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 плеяд.
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 трасера.
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-Крамерса. 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}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: [Rb]=220.3, [Sr]=156.5, ^{87}Sr/^{86}Sr=0.73114; во втором: [Rb]=35.7, [Sr]=208.1, ^{87}Sr/^{86}Sr=0.70906.
   Ответ: T=440 млн.лет, (^{87}Sr/^{86}Sr)$_0$=0.70600.
3. В образце глинистого сланца ε_{Nd}=–11, Sm/Nd = 0.2187. Рассчитайте его модельный возраст относительно обеднённой мантии (DM). Принять, что сейчас источник DM имеет ε_{Nd}=+9, и Sm/Nd отношение в нём постоянно.
   Ответ: T=1.95 млрд.лет.
4. Определите двустадийный модельный возраст образца (T_{DM2}^{Nd}) при следующих условиях: ^{143}Nd/^{144}Nd= 0.511893; ^{147}Sm/^{144}Nd=0.1087 и известно, что его возраст T=1.0 млрд.лет. Принять для DM: ^{143}Nd/^{144}Nd=0.513099; ^{147}Sm/^{144}Nd=0.2119; для коры: ^{147}Sm/^{144}Nd=0.1322 (нормировано по ^{146}Nd/^{144}Nd≡0.7219).
   Ответ: 2.00 млрд.лет.
5. Рассчитайте ε_{Nd}(T) для T=1700 млн.лет в породе, если в ней Sm/Nd=0.2052, (^{143}Nd/^{144}Nd)=0.512338 (нормировано по ^{146}Nd/^{144}Nd≡0.7219).
   Ответ: ε_{Nd}(T)=+10.0.
6. Рассчитайте модельный возраст иридосмина при допущении его одностадийного образования из мантийного вещества, если в нём ^{187}Os/^{188}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 $\varepsilon_{Hf}(T)=+7$. Рассчитайте изотопное отношение $^{176}Hf/^{177}Hf$ 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 $^{238}U/^{204}Pb=8.1$ и Th/U=3.2. Возраст Земли принять 3.56 млрд лет.
   Ответ: $^{206}Pb/^{204}Pb=15.437$, $^{207}Pb/^{204}Pb=15.264$, $^{208}Pb/^{204}Pb=34.119$.