

Вопросы для зачёта/экзамена по курсу “Изотопная геохимия и геохронология”

1. Основные задачи изотопной геохимии и геохронологии.
2. Причины вариаций изотопного состава элементов в природе.
3. Изотопы и изобары. Виды радиоактивного распада. Уравнение радиоактивного распада. Период полураспада и константа распада. Короткоживущие и долгоживущие радиоактивные изотопы. Цепочки радиоактивных превращений. Частные случаи соотношений констант распада в цепочке.
4. Основные предпосылки для заметного фракционирования изотопов в природе. Виды изотопных эффектов. Правило плейд.
5. Изотопный состав кислорода и водорода в гидросфере, земной коре и мантии Земли. Причины и характер вариаций изотопного состава кислорода в породах земной коры.
6. Проект GENESIS и вариации изотопного состава кислорода в Солнечной Системе.
7. Виды масс-спектрометров, применяемых в современном изотопном анализе. Назначение и принципиальное устройство их основных систем. Способы образования ионов, разделения и регистрации.
8. Основы K-Ar метода геохронологии. Вид распада. Формула для практического расчёта возраста. Аналитические способы определения калия и аргона. Возможности и ограничения метода.
9. ^{40}Ar - ^{39}Ar вариант K-Ar метода. Преимущества и сложности метода. Особенности графического представления результатов.
10. Основы Rb-Sr метода геохронологии. Области применения. Идеальная изохронная модель. Устойчивость и механизмы нарушения Rb-Sr системы пород и минералов.
11. Способы представления Rb-Sr и Sm-Nd изотопных данных. Изохронные модели и диаграммы Николайсена и Компстона-Джеффри.
12. Основы изотопной геохимии стронция. Причины и характер вариаций изотопного состава стронция в природе. Оценки Rb/Sr отношения в однородном резервуаре (UR) и реальной примитивной мантии.
13. Двухкомпонентное смешение и изотопная геохимия. Двухкомпонентное смешение и изохрона.
14. Метод изотопного разбавления. Преимущества применения смешанного траcera.
15. Основы Sm-Nd метода геохронологии и изотопной геохимии неодима. Возможности и ограничения Sm-Nd метода геохронологии. Причины и характер вариаций изотопного состава неодима в природе.
16. Совместное использование изотопов неодима и стронция в геохимии. Возможные причины корреляции изотопных отношений. Понятие о примитивном, обеднённом и обогащённом источниках вещества.
17. Проблема баланса кора-мантия в Sm-Nd и Rb-Sr изотопных системах.
18. Модельный возраст в Sm-Nd, Lu-Hf, Rb-Sr и U-Pb системах. Принципы расчёта, геологический смысл, общее и различия.

19. Основы U-Pb метода геохронологии. Главные преимущества метода. Диаграммы с конкордией и двухстадийная модель при изучении цирконов.
20. Применение циркона для датирования геологических процессов. Устойчивость циркона и причины нарушения U-Pb системы.
21. Эволюция изотопного состава свинца в природе. Модель Стейси-Краммерса. Определение U/Pb отношения пород и их источника по изотопному составу свинца.
22. Изохроны и дискордии – сходство и различия. Условия возникновения и особенности интерпретации.
23. Основы Lu-Hf метода геохронологии и изотопной геохимии гафния. Причины и характер вариаций изотопного состава гафния в природе. Совместное использование изотопов неодима и гафния.
24. Основы Re-Os метода геохронологии и изотопной геохимии осмия. Причины и характер вариаций изотопного состава осмия в природе. Понятие о модельном возрасте в Re-Os системе.
25. Проблемы хондритового состава мантии Земли.
26. Hf-W и U-Pb изотопные системы и проблема определения возраста земного ядра.
27. Причины изотопной гетерогенности мантии Земли (Sr-Nd-Pb-Hf).

Примеры практических задач

1. Рассчитайте K-Ar возраст, если $K=2.09\%$, $[^{40}\text{Ar}]=37.06$ ppb.
 Ответ: $T=239.3$ млн.лет.
2. Рассчитайте Rb-Sr возраст и начальное изотопное отношение стронция по двум образцам, если в первом: $[\text{Rb}]=220.3$, $[\text{Sr}]=156.5$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.73152$; во втором: $[\text{Rb}]=35.7$, $[\text{Sr}]=208.1$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70911$.
 Ответ: $T=440$ млн.лет, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0=0.70600$.
3. В образце глинистого сланца $\epsilon_{\text{Nd}}=-11$, $\text{Sm}/\text{Nd} = 0.2187$. Рассчитайте его модельный возраст относительно обеднённой мантии (DM). Принять, что сейчас источник DM имеет $\epsilon_{\text{Nd}}=+9$, и Sm/Nd отношение в нём постоянно.
 Ответ: $T=1.95$ млрд.лет.
4. Определите двухстадийный модельный возраст образца (T_{DM2}^{Nd}) при следующих условиях: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.511893$; $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.1087$ и известно, что его возраст $T=1.0$ млрд.лет. Принять для DM: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.513099$; $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.2119$; для коры: $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.1322$ (нормировано по $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}\equiv 0.7219$).
 Ответ: 2.00 млрд.лет.
5. Рассчитайте $\epsilon_{\text{Nd}}(T)$ для $T=1700$ млн.лет в породе, если в ней $\text{Sm}/\text{Nd}=0.2052$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})=0.512338$ (нормировано по $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}\equiv 0.7219$).
 Ответ: $\epsilon_{\text{Nd}}(T)=+10.0$.
6. Рассчитайте модельный возраст иридомина при допущении его одностадийного образования из мантийного вещества, если в нём $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}=0.1164$.
 Ответ: $T=1.80$ млрд.лет.
7. Рассчитайте возраст молибденита, в котором обнаружено 5.62 мкг/г Re и 40.33 нг/г Os, при допущении, что весь осмий – радиогенный.
 Ответ: 680 млн.лет.

8. 680 млн.лет назад в андезите $\epsilon_{\text{Hf}}(T)=+7$. Рассчитайте изотопное отношение $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ в ней в то время.

Ответ: 0.282553.

9. Возраст галенита – 1550 млн.лет. Определите его изотопный состав в предположении, что он отделился от мантийного источника, в котором $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}=8.1$ и $\text{Th}/\text{U}=3.2$.

Ответ: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.437$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.264$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=34.120$.