

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 глобальной роли воды на Земле, 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.

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 гало. 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. Структура воды. 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, видимый свет, комбинированные воздействия). Появление активных форм кислорода и азота. Длительная эволюция свойств активированной воды. Неравновесные состояния воды и высокая чувствительность к слабым физическим воздействиям. Электрохимическая активация, «живая и мертвая» вода.

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

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

Контрольные вопросы.

1. Причины связи климата 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 имеют гексагональную форму?
6. Полиморфизм льдов. Можно ли обжечься льдом?
7. Можно ли разрезать лед?
8. Чем отличается искусственный снег от обычного?
9. Что называется водородной связью?
10. Структура ближайшего окружения молекулы воды в воде.
11. Почему вода может обладать пространственной сетью водородных связей?
12. Можно ли рассматривать жидкую воду как чистую H_2O ?
13. Перечислите известные Вам аномалии жидкой воды.
14. Причина аномалий жидкой воды.
15. Возможные структуры водных кластеров.
16. Какие структуры можно получить из параметрических модулей?
17. Различия в гидратации ионов и неполярных соединений.
18. Особенности воды в приповерхностных слоях.
19. Сколько воды необходимо для функционирования живых организмов?
20. Присутствует ли в питьевой воде молекулы D_2O ?
21. Является ли тяжелая вода ядом для живых организмов?
22. Причины возникновения первичных изотопных эффектов дейтерия.
23. С чем связаны изотопные эффекты тяжелой воды как растворителя?
24. Есть ли связь между температурой денатурации биополимеров и температурой обитания живых организмов?
25. Всегда ли увеличение количества дейтерия в воде сопровождается угнетением биологической активности?
26. Как самому приготовить воду с уменьшенной концентрацией дейтерия?
27. Когда вода не равновесна?
28. Природа электрохимической активации водных растворов.
29. Почему в воде можно наблюдать измененные свойства в течение длительного времени?
30. Устойчивость бинарных систем.
31. Структурная самоорганизация в разбавленных растворах.
32. Особенности физико-химических характеристик сильно разбавленных растворов.
33. Корреляция физико-химических свойств сильно разбавленных растворов с их биологической активностью.