

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

САЕ Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор

И.А. Курзина
« 05 » 11 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Физическая химия

по направлению подготовки

19.03.01 Биотехнология

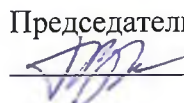
Направленность (профиль) подготовки:
«Молекулярная инженерия»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП

И.А. Курзина
Председатель УМК

Г.А. Воронова

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1– Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;
- ОПК-7 – Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Демонстрирует способность применять законы математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи при решении поставленной задачи;

ИОПК-1.2. Владеет методами теоретического и экспериментального исследования биологических и химических процессов, анализа и обработки экспериментальных данных.

ИОПК-7.1. Проводит экспериментальные исследования и испытания по заданной методике;

ИОПК-7.2. Применяет математические, физические физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы для наблюдения, измерения, обработки и интерпретации экспериментальных данных.

2. Задачи освоения дисциплины

- знать основные положения, законы и сущность современных теорий, смысл основных понятий в области физической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач;
- решать типовые задачи, связанные с основными разделами физической химии: газовые законы, термодинамика, фазовое равновесие, растворы, электрохимия, кинетика и катализ
- использовать законы и основы физической химии и применять их в решении практических задач;
- владеть навыками расчета основных физико-химических характеристик и параметров (тепловые эффекты, константы равновесия, константы скоростей химических реакций и др.) для описания физико-химических и биологических процессов.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 1, зачет.

Семестр 2, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

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

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

- лекции: 48 ч.;
- семинарские занятия: 12 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 54 ч.

в том числе практическая подготовка: 66 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Газовые законы.

Предмет, задачи и методы физической химии, ее место в системе естественных наук. Общие понятия об агрегатных состояниях вещества. Характеристика газообразного состояния. Отличие от других агрегатных состояний. Модель идеального газа. Законы Бойля–Мариотта, Шарля и Гей–Люссака их математическое и графическое отражение. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная и ее физический смысл. Парциальное давление газа. Закон Дальтона.

Тема 2. Основные понятия термодинамики.

Химическая термодинамика. Термодинамический метод. Основные понятия химической термодинамики: система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), фаза, параметры состояния (интенсивные, экстенсивные), функции состояния, термодинамический процесс (обратимый, необратимый, изобарный, изотермический, изохорный, адиабатный).

Тема 3. Первый закон термодинамики. Термохимия.

Внутренняя энергия. Обмен энергией. Формы обмена энергией. Теплота и работа. Теплоемкость. Формулировки и математическое выражение I закона термодинамики. Работа при изохорном, изобарном изотермическом и адиабатном процессах. Тепловой эффект химической реакции. Энтальпия – как функция состояния. Следствия из закона Гесса. Энтальпии образования и сгорания.

Тема 4. Второй закон термодинамики. Энтропия.

Самопроизвольно протекающие процессы. Интенсивными и экстенсивными параметрами при самопроизвольном процессе. Формулировки II закона термодинамики. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Энтропия - как функция состояния. Критерий самопроизвольного протекания процесса в изолированной системе. Изменение энтропии при фазовых переходах, расширении идеального газа при различных процессах. Энтропия и вероятность. Статистический характер II закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана.

Тема 5. Термодинамические потенциалы.

Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Физический смысл потенциала Гиббса. Критерий направления термодинамического процесса в закрытой системе. Химический потенциал. Критерий направления термодинамического процесса.

Тема 6. Фазовое равновесие в одно- и двухкомпонентных системах.

Уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции. Фазовые равновесия. Фаза, независимый компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клаузиуса-Клайперона и его анализ. Диаграмма состояния одно- и двухкомпонентных систем.

Тема 7. Химическое равновесие. Константа равновесия и способы ее выражения.

Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Закон действующих масс. Уравнение изотермы химической реакции. Особенности равновесия в гетерогенных системах. Зависимость константы химического равновесия от температуры. Принцип Ле-Шателье. Влияние давления, температуры, концентрации на смещение химического равновесия.

Тема 8. Теория растворов. Способы выражения концентраций.

Определение растворов. Твердые, жидкие, газообразные растворы. Термодинамическая устойчивость растворов. Растворы насыщенные, ненасыщенные, концентрированные, пересыщенные. Способы выражения состава растворов. Межмолекулярные взаимодействия в растворах.

Тема 9. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля.

Разбавленные и идеальные растворы. Давление насыщенного пара летучих компонентов. Закон Рауля. Бинарные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля и их причины. Температура кипения и замерзания растворов. Коллигативные свойства растворов. Криоскопическая и эбулиоскопическая константы и их физический смысл.

Тема 10. Осмос. Осмотическое давление.

Осмос. Измерение осмотического давления. Закон Вант-Гоффа.

Тема 11. Состав пара растворов. Законы Коновалова .

Неограниченно растворимые жидкости. Диаграммы давление пара – состав раствора и температура кипения - состав раствора. I закон Коновалова. Перегонка растворов. Ректификация. II закон Коновалова. Азеотропные смеси.

Тема 12. Электролиты. Теория слабых электролитов.

Электролиты. Сильные и слабые электролиты. Анализ основных положений теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Закон Оствальда. Изотонический коэффициент. Коллигативные свойства растворов электролитов. Достоинства и недостатки теории С. Аррениуса.

Тема 13. Теория сильных электролитов.

Основные положения теории сильных электролитов. Ион–ионное взаимодействие. Активность и коэффициент активности их физический смысл и зависимость от разведения. Ионная сила растворов. Первое приближение теории сильных электролитов. Закон Дебая-Гюккеля.

Тема 14. Электрическая проводимость растворов электролитов.

Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводности. Подвижность ионов. Аномальные значения подвижностей ионов H^+ и OH^- .

Тема 15. Гальванические элементы. Электродвижущая сила гальванического элемента.

Скачки потенциалов на границе раздела фаз. Формирование двойного электрического слоя (ДЭС). Электродный потенциал. Гальванический элемент, его работа. Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС). Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Нернста.

Тема 16. Типы электродов.

Электроды I рода. Потенциалоопределяющие ионы. Электроды II рода и их особенности. Газовые электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Амальгамные электроды. Ионоселективные электроды. Стандартный водородный электрод. Ряд электродных потенциалов и его анализ. Диаграмма потенциал – pH для воды.

Тема 17. Электрохимические цепи.

Простые и сложные химические цепи. Концентрационные цепи. Определение ЭДС электрохимических цепей. Ионометрия. Потенциометрическое титрование. pH-метрия. Электроды для pH-метрии.

Тема 18. Введение в кинетику химических реакций.

Описание химического процесса с точек зрения химической термодинамики и кинетики. Скорость реакции. Размерность скорости реакции. Способы определения скоростей реакций.

Тема 19. Формальная кинетика.

Реакции простые и сложные. Механизм реакции. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости и ее физический смысл. Размерность константы. Молекулярность реакции. Физический смысл. Порядок реакции. Парциальный и общий кинетический порядок. Экспериментальное определение порядков реакции. Кинетические уравнения реакций 0,1,2 порядков. Сложные реакции. Постулаты химической кинетики для описания сложных процессов.

Тема 20. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.

Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Анализ уравнения Аррениуса. Энергия активации. Экспериментальное определение энергии активации.

Тема 21. Теория активных соударений.

Теория активных соударений. Физический смысл констант в уравнении Аррениуса с точки зрения теории. Стерический множитель.

Тема 22. Основы катализа.

Особенности кинетики гетерогенных процессов. Катализ. Виды каталитических процессов. Катализаторы и их свойства. Особенности каталитических процессов. Теория активных центров. Микрогетерогенные процессы.

Тема 23. Ферментативный катализ.

Ферменты. Ферментативный катализ и его особенности.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ, решения задач, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25654>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Беляев А. П. Физическая и коллоидная химия : учебник / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 751 с.

– Основы физической химии : теория и задачи : [учебное пособие по специальности 011000 - Химия и по направлению 510500 - Химия / Еремин В. В., Каргов С. И., Успенская И. А. и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - [Б. м. : б. и., 200-?]. - URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000382637/000382637.pdf>

– Основы физической химии : теория и задачи : [учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия и по направлению 510500 - Химия / Еремин В. В., Каргов С. И., Успенская И. А. и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва : Экзамен, 2005. - 478 с.: ил. - (Серия "Классический университетский учебник")

– Эткинс П. Физическая химия : В 2 т. . Т. 1 / П. Эткинс; Пер. с англ. К. П. Бутина. - М. : Мир, 1980. - 580,[4] с.: ил.

– Морачевский А. Г.. Физическая химия. Термодинамика химических реакций / Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г.. - 2-е изд., испр.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 112 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/212027>

– Васюкова А. Н.. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии / Васюкова А. Н., Задача О. П., Насонова Н. В., Перепёлкина Л. И.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 144 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/211541>

– Горшков В. И. Основы физической химии : [учебник для вузов по направлению и специальности "Биология"] / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 3-е изд.. - Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. - 407 с.: ил.

– Свиридов В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 600 с.

б) дополнительная литература:

– Кумыков Р. М. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие для вузов / Кумыков Р. М., Иттиев А. Б.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 236 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/160121>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/160121.jpg>

– Якупов Т. Р. Физическая и коллоидная химия: учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатов, Г. Н. Зайнашева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 144 с.

– Нигматуллин Н. Г.. Физическая и коллоидная химия / Нигматуллин Н. Г.. - 2-е изд., испр. и доп.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/212168>

– Горшков В. И. Основы физической химии : [учебник для вузов по направлению и специальности "Биология"] / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 3-е изд.. - Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. - 407 с.: ил.

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 OneNote, 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/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория № 133 Весы лабораторные высокого (II) класса точности. Центрифуга. pH-метр / иономер ИТАН. Столы лабораторные. Стол. Штатив лабораторный. Дистиллятор. Лабораторная посуда. Пипетки. Вибромагнитная установка. Химические реактивы. ПК с принтером. Стол приборный. Стулья. Шкаф для хранения реактивов. Установка титровальная. Экран Projecta SlimScreen. Проекционный экран Da Life Cosmopolitan Electrol. Весы HR-200 (210г, 0,1мг), A&D в комплекте с гирей. Центрифуга ОПН 8 с ротором РУ 180Л. Центрифуга ОПН-12 с ротором РУ 180Л. Нагревательная плита ES HS3030OM. Колбонагреватель ES-4110 1000 мл. Магнитная мешалка ПЭ 6100 с подогревом.	634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (68 по паспорту БТИ) Площадь 42,3 м ²
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория № 115 Оборудование: Графическая станция, процессор Intel i5, 16Гб оперативной памяти, монитор 24 дюйма	634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (29 по паспорту БТИ) Площадь 40,9 м ²

Демонстрационный экран Мультимедиа-проектор Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул); аудиторная доска	
Учебная аудитория для самостоятельной работы, индивидуальных консультаций. Аудитория № 121 ^А Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул)	634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (86 по паспорту БТИ) Площадь 23,8 м ²

15. Информация о разработчиках

Курзина Ирина Александровна, д-р физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ

Санду Мария Петровна, ассистент кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ