

Синтетический продукт для создания нанокompозитов (20 баллов)

При выдерживании смеси тонкоизмельченных компонентов, гидратированного оксида **A** и оксида **B**, в присутствии 2.5%-ного водного раствора NaOH в автоклаве при температуре 300°C и давлении 70 МПа в течение 4 часов получается продукт, содержащий порошок **C** с небольшой примесью брусита. После обработки полученного продукта 1 М раствором соляной кислоты выделяется нанопроduct **C** с размерами частиц 50-100 нм, являющийся аналогом природного минерала **D**, который применяется для создания нанокompозитов.

- ?1. К какой категории относится описанный метод получения порошка **C**?
- ?2. Что представляют собой гидратированный оксид **A**, если русское название образующего его элемента переводится с греческого как «утес, гора»?
- ?3. Какова формула оксида **B**?
- ?4. Какова формула соединения **C**, если содержание водорода в нем составляет 2.23%, а кислорода – 56.72%?
- ?5. К какому классу веществ относится соединение **C**?
- ?6. Какова общая формула минерала **D**?
- ?7. Каковы основные кристаллографические особенности строения минерала **D**?
- ?8. Что происходит с минералом **D** при добавлении к нему воды?
- ?9. Каковы основные способы получения органо-неорганических нанокompозитов на основе минерала **D** и какого типа образующиеся при этом нанокompозиты считаются наилучшими?
- ?10. Какие преимущества и недостатки при создании нанокompозитов может иметь синтетический продукт **C** по сравнению с природным минералом **D**?

Решение:

1. Описанный метод относится к категории гидротермальных синтезов (1 балл)
2. Гидратированный оксид **A** – силикагель общей формулы $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, название образующего его элемента кремния происходит от греческого слова κρημνός – утес, гора (2 балла)
3. Формула оксида **B** – MgO , так как при синтезе получается примесь брусита, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (2 балла)
4. В процессе синтеза из аналогов природных минералов может получиться хризотил состава $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ или монтмориллонит состава $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Согласно процентному содержанию водорода и кислорода соединению **C** соответствует только формула монтмориллонита, $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (4 балла)
5. Соединение **C** относится к слоистым силикатам типа 2:1 (1 балл)
6. Общая формула минерала **D**, монтмориллонита, основного компонента бентонита – $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,33}(\text{Al}, \text{Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, принимаются и формулы типа $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_{x+y}(\text{Al}_{2-y}\text{Mg}_y)(\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x)\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $x = 0.05-0.45$, $y = 0.05-0.65$ (3 балла)
7. В структуре монтмориллонита **D** двумерные алюмо/магниево-кислородные октаэдрические слои сшиты с двух сторон с сетками кремниево-кислородных тетраэдров (тип 2:1). Между такими трехслойными пакетами располагаются обменные катионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) в окружении молекул воды (2 балла)
8. При добавлении к монтмориллониту воды она проникает в слои между пакетами, что приводит к сильному набуханию (1 балл)
9. Основные способы получения органо-неорганических нанокомпозитов на основе монтмориллонита и других слоистых силикатов: 1) интеркаляция полимера из раствора; 2) интеркалятивная полимеризация *in situ*, 3) интеркаляция из расплава полимера. Лучшими нанокомпозитами считаются те, что содержат полностью расслоенные, эксфолиированные (exfoliation – отслаивание) силикаты (3 балла)
10. Преимуществом синтетического продукта **C** по сравнению с природным минералом **D** можно считать его однородность, поскольку природные минералы содержат различные примеси, ухудшающие свойства нанокомпозитов. Недостатком продукта **C** в сравнении с минералом **D** является отсутствие обменных ионов, замещение которых в составе **D** на различные неорганические и органические катионы позволяет существенно модифицировать свойства минерала **D** и улучшать характеристики нанокомпозитов на его основе (1 балл)