

32

24a.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
Y MUSEO**

**PROGRAMAS**

AÑO 1980

Cátedra de GEOQUIMICA

Profesor Dr. Julio C. MERODIO



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
Y MUSEO DE LA PLATA

CATEDRA DE GEOQUIMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD de CIENCIAS NATURALES  
Y MUSEO

ENTRADA

N°

16857

Fecha

16 / XI / 79

La Plata, 14 de noviembre de 1979.

Sr. Decano  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Dr. Jorge O. Kilmurray  
S/D

De mi mayor consideración:

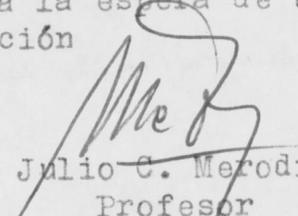
Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de elevarles para su consideración un programa analítico teórico y práctico de la asignatura Geoquímica que se dicta para los alumnos de la carrera de Geología, y en el que se han introducido algunas modificaciones respecto del que se encuentra actualmente en vigencia.

La experiencia acumulada a través de estos años ha mostrado la necesidad de proceder a ajustar algunos aspectos esenciales que se desarrollan en la materia, con el objeto de poder transmitir al alumno un conocimiento más real y actualizado de los problemas de la Geoquímica.

De este modo se incluye en el nuevo programa una bolilla de Geología Isotópica, en la que se exponen los fundamentos de los métodos radimétricos más importantes que se emplean en la actualidad. Asimismo se refuerzan algunos temas inherentes a los principios fisicoquímicos en los se apoya el desarrollo del conocimiento geoquímico moderno, tales como la Termodinámica incluyéndose el concepto de potencial químico y el correspondiente a equilibrio de fases con nuevos ejemplos de diagramas de fases. También el tema de Geoquímicas de rocs igneas se ve actualizado con un desarrollo más pormenorizado de diagramas de variación y cálculos de normas.

Por otra parte, la experiencia también ha mostrado la poca efectividad de la enseñanza de los principios de la Química Analítica Cuantitativa, toda vez que, para que la misma sea realmente eficiente debe ser desarrollada como asignatura independiente, dándole el número suficiente de horas teóricas y prácticas que aquí no se le puede asignar. Todo lo contrario se verifica con la Química Analítica Cualitativa, de contenido relativamente corto y que resulta de suma utilidad para interpretar el comportamiento de los iones en los medios naturales. En función de estas conclusiones en el programa que se eleva a su consideración, se ha excluido el tema de la Química Analítica Cuantitativa, manteniéndose sí, el de la Cualitativa.

Sin otro particular y a la espera de una resolución favorable lo saludo con mi mayor consideración

  
Dr. Julio C. Merodio  
Profesor

DEP. DESPACHO, 16 de noviembre de 1979.

Pase a dictamen de la Comisión de Enseñanza.

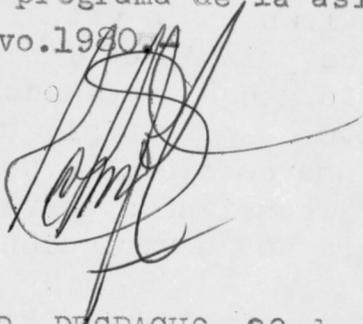
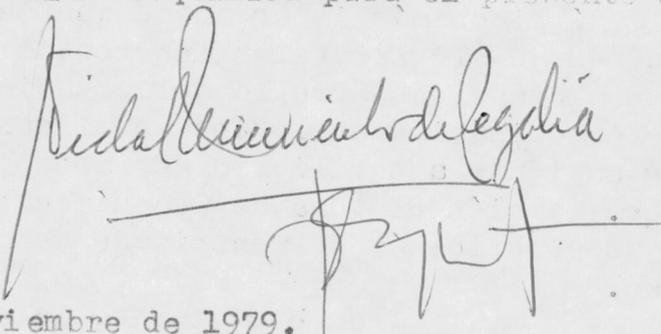
  
DRA. ALICIA ELENA GALLEGO  
SECRETARIO ASUNTOS ACADEMICOS

  
DR. JORGE O. KILMURRAY  
DECANO

COMISION DE ENSEÑANZA, 29 de noviembre de 1979.

Señor Decano: el programa

Vuestra Comisión de Enseñanza os aconseja aprobar el programa de la asignatura Geoquímica para el presente año lectivo. 1980-81

  
  
Pedro Guerrero de Legaria

DEP. DESPACHO, 29 de noviembre de 1979.

Visto el dictamen que antecede, apruébese el mismo. Pase a conocimiento y efectos de la Dirección de Enseñanza; cumplido, gírese a la Biblioteca para que tome debida nota de la lista bibliográfica y archívese.-

  
DRA. ALICIA ELENA GALLEGO  
SECRETARIO ASUNTOS ACADEMICOS

  
DR. JORGE O. KILMURRAY  
DECANO



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
Y MUSEO DE LA PLATA

CATEDRA DE GEOQUIMICA

Corresponde al Expediente N° 16867

Cde. N° 90000

La Plata, 17 de marzo de 1980.

Sr. Decano  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Dr. Jorge O. Kilmurray  
S/D

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de elevarle el programa teórico y práctico de la asignatura GEOQUIMICA a dictarse en el corriente año, así como la bibliografía correspondiente, ambos por duplicado.

Al mismo tiempo le hago saber que el curso teórico y los trabajos prácticos se desarrollarán en el área de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Exactas, como se ha venido haciendo durante todos los años anteriores, y con el siguiente horario:

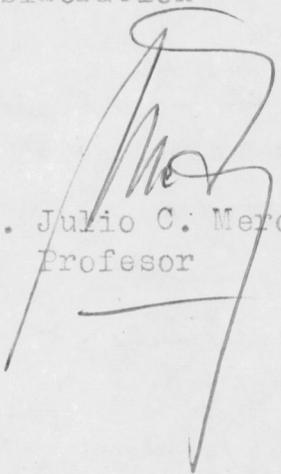
CURSO TEORICO

Lunes y miércoles de 14.00 a 16.00 horas

TRABAJOS PRACTICOS

Lunes y miércoles de 16.00 a 20.00 horas.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para saludar a Ud. con mi consideración

  
Dr. Julio C. Merodio  
Profesor

DEP. DESPACHO, 19 de marzo de 1980

Pase a dictamen de la Comisión de Enseñanza.

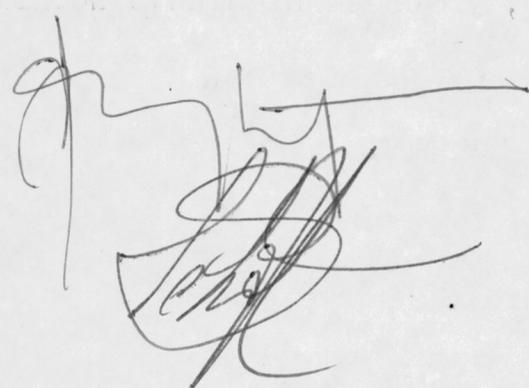
  
DRA. ALICIA ELENA GALLEGO  
SECRETARÍA ASUNTOS ACADÉMICOS

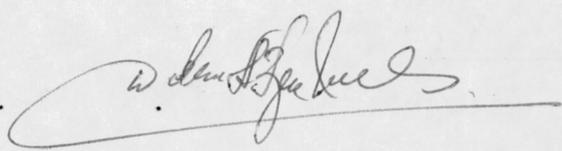
  
DR. JORGE O. KILMURRAY  
DECANO

COMISION DE ENSEÑANZA, 26 de marzo de 1980.

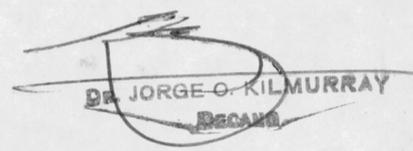
Señor Decano:

Vuestra Comisión de Enseñanza os aconseja aprobar el programa de la asignatura Geoquímica para el presente año lectivo.

  
DEP. DESPACHO, 26 de marzo de 1980.

  
Visto el dictamen que antecede, apruébese el mismo. Pase a conocimiento y efectos de la Dirección de Enseñanza; cumplido, gírese a la Biblioteca para que tome debida nota de la lista bibliográfica y ARCHÍVESE.--

  
DRA. ALICIA ELENA GALLEGO  
SECRETARÍA ASUNTOS ACADÉMICOS

  
DR. JORGE O. KILMURRAY  
DECANO

# GEOQUIMICA

## CURSO TEORICO

- 1.- INTRODUCCION. Definición; objetivos. Disciplinas auxiliares. La Tierra y el sistema solar. Abundancia de los elementos en el Cosmos: ley de Goldschmidt y de Oddo-Harkins. Origen de los elementos. Estabilidad de los nuclidos. Estructura y composición geoquímica de la Tierra: corteza, manto y núcleo. Clasificación geoquímica de los elementos. Ciclo geoquímico.
- 2.- CRISTALOQUIMICA. Sólidos cristalinos. Tipos de unión: cristales iónicos y covalentes. Tamaño de los iones y número de coordinación. Regla de la relación de los radios. Fuerza de polarización. Energía de retículo cristalino. Potencial iónico. Electronegatividad. Unión metálica y de van del Waals. Isomorfismo; sustitución y polimorfismo. Estructura cristalina de silicatos.
- 3.- EQUILIBRIO QUIMICO EN SISTEMAS HOMOGENEOS. Ley de acción de masas. Velocidad de una reacción química y constante de equilibrio. Principio de Lechatelier. Equilibrio químico en sistemas homogéneos: el agua; sus propiedades físicas y químicas; disociación. Concepto de pH. Ácidos y bases. Constante de disociación de ácidos y bases débiles. Hidrólisis. Sistemas reguladores. Efecto de ión común. Ejemplos de interés geológico: efecto regulador del agua de mar.
- 4.- EQUILIBRIO QUIMICO EN SISTEMAS HETEROGENEOS. Sustancias poco solubles. Solubilidad y producto de solubilidad. Soluciones saturadas. Factores que modifican la solubilidad: temperatura, efecto de ión común, efecto salino, etc. Concepto de fugacidad y actividad. Fuerza iónica. Ejemplos de precipitados: solubilidad del carbonato de calcio en agua pura y en agua de mar. Condiciones de precipitación de calizas. Formación de toscas.
- 5.- TERMODINAMICA. Principio de la conservación de la energía: primera ley de la Termodinámica; energía interna y trabajo máximo. Entalpía. Segunda ley de la Termodinámica: irreversibilidad de los procesos espontáneos. Entropía y energía libre. Potencial químico. Condiciones de equilibrio y criterio de transformación espontánea. Relación entre la energía libre y la constante de equilibrio. Tercera ley de la Termodinámica. Ecuación de Clapeyron. Cambios de la constante de equilibrio con la temperatura: ecuación de Van't Hoff.
- 6.- GEOLOGIA ISOTOPICA. Isótopos estables e inestables. Mecanismos de decaimiento. Principios de la datación radimétrica. Métodos radimétricos: rubidio-estroncio; potasio-argón; uranio-plomo y neodimio-samario. Isocronas y errocronas. Isótopos estables: oxígeno; azufre y carbono. Fraccionamiento. Paleotermometría. Fraccionamiento biogénico. Aplicaciones.
- 7.- GEOQUIMICA DE ROCAS IGNEAS (I). Clasificación de rocas igneas desde el punto de vista geoquímico. Composición química y mineralógica: minerales félsicos y máficos, esenciales, accesorios y secundarios. Cristalización de magmas: Principio de Reacción de Bowen; series de reacción continua y discontinua. Propiedades características. Casos particulares

- 8.- GEOQUIMICA DE ROCAS IGNEAS (II). Equilibrio de fases. Regla de las fases: concepto de fase y número de componentes; grado de libertad. regla mineralógica de las fases. Sistema de un componente (agua) y de dos componentes sólido-fundido. Diagramas de fases. Soluciones sólidas y sistemas eutécticos. Sistemas binarios con punto de fusión congruente e incongruente. Sistemas de tres componentes; diagramas triangulares. Eutéctico ternario, mínimos térmicos y líneas cotécticas. Sistemas de cuatro componentes; su representación. Ejemplos de interés geológico: diagramas de cristalización de silicatos componentes de magmas.
- 9.- GEOQUIMICA DE ROCAS IGNEAS (III). Distribución de elementos mayoritarios y minoritarios. Diagramas de variación. Sistema petrogénico residual. Origen de rocas granitoides. Estadios finales de cristalización magmática: teoría de formación de aplitas, pegmatitas y depósitos hidrotermales.
- 10.- GEOQUIMICA DE ROCAS SEDIMENTARIAS (I). Definiciones. Diagrama del ciclo menor. Clasificación geoquímica de sedimentos. Composición química y mineralógica de rocas sedimentarias. Secuencia de alteración: Serie de estabilidad de Goldich. Factores que afectan la estabilidad de los minerales.
- 11.- GEOQUIMICA DE ROCAS SEDIMENTARIAS (II). Factores fisicoquímicos del proceso sedimentario. Función del pH y aplicación del concepto de potencial iónico. Electroquímica: concepto de oxidación y reducción. Electroodos. Potenciales normales y serie electroquímica de los elementos. Convención de signos. Energía libre y potencial de electrodo. Ecuación de Nernst. Diagramas Eh-pH. Ejemplos de interés geológico.
- 12.- GEOQUIMICA DE ROCAS SEDIMENTARIAS (III). Factores fisicoquímicos del proceso sedimentario. Estado coloidal: definiciones y clasificación. Propiedades. Factores de estabilidad. Fenómenos de adsorción. Coagulación y peptización. Intercambio iónico. Procesos de meteorización química: solubilización, hidratación, ataque por ácidos, oxidación y hidrólisis. Meteorización de rocas: ejemplos. Formación de arcillas y suelos lateríticos.
- 13.- GEOQUIMICA DE ROCAS METAMORFICAS. Definición. Causas del proceso y tipos de metamorfismo. Composición química y mineralógica de las rocas metamórficas. Diagrama ACF: aplicaciones. Fundamentos fisicoquímicos del metamorfismo: factores termodinámicos y equilibrio de fases. Reacciones acopladas y nociones del principio de las facies. Ejemplos de transformaciones metamórficas.
- 14.- HIDROSFERA Y ATMOSFERA. Composición del agua de mar y de las aguas terrestres. Balance geoquímico de las sustancias disueltas. Génesis y evolución de los océanos. Ejemplos de evaporitos: evaporación del agua de mar. Reglas de cristalización de mezclas de sales. Diagrama de Janecke.  
Composición química de la atmósfera: componentes constantes y variables. Tropósfera, estratósfera y ionósfera. Génesis y evolución de la atmósfera: atmósfera primordial y adiciones y pérdidas atmosféricas.
- 15.- BIOSFERA. Definición y composición química. Depósitos biogénicos: caustobiolitos y acaustobiolitos. Origen de la hulla y del petróleo. Composición química. Contenido de elementos minoritarios en depósitos biogénicos. Ciclo geoquímico del carbono.

- 16.- PROSPECCION GEOQUIMICA. Definiciones. Principios básicos; el medio geoquímico; movilidad iónica en diferentes medios. Asociaciones de elementos y dispersiones. Modelos de distribución geoquímica: concepto de umbral y anomalía geoquímica. Dispersión primaria y secundaria. Selección de la zona de exploración y de los materiales de muestreo. Métodos de prospección: litogeoquímicos, hidroggeoquímicos, biogeoquímicos y atmosgeoquímicos. Estudios preliminares. Principios generales de la etapa de exploración de reconocimiento y de prospección de detalle.
- 17.- GEOQUIMICA ANALITICA (I). Objeto de la química analítica. Clasificación. Vías del análisis químico. Toma y preparación de la muestra: trituración, pulverización, cuarteo, etc. Ensayos preliminares. Solubilización de sustancias: disolución y disgregación. Tipos de disgregantes y aplicaciones geoquímicas más importantes.
- 18.- GEOQUIMICA ANALITICA (II). Análisis químico cualitativo. Esquema general de análisis. Marcha sistemática. Identificación de los cationes del primero, segundo y tercer grupo: plata, plomo, mercurio(I), hierro, cobalto, níquel, cobre, manganeso, mercurio(II), aluminio, estaño, cinc y molibdeno. Reacciones generales.
- 19.- GEOQUIMICA ANALITICA (III). Análisis químico cualitativo. Marcha sistemática. Identificación de los cationes del cuarto y quinto grupo: calcio, estroncio, bario, magnesio, sodio, potasio y amonio. Reacciones generales.
- 20.- GEOQUIMICA ANALITICA (IV). Análisis químico cualitativo. Identificación de aniones. Reacciones para la detección de los principales aniones de interés geológico: carbonatos, sulfuros, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, silicatos, fluoruros y boratos.

### TRABAJOS PRACTICOS

#### PROBLEMAS.

- 1.- Equilibrio químico en sistemas homogéneos (I). Resolución de problemas numéricos sobre pH, disociación de ácidos y bases débiles y grado de disociación. Cálculo de la constante de equilibrio. Aplicaciones de interés geológico.
- 2.- Equilibrio químico en sistemas homogéneos (II). Resolución de problemas referentes a soluciones reguladoras y efecto de ión común. Hidrólisis. Aplicaciones de interés geológico.
- 3.- Equilibrio químico en sistemas heterogéneos. Resolución de problemas de solubilidad y producto de solubilidad. Orden de precipitación. Solubilidad en función de factores fundamentales del medio geológico: pH, temperatura, efecto de ión común y efecto salino.
- 4.- Estequiometría y factor gravimétrico. Ejercicios relativos a la determinación de las relaciones estequiométricas. Uso del concepto de factor gravimétrico. Su aplicación a la expresión de resultados.

- 5.- Termodinámica (I). Resolución de problemas numéricos y discusión de temas teóricos fundamentales referentes a la primera ley de la Termodinámica. Entalpía. Calor de reacción y de formación. Cálculos.
- 6.- Termodinámica (II). Problemas referentes a temas de la segunda y tercera ley de la Termodinámica. Entropía y energía libre. Relación de la constante de equilibrio con la energía libre. Entropía de formación y de reacción.
- 8.- Fórmulas químicas de minerales. Significado cuantitativo de las fórmulas químicas de los minerales y rocas. Expresión porcentual en elementos y óxidos.
- 9.- Interpretación de análisis (I). Procedimiento de cálculo de transformación de la composición química elemental o en óxidos a la fórmula de un mineral.
- 10.- Interpretación de análisis (II). Procedimiento de cálculo para la conversión de la composición porcentual de una roca en su composición mineralógica: desarrollo de normas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.
- 11.- Diagramas de variación, Construcción de diferentes diagramas de variación. Manejo de variables: composición química porcentual y composición mineral normativa. Análisis de distintos modelos de variación con tendencias evolutivas.
- 12.- Equilibrio de fases (I). Aplicaciones de la regla de las fases a sistemas de uno y dos componentes, con ejemplos extraídos fundamentalmente de los procesos de cristalización magmática. Construcción de diagramas de equilibrio. Mezclas eutécticas y soluciones sólidas.
- 13.- Equilibrio de fases (II). Aplicación de la regla de las fases a sistemas de tres componentes. Diagramas de equilibrio. Cálculo del grado de libertad y del número de fases.
- 14.- Electroquímica. Ejercicios referentes al desarrollo de ecuaciones de óxido-reducción. Cálculos de potenciales normales de electrodos y pilas. Problemas referentes al cálculo de las constantes de equilibrio en función de los potenciales normales. Determinación de relaciones de especies oxidadas a reducidas según condiciones del medio geológico.
- 7.- Geología isotópica. Ejemplos de transmutaciones nucleares. Construcción de isocronas. Cálculos de edades. Determinación de relaciones isotópicas.

#### LABORATORIO

- 1.- Primer grupo de cationes. Separación e identificación de los cationes plata, plomo y mercurio(I). Comportamiento frente a reactivos generales.
- 2.- Segundo grupo de cationes. Principales reacciones de separación e identificación de los cationes hierro, cobalto, níquel, cobre, manganeso y mercurio(II).
- 3.- Tercer grupo de cationes. Reacciones generales y de identificación de los cationes aluminio, cinc, estaño y molibdeno. Separaciones.

- 4.- Cuarto y quinto grupo de cationes. Separación e identificación de los cationes calcio, estroncio, bario, magnesio, sodio, potasio y amonio. Comportamiento frente a reactivos generales.
- 5.- Identificación de aniones. Caracterización de los principales aniones de interés geológico: carbonatos, sulfuros, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, silicatos, fluoruros y boratos.
- 6.- Análisis químico cualitativo de muestra sólida. Identificación de los componentes catiónicos y aniónicos de una roca. Aplicaciones de reacciones específicas. Ataque de la muestra.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bard, A.J. (1970). "Equilibrio Químico". Harper y Row Publishers Inc. New York.
  - 2.- Barrow, G.M. (1968). "Química Física". Ed. Reverté. S.A. Barcelona.
  - 3.- Burriel, F., Lucena, F. y Arribas, S. (1963). "Química Analítica Cualitativa". Paraninfo, Buenos Aires.
  - 4.- Charlot, G., Bezier, D. y Gaugin, R. (1954). "Rapid detection of cation". Chemical Publishing Comp. Inc. New York.
  - 5.- Degens, E.T. (1965). "Geochemistry of Sediments: a brief survey". D. Van Nostrand Comp. Inc, New York.
  - 6.- Ehlers, E.G. (1972). "The interpretation of geological phase diagrams". Freeman.
  - 7.- Faure, G. (1977). "Principles of Isotope Geology". John Wiley and Sons.
  - 8.- Garrels, M.R. (1965). "Minerals, Solutions and Equilibria". Harper and Row, Publishing Inc. New York.
  - 9.- Gilreath, E. (1960). "Análisis Cualitativo". Ed. Del Atlántico S.A. Buenos Aires.
  - 10.- Glasstone, S. (1950). "Elementos de Fisicoquímica". Ed. Médico-Quirúrgica, Buenos Aires.
  - 11.- Goldschmidt, V.M. (1954). "Geochemistry". Claredos Press. Oxford.
  - 12.- Hawkes, H.E. y Webb, J.S. (1962). "Chemistry in Mineral Exploration". Harper and Row, Publishers, New York.
  - 13.- King, E. (1959). "Qualitative Analysis and Electrolitic Solutions". Harcourt Brace and World, Inc., New York.
  - 14.- Krauskopf, K. (1967). "Introduction to Geochemistry". Mc-Graw Hill Co New York.
  - 15.- Mason, B. (1960). "Principios de Geoquímica". Ed. Omega, Barcelona.
  - 16.- Brownlow, A.H. (1979). "Geochemistry". Prentice-Hall, Inc. N.J.
  - 17.- O'Nions, R.K. (1979). "Geochemical and Cosmochemical Applications of Nd- Isotope Analysis". An. Rev Earth Planet. Sc. 7, 11-38.
  - 18.- Rankama, K. y Sahama, G. (1962). "Geoquímica".. Aguilar, Madrid.
  - 19.- Ringwood, A.E. (1979). "Origen of the Earth and Moon". Springer- Verl
  - 20.- Wood, B.J. y Fraser, D.G. (1978). "Elementary Thermodynamic for Geologist". Oxford University Press.
-