

## **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.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  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 и U-Pb системах. Принципы расчёта, геологический смысл.

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  $K=2.09\%$ ,  $[^{40}\text{Ar}]=37.06$  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  $\text{Sm}/\text{Nd}$  отношение в нём постоянно.  
 Ответ:  $T=1.95$  млрд.лет.
4. Определите двухстадийный модельный возраст образца ( $T_{DM2}^{\text{Nd}}$ ) 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  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.7219$ ).  
 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  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.7219$ ).  
 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  $\varepsilon_{\text{Hf}}(\text{T})=+7$ . 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:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.437$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.264$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=34.120$ .