

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Сольватация ионов и химические равновесия в растворах

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:

Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А. С. Князев

Председатель УМК
Л.Н. Мишенина

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских и/или производственных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

ПК-3 Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1 Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК 1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

ИПК 1.3 Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования. Проводит поиск, анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике исследовательской работы

ИПК 3.1 Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач

ИПК 3.2 Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов

2. Задачи освоения дисциплины

– Научиться понимать роль растворителя в химических равновесиях в реальных системах и разрабатывать стратегию научных исследований в оптимальной среде;

– Уметь выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов;

– Владеть культурой планирования исследований, получения и обработки результатов научных экспериментов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Дисциплины (модули) по выбору 1(ДВ.1).

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Информатика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 12 ч.

-практические занятия: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. *Сольватация и химические равновесия в реальных системах.*

Сольватация, ионизация и диссоциация. Молекулярная и ионная ассоциация. Влияние сольватации на равновесие. Структура и свойства растворителей. Классификация растворителей. Сольватация ионов. Первичная и вторичная (ближняя и дальняя) сольватации. Сольватация и комплексообразование. Влияние донорно-акцепторной природы растворителя на химические равновесия в растворах. Роль растворителя в формировании состояния ионов: донорная сила, акцепторная сила и сольватация аниона, стерические факторы, структура растворителя.

Тема 2. *Комплексные соединения.*

Основные положения теории Вернера. Химические связи в комплексах. Основные типы комплексов: комплексные ионы, внутриклеточные соединения, ионные ассоциаты. Хелатный эффект. Роль комплексных соединений в химико-аналитических процессах. Механизмы замещения лигандов в комплексах. Лабильные и инертные лиганды. Образование комплексов из гидратированных ионов.

Тема 3. *Типы химических равновесий.*

Равновесия реакций комплексообразования. Функция комплексообразования Бьеррума. Диаграммы состояний комплексных ионов в зависимости от концентрации лиганда. Равновесия кислотно-основных реакций (протонирование лиганда). Константа протонирования. Диаграммы продуктов диссоциации кислот и оснований. Равновесия окислительно-восстановительных реакций.

Тема 4. *Условные константы равновесия.*

Связь условных и термодинамических констант. Коэффициент побочной реакции. Роль рН при комплексообразовании. Определение состава соединений в оптимальных для анализа условиях. Оценка константы равновесия процесса как средства направленного действия.

Тема 5. *Применение конкурирующих реакций в анализе.*

Методы окислительно-восстановительного титрования. Смещение стандартного окислительно-восстановительного потенциала. Линеаризация кривых титрования по методу Грана и по методу Марьянова. Метод полярографии. Влияние комплексообразования на прямое и косвенное определение ионов металлов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения и защиты индивидуальных творческих заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценка за выполнение творческого задания имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах.

Пример индивидуального творческого задания:

Предложите оптимальную область рН раствора для разделения неорганических (селениты и селенаты) и органических (селенометионин, селеноцистеин) форм селена методом ионного обмена.

Максимальная оценка – 25 баллов.

Критерии оценивания:

1. Обосновано влияние кислотности раствора (рН) на состояние неорганических и органических форм селена – 5 баллов.
2. Выбран интервал рН для оптимизации – 5 баллов.
3. Рассчитаны молярные доли неорганических и органических форм селена и построены диаграммы состояния в зависимости от рН – 10 баллов.
4. Предложены оптимальные условия (рН раствора, тип ионообменника) для разделения неорганических и органических форм селена – 5 баллов.

По результату выполненного индивидуального задания оценивается сформированность компетенций ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК 1.3 и ИПК 3.1. (не менее 15 баллов) и даётся допуск к промежуточной аттестации.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в форме тестирования. Задания теста соответствуют компетентностной структуре дисциплины. Тест включает 12 заданий. Продолжительность тестирования 45 минут.

Задания теоретического характера на соответствие, множественный выбор, проверяющие ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 3.2. Некоторые задания теоретического характера носят проблемный характер и предполагают ответы в развёрнутой форме.

Примерный перечень тестовых заданий

Задание 1. Найдено, что устойчивость галогенидных комплексов таллия изменяется в ряду:

- а) в воде – $TlI > TlBr > TlCl$;
 - б) в диметилформамиде $(CH_3)_2NC(O)H$ - $TlCl > TlBr > TlI$
- Объясните влияние растворителей на устойчивость комплексов.

Задание 2. От каких свойств растворителя зависит степень ионизации электролита:

- А) донорные свойства растворителя;
- Б) акцепторные свойства;
- В) диэлектрическая проницаемость?

Напишите реакцию ионизации электролита АВ в растворителе S.

Максимальное число баллов за тестирование – 60. Зачёт ставится, если студент набирает не менее 60 % (36 баллов).

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23483>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Киселев М.Г. Структурная самоорганизация в растворах и на границе раздела фаз / М.Г. Киселев [и др.]. – М.: Рос. акад. наук, Ин-т химии растворов, 2008. – 539 с.
- Киселев М.Г. Теоретические и экспериментальные методы химии растворов / М.Г. Киселев [и др.]. – М.: Рос. акад. наук, Ин-т химии растворов: Проспект, 2011. – 683 с.
- Кесслер Ю.М. Вода: структура, состояние, сольватация: достижения последних лет / Ю.М. Кесслер [и др.]. – М.: Наука. Рос. акад. наук, Ин-т химии растворов, 2003. – 403 с.
- Михайлов В.А. Химическое равновесие: учебное пособие / В.А. Михайлов [и др.]; под ред. Академика РАН А.Ю. Цивадзе. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 197 с.

б) дополнительная литература:

- Достижения и проблемы теории сольватации: Структурно-термодинамические аспекты / В.К. Абросимов [и др.]; Отв. ред. А.М. Кутепов; Рос. АН, Ин-т химии неводных растворов. – М.: Наука, 1998. – 244 с.
- Бургер К. Сольватация, ионные реакции и комплексообразование в неводных средах / К. Бургер. М.: Мир, 1984. – 256 с.
- Крестов Г.А. Современные проблемы химии растворов / Г.А. Крестов [и др.]. – М.: Наука, 1986. – 264 с.
- [Ionic Equilibria in Analytical Chemistry electronic resource /by Jean-Louis Burgot. New York, NY: Springer New York: Imprint: Springer, 2012. XXIV, 772 p. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-8382-4.](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-8382-4)

в) ресурсы сети Интернет:

- Крестов Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах. [Электронный ресурс] <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000048719/000048719>
- Афанасьев Б.Н. Физическая химия. [Электронный ресурс] / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. – СПб.: Лань, 2012. 416 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4312
- Буданов В.В. Химическая кинетика: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.В. Буданов, Т.Н. Ломова. – СПб.: Лань, 2014. – 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=42196

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Скворцова Лидия Николаевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии, доцент