

Curso de Geoquímica
Posgrado en Ciencias de la Tierra
UNAM

Profesor:

Dr. Raymundo G. Martínez Serrano

Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: rms@geofisica.unam.mx

Horario

Martes y Jueves de 10:00 a 12:00

Período de clases

Del 5 de agosto al 22 de noviembre de 2019

≈ 30 clases

Objetivos del Curso

- Revisar los últimos conceptos sobre la evolución del Sistema Solar y la Tierra, basados en el conocimiento de los procesos químicos que operan en materiales planetarios.
- Revisar y discutir los conceptos termodinámicos básicos, los cuales son necesarios para la comprensión de los procesos geoquímicos que ocurren en diferentes sistemas naturales.
- Proporcionar los fundamentos necesarios para la identificación y caracterización de los principales controles químicos que definen la distribución de los elementos químicos en diversos sistemas naturales.
- Identificar y describir los fundamentos de las principales técnicas analíticas que se utilizan en Ciencias de la Tierra para la obtención de datos químicos.
- Presentar y discutir los fundamentos en los cuales se basan los métodos de fechamiento isotópico y del fraccionamiento isotópico aplicados a problemas sobre procedencia genética de materiales, mostrando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

TEMARIO

INTRODUCCIÓN

Definición de Geoquímica

Historia de la Geoquímica

Etapas en un estudio Geoquímico

I. ESQUEMA COMPOSICIONAL DEL UNIVERSO Y DE LA TIERRA

I.1 Abundancias cósmicas de los elementos y nucleosíntesis

I.2 Características de los meteoritos: definición, clasificación, origen y utilidad geoquímica.

I.3 Composición de la Luna

I.4 Composición de la Tierra

II. FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS

II.1 Introducción

II.2 Definiciones termodinámicas (sistema, frontera, fase, componente, tipos de sistemas)

II.3 Estados y funciones de estado (P, T, E, V, H, S, etc)

II.4 Primera Ley (energía interna (E), entalpía (H), trabajo (w), calor (Q))

II.5 Capacidad calorífica a presión (ΔC_p) o volumen constante ΔC_v)

II.6 Segunda Ley (entropía, S).

**Combinación de la primera y segunda ley de la termodinámica
Energía Libre de Gibbs (ΔG) y Energía libre de Helmholtz (ΔF).**

II.7 Tercera Ley

II.8 Termodinámica de soluciones

Definiciones: mezcla, solución, solubilidad, solución saturada, solución ideal

Ley de los gases ideales (ley de Raoult y ley de Henry)

Solución real (fuerza iónica, coeficiente de actividad)

Propiedades molares y potencial químico

Fugacidades, actividades y estados estándares

II.9 Oxidación – reducción y escala pH

II.10 Equilibrio Mineral (constantes de equilibrio)

Diagramas de equilibrio (regla de las fases, diagramas de fases)

Diagramas pe-pH

III. TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EN ROCAS, MINERALES Y DIVERSOS FLUIDOS

III.1 Métodos analíticos:

Difracción de Rayos X

Absorción atómica

Fluorescencia de Rayos X

ICP-MS

Activación de Neutrones

Microsonda electrónica y Microscopio electrónico de barrido

Espectrometría de masas

PIXE

otros...

III.2 Historia y fundamentos físicos de cada método

III.3 Preparación de muestras y obtención de resultados

III.4 Ventajas y desventajas de cada método

IV. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS (ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS)

IV.1. Introducción

Presentación de datos analíticos de rocas y minerales

Elementos mayores, menores y traza

Ejemplos de resultados analíticos

IV.2 Series de rocas

IV.3 Tratamiento de datos geoquímicos (estadística)

IV.4 Variación de elementos durante el fraccionamiento magmático

IV.5 Coeficiente de partición

IV.6 Emanaciones volcánicas e hidrotermales

IV.7 Metamorfismo y metasomatismo

IV.8 Controles estructurales en la distribución de elementos

Estructura cristalina (cristaloquímica de piroxenos, espinelas, otros minerales)

Substitución atómica e isotipismo

Relación radio iónico – carga (elementos de Tierras Raras, LIL, HFS)

Efectos de campos cristalinos

Silicatos fundidos (elementos formadores y modificadores de la estructura)

IV.9 Controles cinéticos en la distribución de elementos

Difusión y nucleación

V. GEOQUÍMICA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

V.1 Introducción

Abundancia de las rocas sedimentarias (areniscas, lutitas y rocas carbonatadas)

V.2 Características geoquímicas de areniscas

V.3 Características geoquímicas de las calizas

V.4 Características geoquímicas de las lutitas

V.5 Intemperismo químico

V.6 Diagénesis

V.7 Evaporitas y salmueras

VI. INTRODUCCIÓN A LA GEOQUÍMICA ISOTÓPICA

VI.1 Introducción

Historia de la Geoquímica isotópica

Estructura interna del átomo (isótopo, isóbaro, isótono)

Métodos de separación de isótopos (químicos y físicos)

VI.2 Isótopos estables

Abundancia relativa de algunos isótopos estables

Fraccionamiento isotópico

Isótopos de O, H, C, S: Principales aplicaciones y ejemplos

VI.3 Isótopos radioactivos

Principios generales del decaimiento radioactivo

VI.4 Sistemas isotópicos y geocronología

K-Ar

Rb-Sr

Sm-Nd

U-Th-Pb

Trazas de fisión

VI.5 Aplicaciones petrogenéticas de métodos isotópicos.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ALBARÈDE, F.** and **A.W. HOFMAN.** 2003. "**Geochemistry: An Introduction**". Cambridge University Press, 262 p.
- ALLÈGRE, J. C.** 2008. "**Isotope Geology**". Cambridge University Press, 512p.
 - BARNES, H. L.** 1979. "**Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits**". New York Wiley, 798p.
 - BROWNLOW, A. H.** 1979. "**Geochemistry**". Prentice Hall, 580p.
- COX, K.G., BELL, J. D.** and **PANKHURST, R. J.** 1979. "**The Interpretation of Igneous Rocks**". George Allen and Unwin, London, 450p.
- DICKIN, A. P.** 1995. "**Radiogenic Isotope Geology**". Cambridge University press, 452p.
- FAURE, G.** 1986. "**Principles of Isotope Geology**". J. Wiley, 589p.
- FAURE, G.** 1997. "**Principles and Applications of Geochemistry**" (2ed Edition). Prentice Hall 2nd edition, 625 p.
- FAURE, G.** and **MENSING, T.M.** 2004. "**Isotopes: Principles and Applications**". Wiley 3er edition, 928p.
- FLETCHEER, P.** 1993. "**Chemical Thermodynamics for Earth Scientists**". Geochemistry Series. Longman Scientific & Technical, 464p.
- GARRELS, R. M.** and **CHRIST, CH. L.** 1965. "**Solutions, Minerals, and Equilibria**" Harper Internacional, 450p.
- GEYH, M.A.** and **SCHLEICHER, H.** 1990. "**Absolute Age Determination**". Springer-Verlag, 503p.
 - GILL, R.** 1989. "**Chemical Fundamentals of Geology**". London, UNWIN HYMAN, 291p.
- HENDERSON, P.** 1984. "**Rare Earth Element Geochemistry: Development in Geochemistry**", Elsevier, 510p.
- HENDERSON, P.** 1986. "**Inorganic Geochemistry**". Pergamon Press, 353p.
 - HOEFS, J.** 1987. "**Stable Isotope Geochemistry**", Berlin, New York, Springer, 241p.
- NORDSTROM, D. K.** and **MUNOZ, J. L.** 1985. "**Geochemical Thermodynamics**". The Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc, 477p.
- ROLLINSON, H. R.** 1992. "**Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation**". LongmanScientific and Technical, John Wiley & sons, Inc. New York, 352p.
- **RINGWOOD, A. E.** 1979. "**Origin of the Earth and Moon**". Springer-Verlag, 295p.
 - **WALTHER, J. V.** 2005. "**Essentials of Geochemistry**". P. Jones and Bartlett Publishers, 704p.