

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
Ю.А. Устименко
«17» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.14 «Теория растворов»

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование**

Направленность (профиль): **Биология, Химия**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 7

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: зачет – 7 семестр.

Программу разработали: канд. хим. наук, доц. Васильева С.И. канд. хим. наук, доц.
Т.В.Анисимова

Одобрена на заседании кафедры
«10» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ М.Ю. Гильденков

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.14 «Теория растворов» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (очная форма обучения).

Опирается на имеющиеся у студентов знания общей, неорганической, физической химии; носит научный, общеобразовательный, мировоззренческий и прикладной характер.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-6: Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: роль и природу межмолекулярных и химических взаимодействий в растворах; свойства и природу растворителей; особенности неводных растворов; термодинамические условия образования растворов; природу энергетических эффектов процесса растворения; количественные характеристики процессов сольватации и структурных изменений растворителя; основные направления развития теории растворов; методы исследования растворов. Уметь: объяснять влияние диэлектрической проницаемости среды; определять тип растворителя; вычислять термодинамические характеристики растворов и процессов их образования; характеризовать строение и структуру растворов. Владеть: навыками использования основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; навыками расчётов для приготовления растворов заданной концентрации; навыками расчётов свойств растворов; навыками оценки роли энтальпийного и энтропийного факторов в процессе образования растворов; навыками определения активностей; экспериментальными навыками приготовления растворов заданной концентрации; экспериментальными навыками изучения свойств жидких растворов (криоскопическим методом).

3. Содержание дисциплины

Растворители

Характеристика жидкого состояния вещества. Дальнодействующие и близкодействующие молекулярные силы. Лондоновское (дисперсионное) взаимодействие. Поляризационное взаимодействие. Аддитивность Вандерваальсовых сил. Отличие дипольного момента в жидкой среде от дипольного момента в вакууме. Водородная связь. Влияние среды на водородную связь. Особенности жидкостей.

Жидкая вода. Неводные и смешанные растворители. Свойства растворителя. Донорно-акцепторные свойства.

Протонные растворители. Аутодиссоциация протонных растворителей.

Апротонные растворители.

Чистота растворителей.

Строение жидких фаз. Ассоциаты. Комплексы. Другие слабые химические взаимодействия между электронейтральными молекулами. Слабые химические взаимодействия ионов.

Растворы и растворение

Специфика растворов. Физико-химическая природа растворов и процессов растворения. Роль межмолекулярных и химических взаимодействий в процессе растворения.

Идеальные, предельно разбавленные, регулярные и атермальные растворы.

Основные направления в развитии теории растворов. Физическая и химическая теории растворов.

Способы выражения концентрации растворов. Растворимость. Коэффициент растворимости.

Понятие о сольватации. Типы взаимодействий в растворах. Процессы сольволиза. Ассоциация молекул в растворах. Процессы координации в растворах. Устойчивость ассоциатов и комплексов. Среднее время жизни ассоциатов и комплексов. Методы изучения ассоциатов и комплексов.

Термодинамические условия образования растворов. Термодинамика процесса растворения. Теплоты растворения и разбавления. Термодинамические расчёты. Энтальпийный и энтропийный факторы при образовании растворов.

Методы изучения свойств растворов

Осмотический, эбуллиоскопический, криоскопический методы изучения свойств жидких растворов. Термодинамические методы исследования растворов электролитов: кинетические и структурные. Экспериментальное определение чисел сольватации.

4. Тематический план

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Аудиторные занятия (часов)		Самостоятельная работа (часов)
			В том числе		
			Лекции	Лабораторные	
1	Растворители	22	4	8	10
2	Растворы и растворение	36	8	14	14
3	Методы изучения свойств растворов	14	2	6	6
<i>Всего</i>		<i>72</i>	<i>14</i>	<i>28</i>	<i>30</i>

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Содержание лекций строится в полном соответствии с тематическим планом.

Объем и глубина раскрытия лекционного материала соответствует с содержательной части Программы.

Лабораторные занятия

Тематика лабораторных занятий выстраивается в полном соответствии с тематическим планом.

Лабораторное занятие начинается с проверки выполнения домашнего задания и ответов на возникшие вопросы. Перед выполнением лабораторных опытов студентам дается конкретная инструкция по ТБ, особенностям проведения того или иного опыта.

Завершается занятие оформлением письменного отчета в лабораторном журнале, текущим контролем знаний в форме теста или небольшого письменного задания.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для *текущей* аттестации

Итогом изучения каждой темы является письменный опрос.

- 1) H_2O и $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ А) Полностью растворимы друг в друге
 2) $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ и C_7H_{16} Б) Не растворимы
 3) жидкая ртуть и жидкий иодид натрия
 4) CH_2Cl_2 и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$.

12. Сформулируйте закон Генри и запишите его математическое выражение

13. Две основные теории растворов: _____
 14. Формулы гидратов этилового спирта _____
 15. Знак энтальпии растворения зависит от _____
 16. Процесс растворения обусловлен энтропийным фактором, если _____
 17. Примеры частиц, образованных в растворе за счёт слабых сил и слабых химических связей _____
 18. Пример сольволиза в растворе _____
 19. Интегральной энтальпией растворения называется _____
 20. Дифференциальной энтальпией растворения называется _____
 21. В соответствии с классификацией растворителей в зависимости от дипольного момента и диэлектрической постоянной все растворители подразделяются на:
 1) _____ 2) _____ 3) _____
 22. В зависимости от растворимости растворённые вещества подразделяются на :
 1) _____ 2) _____
 23. Разведением называется _____
 24. Прочность сольватов зависит от _____
 25. Отличие регулярных растворов от атермальных заключается в _____

Тема: Общая характеристика растворителей

1. Ценность растворителя определяют _____
2. Основное влияние диэлектрической постоянной среды заключается в _____
3. Между донорной и (или) акцепторной способностью растворителя и его способностью к растворению существует следующее соотношение: _____
4. Четыре протонсодержащих растворителя это: _____
5. Уравнения аутодиссоциации двух протонных растворителей _____
6. Формы гидратированного протона: _____
7. Три типа апротонных растворителя это: _____ (для каждого типа приведите пример).
8. Важный промышленный процесс, в котором расплав соли используется в качестве растворителя, это _____
9. Для растворителей, используемых для проведения электрохимических реакций особенно важны свойства _____
10. Две обычные примеси в растворителях это _____
11. Расположите вещества в порядке усиления диполь-дипольного взаимодействия (в скобках указана относительная величина дипольного момента): пропан (0)Б ацетальдегид (2,7), диметилэфир (1,3), ацетонитрил (3,9), метилхлорид (2,0)
12. В ряду He , Ne , Ar , Xe температура кипения увеличивается, так как _____
13. Высокую вязкость любых жидкостей определяет: 1) большое значение молярной массы 2) низкая температура кипения 3) низкое давление 4) незначительная величина сил межмолекулярного взаимодействия.
14. Увеличение вязкости в ряду пентан, гексан, гептан, октан обусловлено _____

15. Установите соответствие между веществом и преобладающим типом межмолекулярного взаимодействия:
- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1) хлороводород | А) диполь-дипольное |
| 2) циановодород | Б) дисперсионное |
| 3) бромоводород | В) водородная связь |
16. Причина увеличения температуры кипения в ряду: $\text{LiF} - \text{Li}_2\text{O} - \text{MgO}$
17. Причина увеличения энергии испарения в ряду $\text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$
18. Расположите перечисленные водородные связи в порядке возрастания прочности $\text{O}-\text{H} \dots \text{Cl}$, $\text{O}-\text{H} \dots \text{N}$, $\text{N}-\text{H} \dots \text{O}$, $\text{F}-\text{H} \dots \text{O}$
19. Диполь-дипольное взаимодействие в жидком хлороводороде ($\mu=3,4$) в _____ раз больше, чем в жидком бромоводороде ($\mu=2,6$)
20. Расположите в порядке возрастания температуры кипения следующие вещества: BaCl_2 , H_2 , CO , HF , Ne

Задачи для контроля знаний

Тема: Количественные характеристики растворов

- Плотность раствора, содержащего 66 г ацетона и 46 г воды равна 0,926 г/мл. а) Вычислите массовую и молярную доли растворённого вещества и растворителя в этом растворе; б) молярность и моляльность ацетона в воде: а) ____ б) _____
- Имеются два раствора: В первом 1,68 г бензойной кислоты растворили в 206 мл тетрахлорметана, плотность которого 1,59 г/мл, а в другом – то же количество бензойной кислоты растворили в 206 мл этанола (плотность 0,782 г/мл).
 - молярные доли и моляльности растворённого вещества в 1 растворе: ____ ; во 2 –м ____
 - полагая, что плотность раствора не отличается от плотности чистого растворителя, молярность 1 раствора равна _____ ; молярность 2-го раствора _____ ;
 - молярность и моляльность в каждом из двух растворителей соотносятся: _____
- Молярная и нормальная концентрация раствора серной кислоты, приготовленного растворением 5 г 90%-го раствора серной кислоты (плотность 1,8 г/мл) в 200 мл воды составляют соответственно: _____ и _____ моль/л;
- Имеются 50 г 20%-ного и 200 г 50%-ного растворов хлорида кальция. Какая масса каждого раствора необходима для приготовления возможно большего количества 40%-ного раствора?
- Массовая доля соляной кислоты в 5 М её растворе плотностью 1,085 г/мл равна _____
- Растворимость хлорида лития при 60 С составляет 103 г. При охлаждении 1 кг раствора этой соли 0 С выпало 176,96 г осадка. Растворимость LiCl при 0 С составляет _____
- Постоянная Генри растворения газообразного гелия (1) в воде при 30 С равна 0,00037 М/атм а для азота (2) – 0,0006 М/атм. Если давление каждого из этих газов над поверхностью водного раствора равно 0,5 атм, растворимость каждого газа соответственно равна (1) _____ , (2) _____ ;

Тема: Термодинамика процесса растворения

- При растворении 14,2 г гидрофосфата натрия в 7208 г воды выделяется 2,36 кДж теплоты, а при растворении 35,8 г додекагидрата этой соли в том же количестве воды поглощается 9,51 кДж теплоты. Определите теплоту гидратации гидрофосфата натрия.
- Теплота гидратации безводного сульфата цинка равна 95,27 кДж/моль. На сколько градусов повысится температура при растворении 1 моль сульфата цинка в 400 моль воды, если теплота растворения 1 моль гептагидрата сульфата цинка в 400 моль воды равна - 17,7 кДж/моль. Теплоёмкость раствора 4,19 Дж/гК.

3. Который из факторов – энтальпийный или энтропийный, обуславливает растворение аммиака в воде? Энтальпии образования газообразного аммиака, жидкой воды и растворённого гидроксида аммония составляют соответственно: -46,2; -285,8; -366 кДж/моль, а абсолютные энтропии этих веществ: 192,5; 70; 179,9 Дж/моль К.
4. Вычислите энтальпию гидратации хлорида лития, если известно, что энтальпия растворения этой соли -37,13 кДж/моль, а энергия кристаллической решётки равна 862,3 кДж/моль.

Тема: Общие свойства растворов

1. При 20 °С давление насыщенного пара бензола равно 100 кПа. Давление насыщенного пара над раствором бензола (M=78 г/моль), в 83 г которого содержится 12,8 г нафталина (M=128 г/моль) составляет _____ кПа (введите ответ).
2. Водный раствор неэлектролита замерзает при -1,86 °С. Концентрация вещества в растворе составляет _____ моль/кг ($K_b = 1,86$). Введите ответ.
3. Раствор, содержащий 5 г вещества-неэлектролита в 100 г воды, кипит при 100,43 °С ($E=0,52$). Молярная масса вещества 1) 11 2) 60 3) 6 4) 216
4. Концентрация раствора глюкозы, кипящего при 100,78 °С ($K_k(H_2O)=0,52$ К/кг моль), равна _____ моль/кг 1) 1,5 2) 0,3 3) 1 4) 0,5
5. Концентрация водного раствора мочевины, замерзающего при -0,93 °С ($K_3(H_2O)=1,86$ К/кг моль) равна _____ моль/кг 1) 2 2) 50 3) 1 4) 0,5
6. Молярная масса вещества, при растворении 2,3 г которого в 100 г воды температура кипения раствора повышается на 0,26 К ($E_b=0,52$) составляет _____ г/моль (введите ответ).

Вопросы к коллоквиуму №1

Тема: РАСТВОРИТЕЛИ

- Характеристика жидкого состояния вещества. Особенности жидкостей.
- Природа взаимодействий между частицами жидкостей
- Структура жидких фаз. Ассоциаты. Комплексы
- Жидкая вода
- Методы изучения строения жидкостей.
- Классификация растворителей.
- Неводные растворители.
- Смешанные растворители.
- Свойства растворителя.
- Протонные растворители. Аутодиссоциация протонных растворителей.
- Апротонные растворители.
- Чистота растворителей.

Вопросы к коллоквиуму №2

Тема: РАСТВОРЫ И РАСТВОРЕНИЕ

- Специфика растворов.
- Основные направления в развитии теории растворов. Физическая и химическая теории растворов.
- Механизм и термодинамические условия процесса растворения. Энтальпийный и энтропийный факторы.
- Растворимость, факторы, от которых она зависит.
- Количественные характеристики состава растворов.
- Термодинамика процесса растворения. Теплоты растворения и разбавления.
- Понятие о сольватации.

Структура растворов.
Ассоциация молекул в растворах. Процессы координации в растворах.
Процессы сольволиза
Идеальные, предельно разбавленные, регулярные и атермальные растворы.
Термодинамические свойства растворов
Термодинамические расчёты.

Вопросы к коллоквиуму №3

Тема: МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ

1. Эбуллиоскопический, криоскопический и осмотический методы исследования жидких растворов.
2. Термодинамические методы изучения растворов.
3. Экспериментальное определение чисел сольватации.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Средствами оценивания являются задания для текущего контроля.

Критерии оценивания:

«Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнял домашние задания для подготовки к занятиям;
- оформил и выполнил лабораторные работы;
- получил положительные оценки за письменные опросы на занятии.

«Не зачтено» выставляется студенту, который:

- систематически не выполнял домашние задания;
- не готовился к проведению лабораторных работ (из-за чего не был к ним допущен);
- не получал положительных оценок по письменным опросам в течение семестра.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. — 18-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2013. — 898 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2901-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/372787>
2. Зайцев, О. С. Химия : учебник для вузов / О. С. Зайцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8073-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450319>
3. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.] ; под редакцией Н. В. Коровина и проф. Н. В. Кулешова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 492 с. — ISBN 978-5-8114-9026-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183692>

7.2. Дополнительная литература

1. Вода: структура, состояние, сольватация: Достижения последних лет / Ю.М.Кесслер, В.Е.Петренко, А.К.Лященко и др.; Отв.ред. А.М.Кутепов ; Рос.АН, Ин-т химии растворов. - М. : Наука, 2003. https://www.studmed.ru/kutepov-am-red-voda-struktura-sostoyanie-solvatatsiya-dostizheniya-poslednih-let_ab5104b9f18.html
2. Медведев, Ю. Н. Протолитические равновесия в водных растворах : учебное пособие / Медведев Ю. Н. - Москва : Прометей, 2011. - 130 с. - ISBN 978-5-4263-0053-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785426300538.html>

3. Васильева С. И. Методические рекомендации к самостоятельному изучению темы «Растворы», Смоленск, 1989.
4. Васильева С. И. Химия в задачах. (Краткий конспект лекций). Смоленск, 2007.
5. Васильева С. И.. Химия в задачах: Растворы, Смоленск, 2000.

7.3. Материалы сети Интернет

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) <http://fcior.edu.ru>
3. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
4. Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии <http://school-sector.relarn.ru/nsm/>
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> (Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”)
6. <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html> (Сайт химического факультета МГУ)

8. Материально-техническое обеспечение и программное обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях учебного корпуса №1, оборудованных проектором и компьютером.

Лабораторный практикум осуществляется в аудитории 2 учебного корпуса №1, имеющей необходимое оборудование и реактивы.

Дидактические материалы:

- 1) комплекты контролирующих заданий по темам курса;
- 2) плакаты и таблицы.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022