

1. Введение.

Как появилась вода на Земле. Наличие воды - индикатор возможности жизни, как мы ее понимаем. Общие характеристики гидросферы. Круговорот воды в природе.

Роль воды в глобальных процессах на Земле.

2. Вода – сложная система.

Состав «чистой» воды. Диссоциация молекулы. Растворенные газы, неорганические и органические вещества. Орто- и пара- состояния молекулы воды. Изотопы водорода и кислорода в молекуле воды. Фракционирование изотопов при фазовых переходах воды.

3. Строение молекулы воды.

Основные характеристики молекулы (H_2O и D_2O). Димер воды. Водородная связь и ее свойства. Вода – симметричный донор и акцептор водородных связей. Тетраэдрическое строение ближайшего окружения. Образование пространственной сети связанных молекул воды. Неопределенность расположения протонов в сети. Остаточная энтропия.

4. Полиморфизм кристаллических структур льдов.

Фазовая диаграмма. Структурные и физические характеристики льдов полиморфов.

Упорядоченное и разупорядоченное состояние протонов. Дефекты структуры льдов.

Почему лед скользкий?

5. Образование структур из паров воды.

Снежинки и их формы. Зависимость от внешних условий (влажность, температура).

Радуга и галло. Когда и почему снег скрипит. Искусственный снег.

6. Аномальные физические свойства жидкой воды.

Сравнение с другими веществами. Нормальные и аномальные температурные зависимости. Причина аномалий жидкой воды.

7. Модели жидкой воды, эволюция представлений.

Полимерная, непрерывная сеть с дефектами, кластерная. Водные кластеры и их возможная структура. Параметрические, не кристаллографические структуры.

8. Свойства воды вблизи поверхностей.

Вода в слоистых структурах. Не растворяющий и не перемешиваемый слой воды у гидрофильных поверхностей. Конденсированная вода в капиллярах.

9. Гидратация ионов, газов, неполярных соединений.

Газогидраты, клатраты. Гидратация биополимеров. Роль воды в образовании биологических структур. Связь гидратации с функционированием биополимеров.

10. Изотопные эффекты тяжелой воды в биологических системах.

История обнаружения биологических изотопных эффектов. Адаптация простейших организмов к D_2O . Почему полезно читать статьи не только на английском языке.

Первичные изотопные эффекты дейтерия. Изотопные эффекты D_2O как растворителя.

Аномальные биологические эффекты, сопровождающие небольшие вариации концентраций дейтерия в обычной воде и в воде сильно обедненной дейтерием.

11. Активированная вода.

Различные способы активации воды (механические, температурные, электрические, магнитные и электромагнитные поля, комбинированные воздействия). Длительная эволюция свойств активированной воды. Неравновесные состояния воды и высокая чувствительность к слабым физическим воздействиям.

12. Физико-химические и биологические свойства сильно разбавленных растворов.

Молекулярные растворы. Флуктуации в бинарных системах. Структурная самоорганизация. Образование наноструктур в разбавленных растворах в условиях отсутствия экранирования магнитного поля. Корреляции биологических эффектов и физико-химических характеристик сильно разбавленных растворов.

Контрольные вопросы.

1. Как связан климат Земли с наличием воды?
2. Что происходит с водой в ходе природного круговорота?
3. В каких фазах обнаружится меньшая и большая концентрация дейтерия в области сосуществования лед-вода-пар?
4. Строение молекулы воды.
5. Почему снежинки шестиугольные?
6. Можно ли обжечься льдом?
7. Чем отличается искусственный снег от обычного?
8. Что называется водородной связью?
9. Структура ближайшего окружения молекулы воды в воде.
10. Почему вода может обладать пространственной сетью водородных связей?
11. Можно ли рассматривать жидкую воду как чистую H_2O ?
12. Перечислите известные Вам аномалии жидкой воды.
13. Причина аномалий жидкой воды.
14. Возможные структуры водных кластеров.
15. Какие структуры можно получить из параметрических модулей?
16. Различия в гидратации ионов и неполярных соединений.
17. Особенности воды в приповерхностных слоях.
18. Сколько воды необходимо для функционирования живых организмов?
19. Присутствует ли в питьевой воде молекулы D_2O ?
20. Является ли тяжелая вода ядом для живых организмов?
21. Причины возникновения первичных изотопных эффектов дейтерия.
22. С чем связаны изотопные эффекты тяжелой воды как растворителя?
23. Есть ли связь между температурой денатурации биополимеров и температурой обитания живых организмов?
24. Всегда ли увеличение количества дейтерия в воде сопровождается угнетением биологической активности?
25. Как самому приготовить воду с уменьшенной концентрацией дейтерия?
26. Когда вода не равновесна?
27. Устойчивость бинарных систем.
28. Структурная самоорганизация в разбавленных растворах.
29. Особенности физико-химических характеристик сильно разбавленных растворов.
30. Корреляция физико-химических свойств сильно разбавленных растворов с их биологической активностью.

Название курса на английском языке

Mystery of water: misconceptions and facts

Ответственный за курс – проф. В.И. Лобышев

Аннотация к курсу

Загадки воды: заблуждения и факты.

Цикл лекций представляет собой обзор фундаментальных представлений о структуре и свойствах воды и водных растворов, роли воды в живых организмах. На основе современных знаний критически рассмотрены также некоторые прикладные проблемы, связанные с использованием различного рода модифицированной воды в обыденной жизни.

Курс лекций является междисциплинарным и рассчитан на студентов различных специальностей, желающих понять свойства привычной и столь сложной «стратегической» жидкости, без которой жизнь невозможна.