



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

GEOQUÍMICA

Curso : 3^o
Cuatrimestre : 2^o
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 1,7
Prácticos : 2,8

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 1999.09.20

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 Hertzsprung-Russell.
- Formación de los elementos en las estrellas de primera generación. Combustión del H y del He. Procesos “ α ” y “ ϵ ”
- Formación de los elementos en las estrellas de segunda generación. Procesos “s”.
- Explosión de supernova. Procesos “r” y “p”.
- Origen del Li, Be y B. Procesos “x”.

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 cristalocquímicos, 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 cristalocquímicos, 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. Factor β .

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 Rock-Eval.
- 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 Aespeciación \cong 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.

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.
- MASON, B. y MOORE, C.B., 1982. Principles of Geochemistry. 40 Ed. John Wiley & Sons.
- 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.
- 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.