

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева
Сибирского отделения Российской академии наук

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА

по специальности 25.00.09

«Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых»

Утверждено Ученым Советом
Института геологии и минералогии
Протокол № 12 от 31.10.2012 г.
Ученый секретарь совета, к.г.-м.н.
Н.С. Тычков



Новосибирск

1. ТЕРМОДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.

А. Общие сведения.

Термодинамические потенциалы. Неидеальность поведения природных систем. Активность, фугитивность, химический потенциал, выбор стандартного состояния. Избыточные молярные свойства. Закрытые и открытые системы.

Б. Термодинамика флюидных систем.

Уравнения состояния флюидов и их смесей. Свойства воды как основного компонента природных флюидов при высоких температурах. Модельная система H_2O-CO_2-NaCl .

Определение летучести компонентов флюидов. Равновесия растворов с паром. Критический переход жидкость-газ. Межмолекулярные взаимодействия. Потенциалы отталкивания.

В. Термодинамика твердых растворов. Фазы переменного состава. Классификация изоморфизма. Избыточные функции смешения твердых растворов. Основные классы моделей растворов. Уравнения состояния твердых растворов. Расчет термодинамических свойств растворов.

2. ГЕТЕРОГЕННЫЕ ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ.

А. Общие сведения.

Зависимость термодинамических констант равновесия от температуры. Представления зависимости теплоемкости от температуры. Влияние давления на константу равновесия. Уравнение состояния Дебая для твердых тел. Константа Грюнвальдена и ρdv . Учет влияния давления на константы равновесия с участием растворенных веществ. Понятие о минеральных буферах и их роль в теоретическом анализе условий минералообразования и петрогенезиса.

Б. Ионные равновесия. Уравнения Нернста и диаграммы Эд-рин.

Ионная сила раствора и учет влияния концентрации ионов через коэффициенты активности. Уравнения Дебая-Гельмгольца и Питнера. Область электрохимической устойчивости воды. Летучесть кислорода-универсальный способ описания окислительных условий в водных растворах и расплавах. Равновесия при участии кинетически-замедленных процессов.

лексобразования. Ступенчатые равновесия в растворе.

Возможные типы термодинамических диаграмм с участием воды и других летучих компонентов (в координатах: P - $\ln a_{H_2O}$, P - T , P - $\ln a_{CO_2}$ и др.).

Б. Термодинамическое моделирование на ЭВМ геотермодинамических процессов. Метод минимизации свободной энергии и алгоритмы возможных решений. Банки и базы термодинамических данных. Способы согласования термодинамических величин и причины возможных погрешностей. Геотермобарометрия. Графический анализ и фазовые диаграммы.

3. КИНЕТИКА И ДИНАМИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

А. Законы скорости химических реакций. Гетерогенные реакции. Формальная кинетика. Механизмы химических реакций. Последовательные, параллельные реакции. Лимитирующая стадия. Температурная зависимость скорости реакции. Энергия активации. Теория переходного состояния. Компенсационный закон.

Б. Скорости реакций минерал-флюид. Отношение вода-порода как фактор минерального равновесия. Порододоминирующий и флюидодоминирующий режимы. Химическое сродство и степень прохождения реакции. Метод последовательных реакторов как выражение принципа локального равновесия.

В. Дефекты в минералах и механизм диффузионного массопереноса в твердом веществе. Диффузионные процессы и методы их изучения в гетерогенных минеральных системах. Законы Фика. Моделирование динамики геохимических процессов и элементы теории подобия.

4. ГЕОХИМИЯ МАГМАТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.

Свойства и структура расплавов (термодинамический аспект). Растворимость летучих компонентов в расплавах. Влияние температуры, давления и состава расплава на закономерности растворения H_2O и CO_2 . Относительная растворимость газов в силикатных расплавах. Важнейшие фазовые диаграммы магматических систем, в том числе с летучими компонентами.

Роль флюидов в вулканическом процессе. Ретроградное кипение и взрывной вулканизм. Исследование условий происхождения магматических пород с помощью включений в минералах. Влияния летучих компонентов на ликвидацию магматических магм и фракционную кристаллизацию.

5. ГЕОХИМИЯ ПРОЦЕССОВ МЕТАМОРФИЗМА И МЕТАСОМАТ БА.

Экспериментальное и теоретическое изучение метаморфизма систем. Метаморфические реакции и изограды. Кинетика метаморфизма. Деформация пород. Природа метаморфического флюида. Взаимодействие флюида с горными породами.

Диффузионный и инфильтрационный метасоматоз. Теория метасоматической зональности; типы метасоматических пород.

6. ГЕОХИМИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.

Процессы в зонах зарождения рудообразующих растворов: ионный обмен, экстракция. Формы миграции петрогенных и рудных элементов к зонам отложения. Типы геохимических барьеров: температурный, барический, кислотно-щелочной, окислительно-восстановительный и др. Физико-химические условия осаждения жильных (кварц, карбонаты, сульфаты, флюрит и др.) и рудных минералов (оксиды, вольфраматы и др. кислородные соли, сульфиды, золото и др. самородные элементы).

7. МЕТОДЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Относительные коэффициенты концентрирования элементов как геохимические индикаторы. Критерии представительности геохимических проб. Современные методы исследования горных пород и руд. Методы геохимических поисков месторождений полезных ископаемых.

8. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ.

Вычисление сумм значений, выборочного среднего, выборочного стандартного отклонения, минимального и максимального значений. Вычисление коэффициентов корреляции и регрессии, стандартных ошибок. Представление множественной линейной регрессии. Законы распределения, виды распределения. Статистические критерии. Дисперсионный анализ. Тренды.

9. ГЕОХИМИЯ ИЗОТОПОВ И ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

Принципы и понятия изотопной геохимии. Радиоактивный распад, метод масс-спектрометрии.

Коэффициенты распределения изотопов и элементов, концентрация и фракционирование.

K - Ar, Ar^{40}/Ar^{39} , Rb - Sr, Sm - Nd, Lu - Hf, Re - Os, Th - Pb, U - Pb, K - Ca, Th^{230}/U^{234} и др. методы датирования.

Изохроны, метод построения. Возможные ошибки в методах датирования. Изотопная геохимия Sr, Nd, Hf, K, Rb, U, радиоактивных элементов в отношении датирования.

Синтез и метасоматические процессы, связанные с изотопной геохимией.

метеоритов и др. Изотопные аномалии. Изотопная геотермия. Космогенные радионуклеиды. Датирование по трекам расщепления. Важность изучения концентраций редкоземельных элементов, а также - урана и тория, для суждения о химической эволюции пород.

Характеристика типов пород по концентрациям элементов и изотопов. Происхождение типов пород в свете изотопных данных и концентрациям отдельных элементов.

Архейская кора, ее состав и дифференциация. Скорость роста континентальной коры. Проблема анортозитов. Бимодальная основная - кислая магматическая модель. Высокометаморфизованные комплексы. Зеленокаменные пояса.

Океаническая кора. Андезитовая модель.

Взаимоотношение кора - мантия.

Выветривание, индекс химических изменений.

Возраст земли. Гипотезы происхождения земли.

Рекомендованная литература:

- Балашов Ю.А. Изотопно-геохимическая эволюция мантии и коры Земли. Москва, Наука, 1985.
- Барабанов Е.Ф. Геохимия. Ленинград, Недра, 1985.
- ✓ Борисов М.В., Шваров Ю.В. Термодинамика геохимических процессов. Москва, Изд. МГУ, 1990.
- Брандт Э. Статистические методы анализа наблюдений. Москва, Мир, 1975.
- Браунлоу А.Х. Геохимия. Москва, Недра, 1984.
- Булах А.Г., Кривовичев Б.Г. Методы расчета минеральных равновесий. Ленинград, Изд. ЛГУ, 1990.
- Булкин Г.А. Введение в статистическую геохимию, Ленинград, Недра, 1972.
- Взаимодействие флюид-порода при метаморфизме. Под ред. Дж. Уолтера и Б. Вуда. Москва, Мир, 1989.
- Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. Москва, Мир, 1968.
- Геолого-генетические и физико-химические основы модели грейзеновой рудной формации. Под ред. Г.Р. Колонина. Новосибирск, Наука, 1992.
- Геохимия архея. Под ред. А. Кренера, Г.Н. Хенсона и А.М. Гудвина. Москва, Мир, 1987.
- ✓ Геохимия гидротермальных рудных месторождений. Под ред. И. Бернса. Москва, 1970. 2-е изд. 1982.
- Гришин Б.К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов. Москва, Изд. МГУ, 1975.
- Добрецов Н.Л. и др. Фации метаморфизма. Под ред. Б.Г. Соболева. Москва, Недра, 1970.
- Дэвис Д. Статистика и анализ геологических данных. Москва, Мир, 1977.
- Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. Москва, Изд. Высш. школа, 1978.
- Заварицкий А.Н., Соболев Б.С. Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород. Москва, Геотехиздат, 1961.
- Зарайский Г.П. Зональность и условия образования метасоматических пород. Москва, Наука, 1988.
- Иванов И.П. Фациальный анализ околорудных изменений. М. Недра, 1984.

- Изотопная геология. Москва, Недра, 1984.
- Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии. Новосибирск, Наука, 1981.
- Керн Р., Вайсброт Л. Основы термодинамики для минералогов, петрографов и геологов. Москва, Мир, 1968.
- Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов. В кн.: "Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях". М. Изд.АН СССР, 1965.
- Коржинский Д.С. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. Москва, Изд.АН СССР, 1957.
- Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. Москва, Наука, 1982.
- Крамбейн У., Грейбиш Ф. Статистические модели в геологии. Москва, Мир, 1969.
- Крамер Г. Математические методы статистики. Москва, Мир, 1975.
- Мельник Ю.П. Термодинамические константы для анализа условий образования железных руд. Киев, Наукова думка, 1972.
- Мельник Ю.П. Термодинамические свойства газов в условиях глубокого петрогенезиса. Киев, Наук. Думка, 1978.
- Миллер Р., Кан Д. Статистический анализ в геологических науках. Москва, Мир, 1965.
- Мюллер Р., Саксена С. Химическая петрология. Москва, Мир, 1980.
- ✓ Носик Л.П. Изотопные методы при изучении минералообразования. Москва, Наука, 1986.
- Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. Москва, Изд. Внш.Школа, 1991.
- Пригожин И., Дефей Р. Химическая термодинамика. Новосибирск, Наука, 1966.
- Пригожин И.Р. Молекулярная теория растворов. Москва, Металлургия, 1990.
- ✓ Рафальский Р.П. Гидротермальные равновесия и процессы минералообразования. Москва, Атомиздат, 1973.
- Рыженко В.Н. Термодинамика равновесий в гидротермальных растворах. Москва, Наука, 1981.
- Рябчиков И.Д. Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. Москва, Наука, 1975.
- Семихин И.А. Физическая химия для геологов. Москва, ГЕО.МГУ, 1991.