoquímica. Herramientas geoquímicas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1 *Aplicar la termodinámica al estudio de los equilibrios sólido-gas para determinar los dominios de existencia de óxidos, sulfuros y carbonatos, a la predicción de la posibilidad y sentido de una reacción, a la definición del dominio de estabilidad del agua en el medio natural y a la construcción de diagramas de predominancia pX B pZ .*
- 3.2 *Construir diagramas de existencia en función de presiones parciales y diagramas logarítmicos de concentración en función de pX para sistemas homogéneos y heterogéneos, incluidos los sistemas Red/Ox.*
- 3.3 *Construir diagramas de solubilidad, de predominancia en función de pX y $Eh-pH$.*
- 3.4 *Aplicar los diagramas de existencia para explicar la paragénesis de los principales minerales de Fe y Cu.*
- 3.5 *Aplicar los diagramas logarítmicos de concentración y los diagramas $Eh-pH$ al estudio del medio natural, de los procesos mineralúrgicos y de depuración.*
- 3.6 *Comprender y aplicar los factores de los que dependen los diagramas de existencia, logarítmicos de concentración y los diagramas $Eh-pH$.*

CONTENIDOS

3.1: DIAGRAMAS DE PRESIONES PARCIALES

- Cálculo de los dominios de existencia de los óxidos de un elemento en función de la presión parcial de oxígeno.
- Evolución de la atmósfera terrestre y su relación con los principales yacimientos de hierro y cobre.
- Cálculo de los dominios de existencia de los óxidos, carbonatos y sulfuros de un elemento en función de las presiones parciales del oxígeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.
- Aplicación de los diagramas de existencia para explicar paragénesis minerales.

3.2: DIAGRAMAS LOGARÍTMICOS DE CONCENTRACIÓN

- Predicción de las reacciones en disolución. Sistemas químicos y reacciones. Fuerza de un sistema.

- Sistemas que intercambian partículas X. El diagrama logarítmico.
- Sistemas $AX_n / AX_{n-m} / \dots / A$. Autorreacción.
- Sistemas heterogéneos.
- Sistemas Red/Ox.
- Interacciones entre sistemas.
- Aplicaciones y utilización de los diagramas logarítmicos de concentración.
- Diagramas de predominancia y diagramas de solubilidad.

3.3: DIAGRAMAS Eh-pH

- Cálculo de las ecuaciones de equilibrio en un medio complejo.
- Discriminación entre especies predominantes y no predominantes.
- Detección y tratamiento de los sistemas con autorreacción.
- Principales zonas del diagrama Eh-pH y su significado geoquímico.
- Factores de que depende el diagrama Eh-pH.
- Aplicación de los diagramas Eh-pH al estudio del medio natural y de los procesos industriales.
- Programas informáticos y sus problemas.

BLOQUE 4: Principios básicos de geoquímica isotópica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.1 *Comprender el diferente comportamiento químico de los isótopos estables de un mismo elemento.*
- 4.2 *Comprender los principales procesos de fraccionamiento isotópico.*
- 4.3 *Aplicar el conocimiento de la composición isotópica para diferenciar entre yacimientos de gas y de sulfuros de origen biológico y otros.*
- 4.4 *Aplicar la geoquímica isotópica en la resolución de problemas de hidrogeología.*
- 4.5 *Comprender los principales métodos de datación por isótopos radiactivos.*

CONTENIDOS

4.1: FRACCIONAMIENTO ISOTÓPICO

- Fundamento y procesos.
- Unidades de medida. Patrones.
- Aplicaciones en hidrogeología y en investigación de yacimientos.
- Diferencias entre productos de origen natural y sintético. Factores.

4.2: ISÓTOPOS RADIATIVOS

- Modelos de cálculo de edades y sus condiciones de contorno.
- Isocronas y curvas de concordia.
- Diferenciación geoquímica e isótopos radiactivos

BLOQUE 5: Fundamentos de geoquímica orgánica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.1 *Comprender los conceptos de >tipo= y >madurez=.*
- 5.2 *Comprender las transformaciones más importantes que sufre la materia orgánica durante la diagénesis, la catagénesis y la metagénesis.*
- 5.3 *Aplicar el diagrama de Van Krevelen para caracterizar el tipo y grado de madurez de la materia orgánica.*
- 5.4 *Conocer y comprender los principales índices utilizados en la caracterización de la materia orgánica.*
- 5.5 *Conocer y comprender los >fósiles geoquímicos= y sus posibilidades de aplicación.*

CONTENIDOS

5.1: ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

- Composición elemental en función del >tipo= y de la >madurez=.
- Principales transformaciones durante la diagénesis, la catagénesis y la metagénesis. Productos asociados.

5.2: HERRAMIENTAS

- Fundamento y aplicación del diagrama de Van Krevelen.
- Variaciones en la composición del gas, del kerógeno y del bitumen durante los procesos de madurez.
- Análisis del kerógeno. Interpretación de los resultados del análisis inmediato, elemental, y RockEval.
- Análisis del bitumen: interpretación de los diferentes índices (CPI, relación pristano/fitano).
- Fósiles geoquímicos.

BLOQUE 6: Introducción a la geoquímica ambiental

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 6.1 *Comprender los conceptos de esfera y ciclo biogeoquímicos.*
- 6.2 *Comprender la relación entre la abundancia relativa de los elementos en el agua del mar y su carácter esencial, no esencial o tóxico.*
- 6.3 *Comprender el concepto de Especiación y sus implicaciones en cuanto a la biodisponibilidad y toxicidad de un elemento.*
- 6.4 *Aplicar los diagramas logarítmicos de concentración y los diagramas Eh-pH al estudio de procesos de contaminación.*

CONTENIDOS

6.1: BIOGEOQUÍMICA

- Esferas geoquímicas en la superficie del planeta. La biosfera.
- Los ciclos geoquímicos de los elementos. Principales ciclos biogeoquímicos.
- Elementos esenciales y no esenciales. Relación con la composición química del agua oceánica.

6.2: DESARROLLO Y HERRAMIENTAS

- Especiación química.
- Biodisponibilidad y toxicidad.

BLOQUE 7: Quimiometría y principios básicos del análisis instrumental

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 7.1 Conocer los distintos aspectos que influyen en la elección de un determinado método de análisis.
- 7.2 Conocer los aspectos fundamentales del muestreo.
- 7.3 Comprender los diferentes métodos de preparación de la muestra y el concepto de especiación.
- 7.4 Comprender los principios básicos de la espectroscopía de absorción y de emisión.
- 7.5 Comprender el esquema general de los espectrofotómetros de Absorción Atómica (AAS), Emisión Atómica (AES), Ultravioleta-Visible (UV) e Infrarrojos (IR).
- 7.6 Comprender los fundamentos químico-físicos de la cromatografía y de la espectrometría de masas.
- 7.7 Conocer los campos de aplicación de las diferentes técnicas cromatográficas, solas o en conjunción con otras técnicas analíticas.
- 7.8 Conocer las aplicaciones de las diferentes asociaciones de la espectrometría de masas con otras técnicas analíticas.
- 7.9 Conocer los diferentes métodos analíticos que utilizan rayos X: fluorescencia de rayos X (XRF), difracción de rayos X (XRD), microscopio electrónico de barrido (SEM) y microsonda electrónica (MXA).
- 7.10 Conocer los campos de aplicación de cada una de las técnicas, sus ventajas e inconvenientes frente a otras técnicas de análisis.

CONTENIDOS:

7.1: TOMA Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

- Teoría de Visman para muestreo de materiales de granel.
- Relación entre varianza y reducción de la muestra.
- Extracción. Disgregación. Especiación.
- Principios básicos de la calibración.
- Conceptos de precisión, exactitud y límite de detección.

7.2: ABSORCIÓN ATÓMICA.

- Esquema básico de un equipo de Absorción Atómica.
- Fotometría de llama.
- Aplicaciones.

7.3: EMISIÓN ATÓMICA.

- Esquema básico de un equipo de Emisión de Plasma.
- Tipos de fuente y modos de excitación de la muestra.
- Emisión de Plasma– Espectrometría de Masas.
- Aplicaciones.

7.4: ULTRAVIOLETA VISIBLE.

- Especies químicas absorbentes: que contienen electrones σ , π y n, que contienen electrones d y f, por transferencia de carga.
- Instrumentación.
- Aplicaciones.

7.5: INFRARROJOS.

- Fundamentos del método. Cambios dipolares y tipos de vibraciones moleculares.
- Características de los equipos de infrarrojos. Instrumentación.
- Espectrofotómetros interferométricos.
- Aplicaciones e interpretación de los resultados.

7.6: CROMATOGRAFÍA.

- Tipos de cromatografía.
- Cromatografía de gases. Fundamentos y equipo. Detectores.
- Cromatografía de líquidos y cromatografía iónica.
- Aplicaciones.

7.7: ESPECTROMETRÍA DE MASAS.

- Fundamentos de la espectrometría de masas.
- El espectro de masas. Interpretación.
- Aplicaciones y conexión con otras técnicas.

7.8: ESPECTROFOTOMETRÍA DE RAYOS X

- Fundamentos. Ley de Bragg.
- Difracción de Rayos X
- Fluorescencia de Rayos X
- Aplicaciones e interpretación de resultados.
- Microscopio electrónico de barrido. Instrumentación. Aplicaciones y limitaciones.
- La microsonda electrónica.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- FLETCHER, P., 1993. Chemical Thermodynamics for earth scientists. Longman Scientific & Technical.
- KRAUSKOPF, K.B. y BIRD, D.K., 1995. Introduction to Geochemistry. 30 Ed. McGraw-Hill.
- LLAMAS, J.F. y DE MIGUEL, E., 1999. Apuntes de Geoquímica, ETSI Minas Madrid.
- LLAMAS, J.F. y DE MIGUEL, E., CANOIRA, L. 1998. Quimiometría y Métodos Instrumentales de Análisis. ETSI Minas, Madrid.
- MASON, B. y MOORE, C.B., 1982. Principles of Geochemistry. 40 Ed. John Wiley & Sons.
- SKOOG, D.; WEST, D., 1994. Análisis Instrumental. McGraw-Hill.
- WITHE, W.M., 1997. Geochemistry. (<http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/chapters.html>).

COMPLEMENTARIA:

- DEGENS, E.T., 1989. Perspectives on Biogeochemistry. Springer-Verlag.
- GARRELS, R.M. y CHRIST, C.L., 1965. Solutions, Minerals, and Equilibria. Harper & Row.
- INGAMELLS, C. Y PITARD, F., 1986. Applied Geochemical Analysis. Wiley Interscience.
- MILLER, J.C. y MILLER J.N., 1993. Statistics for Analytical Chemistry. Ellis Horwood PTR Prentice Hall.
- SELBIN, J., 1973. The Origin of the Chemical Elements, 1 y 2. J. Chem. Educ. 50, 306-310 y 380-387.
- TISSOT, B.P. y WELTE, D.H., 1978. Petroleum Formation and Occurrence. Springer-Verlag.
- VICENTE, S. de, 1979. Química de las disoluciones: diagramas y cálculos gráficos. Alhambra.

c) *PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS*

Realización de un proyecto en grupos de 3 a 5 alumnos. Elección libre (supervisada) del objeto del proyecto por parte de los alumnos. Duración y organización del trabajo: flexible.

Realización individual de un trabajo de curso.

Relación de contenidos

Cualquiera de los del curso

Lugar de realización

Campo, laboratorio y aula

d) *PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN*

Los alumnos, de acuerdo con el profesorado, deberán elegir un elemento y llevar una libreta donde aplicarán la teoría y realizarán todos los ejercicios aplicándolos a su elemento.

Los alumnos, en pequeños grupos, realizarán su proyecto de prácticas que deberán exponer ante el gran grupo.

Los alumnos que hayan cumplido los dos requisitos anteriores realizarán un ejercicio teórico-práctico al final del curso.

La calificación será la resultante del ejercicio teórico-práctico. En el caso de que el alumno no supere la prueba, tendrá la oportunidad de mejorar su calificación realizando un ejercicio de aplicación de las partes que no haya superado a partir de los resultados reales obtenidos en su proyecto de prácticas. En aquellos casos en los que el alumno supere la prueba, la calificación será corregida al alza en función de los resultados obtenidos en la libreta y en el proyecto de prácticas.