

Методические указания по самостоятельной работе ТК-1 (28 ч)

Целью самостоятельной работы студентов (СРС) по дисциплине «Физико-химические методы обработки воды» является овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области водоподготовки, развитие умений самостоятельно анализировать, планировать и реализовывать проекты в различных сферах. Всего на СРС отводится 78 ч.

Задачи СРС: изучение основных понятий и привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, умений проведения простейших химических экспериментов.

Формы СРС: изучение литературы и источников; самоподготовка к практическим занятиям; задания для самостоятельного решения; составление конспектов по прочитанным главам основной литературы; подготовка ответов на вопросы для практических занятий; тестирование собственных знаний по ТК-1; обсуждение сложных тем с преподавателем или в учебных группах.

Рекомендации по самостоятельной работе:

- Регулярно посвящайте время самостоятельному изучению материала.
- Используйте различные источники информации для глубокого понимания темы.
- Практикуйтесь в решении задач и разработке проектов.
- Активно участвуйте в обсуждениях на практических занятиях и консультациях.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы дисперсных систем вы знаете?
2. Классифицируйте дисперсные системы по степени дисперсности и по агрегатному состоянию фаз.
3. Что отличает коллоидно-дисперсные системы от истинных растворов и грубодисперсных систем?
4. Приведите строение мицелл золя йодида серебра, полученного при избытке йодида калия; при избытке нитрата серебра.
5. Объясните механизм устойчивости коллоидных систем.
6. Что такое коагуляция? Какие способы коагуляции Вы знаете?
7. Назовите признаки классификации растворов. Охарактеризуйте понятия «истинные растворы», «идеальные растворы».
8. Какие факторы определяют растворимость веществ в воде?
9. Какие способы выражения концентрации растворов Вам известны?
10. Какие вещества называются электролитами?
11. Что такое электролитическая диссоциация?

12. Что называется степенью электролитической диссоциации?
13. Какие факторы определяют степень диссоциации электролитов?
14. Что такое константа диссоциации?
15. Какова взаимосвязь между степенью диссоциации и константой диссоциации слабого электролита?
16. В Вашем распоряжении два раствора с одинаковой молярной концентрацией: один – раствор сильного электролита, другой – раствор слабого электролита. Предложите несколько вариантов эксперимента, позволяющего определить, какой электролит где находится.
17. Охарактеризуйте физические и химические свойства воды.
18. Перечислите основные компоненты природной воды.
19. Почему происходит увеличение растворяющей способности воды при повышении температуры и давления в контурах ТЭС?
20. Чем обусловлена кислотность и щелочность природных вод?
21. Какие факторы оказывают влияние на рН природных и производственных вод?
22. Чем обусловлены буферные свойства природных вод?
23. Как экспериментально определяют кислотность и щелочность воды?
24. Опишите процесс гидролиза солей и его роль в процессах, протекающих в природной воде.
25. Перечислите технологические показатели качества воды.
26. Охарактеризуйте методы очистки воды.
27. Объясните чем обусловлена жесткость воды. Назовите виды жесткости, способы определения и устранения.
28. Перечислите основные химические и физико-химические способы водоподготовки.
29. Назовите методы умягчения и обессоливания природной и производственной воды.
30. Дайте краткую характеристику мембранных методов водоподготовки.

Примеры решения задач

Пример 1. Определите пространственную структуру молекулы H_2S . Объясните почему валентный угол чуть больше 90° ?

Решение. Ковалентные связи в молекуле H_2S образуются перекрыванием двух p -орбиталей атома серы с двумя s -орбиталями двух атомов водорода (рис. 1). Вследствие пространственной ориентации p -орбиталей атома серы молекула H_2S имеет угловую структуру. Из-за

незначительного размера атома серы области повышенной электронной плотности сильнее отталкиваются и угол увеличивается (по сравнению с аналогами серы – селеном и теллуром).

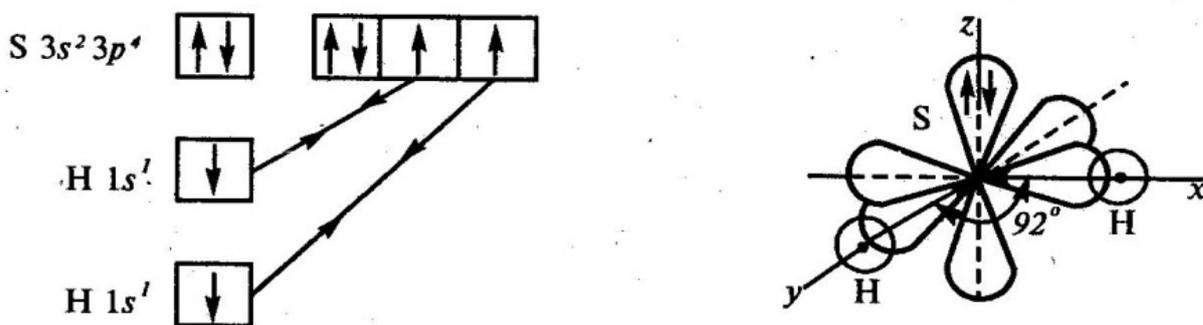


Рис. 1. Электронная схема образования молекулы H_2S

Пример 2. Объясните одинаковая ли полярность молекул SbH_3 и BH_3 .

Решение. Для оценки полярности молекулы используют величину электрического момента диполя молекулы $\mu_{\text{м}}$, равную векторной (геометрической) сумме электрических моментов диполей всех связей $\mu_{\text{св}}$ (и неподеленных электронных пар). У неполярных молекул эта сумма равна нулю ($\mu_{\text{м}}=0$), у полярных больше 0 ($\mu_{\text{м}}>0$).

Связи в молекуле SbH_3 образуются перекрыванием трех p -орбиталей атома сурьмы ($5s^2 5p^3$) с тремя s -орбиталями трех атомов водорода ($1s^1$) (рис. 2а). Поскольку $3p$ -облака ориентированы в трех взаимно перпендикулярных направлениях (по осям x , y , z), то связи в образовавшейся молекуле SbH_3 направлены от вершин тригональной пирамиды, в которой находится атом сурьмы, к ее основанию, в вершинах которого находятся атомы водорода. Следовательно, молекула SbH_3 имеет пирамидальную структуру (рис. 2б).

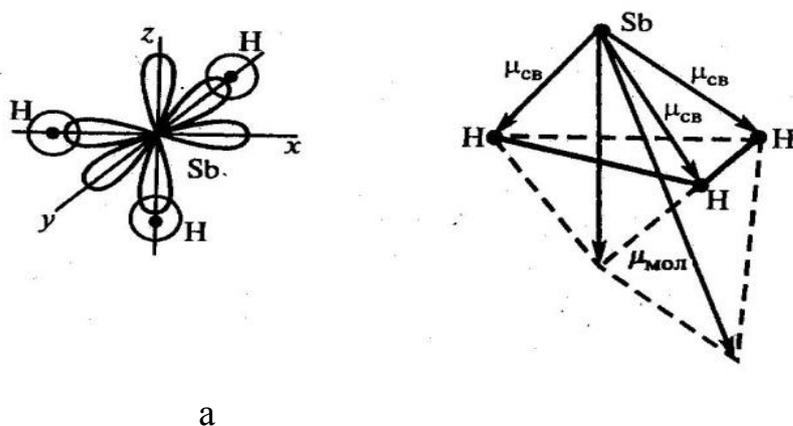


Рис. 2. Электронная схема образования и геометрическая структура молекулы SbH_3

Сумма векторов моментов диполей всех связей в молекуле SbH_3 не равна нулю, следовательно, молекула в целом полярна.

Ковалентные полярные связи в молекуле BH_3 образуются перекрыванием трех гибридных орбиталей атома бора ($2s^1 2p^2$) с s -орбиталями трех атомов водорода. Гибридные связи направлены под углом 120° (рис. 3а). Ядра всех взаимодействующих атомов лежат в одной плоскости.

Молекула имеет структуру плоского треугольника. Векторная сумма электрических моментов диполей связей в молекуле равна нулю, следовательно молекула BH_3 неполярна (рис. 3б).

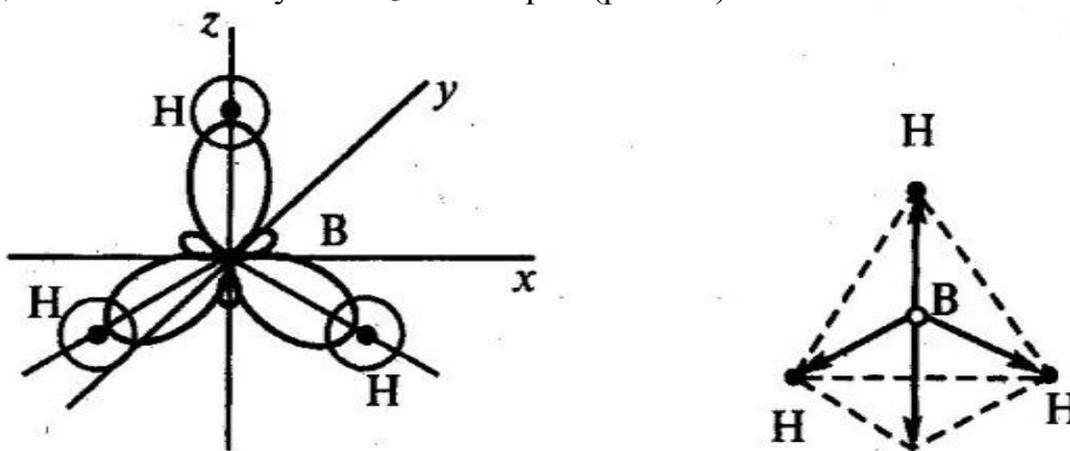


Рис. 3. Электронная схема образования и геометрическая структура молекулы BH_3 .

Пример 3. Объясните закономерность увеличения температуры кипения в ряду бинарных соединений: NH_3 , HF , H_2O .

Решение. В данном ряду между молекулами помимо вандерваальсовых сил действуют водородные связи, возникающие между протоном H^+ одной молекулы и электроотрицательным элементом (N, F, O). Меньшую температуру кипения в аммиаке по сравнению с водой можно объяснить образованием менее прочных водородных связей, так как азот менее электроотрицателен, чем кислород, и молекула NH_3 имеет только одну неподеленную пару электронов, способную оттягивать протон от соседней молекулы. Кислород имеет две неподеленные пары электронов. Вместе с тем HF тоже не столь прочно связан водородными связями, как H_2O , несмотря на большую электроотрицательность фтора по сравнению с кислородом и наличие у фтора трех неподеленных пар электронов. Молекулы HF содержат по одному атому водорода, который может использоваться для образования водородных связей. Поэтому молекулы HF не столь прочно связаны водородными связями, как молекулы воды, кислород которых имеет две

неподеленные пары электронов и каждая молекула содержит по два атома водорода для образования водородных связей.

Контрольные задания

1. Определите, при каких температурах при стандартном давлении термодинамически возможно разложение воды на водород и кислород.

2. Правильно ли утверждение, что 1 моль воды при 273 К занимает объем 22,4 л? Ответ обоснуйте.

3. Жидкая вода – это результат ассоциации молекул воды. Как это можно объяснить?

4. Объясните какие химические связи ответственны за тетраэдрическую структуру воды в твердом состоянии.

5. Как будет изменяться электропроводность дистиллированной воды при длительном хранении ее в открытой бутылке? Какие процессы ответственны за эти изменения? Запишите уравнения химических процессов, объясняющих изменения в характеристиках дистиллированной воды.

6. Запишите процессы, происходящие при электролизе воды на инертных электродах. Как можно объяснить свойства воды в одном процессе выступать в роли и окислителя и восстановителя?

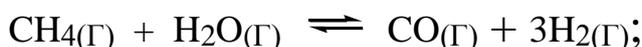
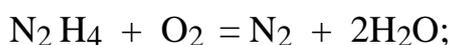
7. Чем объясняется полярный характер связей в молекуле воды? Почему электропроводность дистиллированной воды намного меньше электропроводности природной воды? Какую воду используют для электролиза?

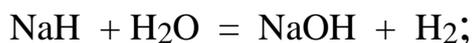
8. Поясните, почему молекулу воды называют диполем.

9. Объясните какую пространственную структуру имеют молекулы воды. Почему валентный угол НОН больше 90 °С?

10. Воду относят к самоионизирующим растворителям. Поясните эту характеристику, и чем она обусловлена.

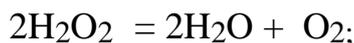
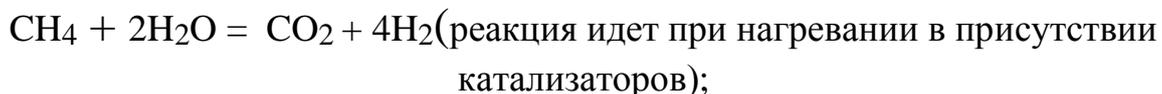
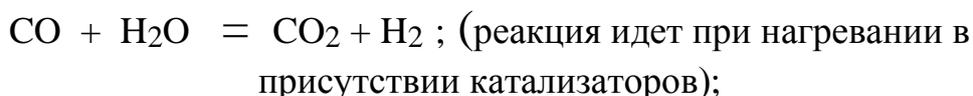
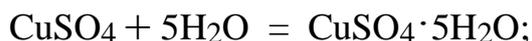
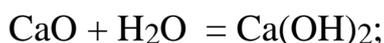
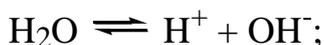
11. Среди приведенных процессов выберите реакции, которые не являются окислительно - восстановительными:





Для каждой из выделенных реакций укажите ее тип.

12. Укажите каким критерием следует пользоваться, чтобы среди приведенных процессов выделить реакции, которые не являются окислительно-восстановительными?



Для каждой из выделенных реакций укажите ее тип.

13. Углекислый газ, растворяясь в воде, образует слабую угольную кислоту, которая обратимо диссоциирует по двум ступеням с образованием двух видов анионов. Между угольной кислотой и ее анионами устанавливается равновесие, называемое углекислотным. Выразите словесные описания всех процессов соответствующими уравнениями реакций. Назовите анионы угольной кислоты.

14. Какие воздействия смещают углекислотное равновесие, делая воду агрессивной? Поясните эту характеристику воды.

15. Воду, в которой сосуществуют частицы углекислотного равновесия, называют либо стабильной, либо агрессивной. Поясните эти характеристики воды, используя уравнения углекислотного равновесия.

16. Какие воздействия вызывает нагревание воды, в которой установилось углекислотное равновесие? Объясните ожидаемые процессы, запишите соответствующие уравнения реакций.

17. Какие изменения вызовет добавление гашеной извести в воду, в которой установилось углекислотное равновесие? Запишите уравнения реакций, которые были в системе до и после прибавления гидроксида кальция.

18. Установите термодинамические характеристики процесса растворения твердых, жидких и газообразных веществ в воде.

19. Раскройте понятие: вода как лиганд в комплексных соединениях, прочность связи с комплексообразователем, проявляемая дентатность.

Технологические показатели качества воды

20. Дайте характеристику показателям воды, указанным в Вашем задании. Какая количественная величина при этом экспериментально определяется? Жесткость воды.

21. Карбонатная жесткость воды.
22. Некарбонатная жесткость воды.
23. Кислотность (реакция среды).
24. Щелочность воды.
25. Солесодержание воды.
26. Окисляемость воды.
27. Временная жесткость воды.
28. Постоянная жесткость воды.
29. Биохимическая потребность в кислороде.
30. Содержание угольной кислоты в воде.

Основная литература

1. Воронов В.Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учебное пособие / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова ; под ред. А. П. Пильщикова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 240 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011294.html>. - ISBN 978-5-383-01129-4. - Текст : электронный.
2. Химия водной среды в теплоэнергетике : учебное пособие / сост.: А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н.Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2020. - 121 с. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
3. Химический анализ в энергетике : в 5 кн. - М. : Издательский дом МЭИ. - Текст : электронный., Кн. 1 : Фотометрия / В. Л. Меньшикова, Ю. А. Морыганова, В. Ф. Очков ; под ред. А. П. Пильщикова. Кн. 2 : Титриметрия и гравиметрия / Ю. А. Морыганова [и др.] ; под ред. В. Ф. Очкова / ред. А. П. Пильщиков. - 2019. - 405 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013571.html>. - ISBN 978-5-383-01357-1.

Дополнительная литература

1. Водно-химические режимы теплоэнергетических установок : программа, метод. указания и контр. задания для студентов заочной формы обучения / сост.: Л. Р. Гайнуллина, Н. Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2010. – 20 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - 3844. - Текст : непосредственный.

Информационное обеспечение

1. Электронные и интернет-ресурсы
 1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com/>
 2. Энциклопедии, словари, справочники, <http://www.rubricon.com>