

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Физическая химия

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки :
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений

ИОПК 2.1 Выбирает адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области, планирует проведение научных исследований

2. Задачи освоения дисциплины

- Познакомиться с терминологией и понятийным аппаратом предметной области
- Освоить методы решения типовых задачи по основным разделам дисциплины
- Научиться описывать и объяснять химические явления с точки зрения физики.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Естественно-научные дисциплины».

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

Восьмой семестр, зачет с оценкой

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты освоения следующих дисциплин: квантовая механика, термодинамика и статистическая физика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 32 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Предмет физической химии. Задачи курса лекций.

Тема 2. Электронная структура атома

Электронная структура атома водорода. Квантовые числа. Орбитали. Электронные оболочки. Радиальное и угловое распределение электронной плотности. Электронная структура сложных атомов. Принципы заполнения состояний.

Тема 3. Периодическая система химических элементов

Принципы построения периодической системы элементов. Проявление периодичности в физических и химических свойствах элементов.

Тема 4. Химическая связь

Природа химической связи. Длина связи. Энергия диссоциации молекулы. Принципы квантово-химического моделирования связей. Приближение Борна-Оппенгеймера. Приближение валентных электронов. Метод валентных связей (метод Гайтлера-Лондона). Связывающие и разрыхляющие орбитали. Симметрия молекулярных орбиталей. Валентность. Гибридизация связей. Метод молекулярных орбиталей. Порядок связи. Электроотрицательность атомов. Химическая связь в гетероатомных молекулах. Межмолекулярные взаимодействия. Классификация твердых тел по типу химической связи.

Тема 5. Термохимия

Термодинамические системы и параметры. Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Эндотермические и экзотермические реакции. Закон Гесса. Закон Лавуазье-Лапласа. Стандартные теплоты образования веществ. Расчеты тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.

Тема 6. Термодинамика фазовых равновесий

Термодинамические потенциалы. Условия термодинамического равновесия. Химический потенциал. Фундаментальное уравнение Гиббса. Парциальные молярные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал идеального газа. Фаза. Условие равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.

Тема 7. Термодинамика химических равновесий

Уравнение химической реакции. Классификация реакций. Глубина протекания химической реакции. Химическое сродство. Условие химического равновесия. Константа равновесия. Влияние температуры и давления на химическое равновесие. Принцип Ле Шателье-Брауна.

Тема 8. Термодинамика растворов

Основные определения. Парциальные величины. Идеальные и неидеальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри. Химический потенциал раствора. Функции смешения. Химическое равновесие в растворах. Коллигативные свойства растворов. Зависимость температуры кипения (замерзания) раствора от концентрации. Осмос. Растворы электролитов. Равновесия в растворах электролитов. Закон разбавления Освальда. Ионное произведение воды.

Тема 9. Феноменологическая кинетика химических реакций

Скорость химической реакции. Основной постулат формальной химической кинетики. Закон действующих масс. Порядок и молекулярность реакции. Формальная кинетика необратимых реакций. Второй постулат формальной химической кинетики. Формальная кинетика сложных реакций. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Лимитирующая стадия реакции. Кинетика гетерогенных реакций.

Тема 10. Зависимость скорости реакции от температуры

Уравнение Аррениуса. Активированный комплекс. Энергия активации химической реакции. Теория активированного комплекса.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестирования по лекционному материалу, контроля выполнения домашних заданий и фиксируется начислением баллов, а также в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Баллы начисляются следующим образом:

- 2 балла за посещение лекционного занятия
- до 2 баллов за тест по теме дисциплины
- до 10 баллов за итоговый тест по разделу дисциплины
- до 10 баллов за решение задач семинара

Прохождение трех итоговых тестов по основным разделам курса с оценкой не менее 6 баллов за тест, а также получение не менее 6 баллов за решение задач каждого семинара являются необходимыми условиями для допуска к промежуточной аттестации.

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

Промежуточная аттестация по курсу проводится в восьмом семестре в форме зачета с оценкой. Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Первичная оценка выставляется по результатам текущего контроля успеваемости с использованием следующей шкалы:

- Более 95% от максимального количества баллов за курс – оценка «отлично»
- От 85 до 94% от максимального количества баллов за курс – оценка «хорошо»
- От 70 до 85% от максимального количества баллов за курс – оценка «удовлетворительно»

Если суммарное количество баллов по текущей аттестации меньше 70% от максимального количества баллов за курс, а также в случае несогласия студента с первичной оценкой зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Преподаватель может задавать дополнительные вопросы по программе курса для уточнения оценки. Продолжительность зачета 1,5 часа. Оценка выставляется за ответ на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы по программе курса.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Структура электронных оболочек атома водорода. Квантовые числа. Орбитали. Оболочки. Радиальное и угловое распределение электронной плотности.
2. Уравнение Шредингера для многоэлектронного атома. Электронная конфигурация сложного атома.
3. Принципы построения Периодической системы элементов и ее структура.
4. Проявление периодичности физических и химических свойств элементов.
5. Принципы квантовохимического моделирования химических связей. Основные приближения. Схема решения задачи о химической связи.
6. Метод валентных связей. Валентность элементов.
7. Симметрия молекулярных орбиталей, σ - и π -связи. Гибридизация химических связей.
8. Метод молекулярных орбиталей. Порядок связи.
9. Химическая связь в гетероатомных молекулах. Ионность связи. Электроотрицательность элементов.
10. Межмолекулярные связи. Классификация твердых тел по типу химической связи.
11. Термохимия. Закон Гесса. Расчет теплового эффекта химической реакции.
12. Фундаментальное уравнение Гиббса. Термодинамические потенциалы.
13. Второе начало термодинамики. Общее условие равновесия в открытой и закрытой термодинамических системах.

14. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал идеального газа.
15. Фаза. Общее условие равновесия фаз. Правило фаз Гиббса.
16. Диаграммы состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.
17. Общее условие химического равновесия. Константа равновесия. Закон действующих масс.
18. Влияние температуры и давления на химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
19. Идеальные и неидеальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри.
20. Коллигативные свойства растворов.
21. Растворы электролитов. Степень диссоциации. Ионное произведение воды. Водородный показатель среды.
22. Классификация химических реакций. Уравнение химической реакции. Стехиометрические коэффициенты. Химическая переменная. Скорость химической реакции.
23. Химическая кинетика. Скорость реакции. Кинетическое уравнение реакции. Порядок и молекулярность реакции.
24. Формальная кинетика необратимой реакции 1-го порядка.
25. Формальная кинетика необратимой реакции 2-го порядка.
26. Формальная кинетика обратимой реакции. Связь константы равновесия реакции с константами скоростей прямой и обратной реакции.
27. Формальная кинетика последовательных реакций.
28. Формальная кинетика параллельных реакций.
29. Лимитирующие стадии химических реакций.
30. Формальная кинетика гетерогенных реакций.
31. Зависимость скорости реакции от температуры. Активированный комплекс. Взаимосвязь энергии активации и энтальпии реакции.
32. Теория активированного комплекса.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2145>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. - М. : ВШ, 2006. - 526 с.
 - Эткинс П. Физическая химия Ч.1 : в 3 ч. - М.: Мир, 2007. - 494с.
- б) дополнительная литература:
 - Николаев Л.А., Тулупов В.А. Физическая химия. М.: ВШ. 1967. - 465 с.
 - Голиков Г.А. Руководство по физической химии. М.Л ВШ. 1988. - 383 с.
- в) ресурсы сети Интернет:
 - Онлайн-курс НГУ по физической химии на платформе Лекториум <https://www.lektorium.tv/physicalchemistry>
 - Коллекция коротких видео по курсу физической химии на YouTube канале <https://www.youtube.com/c/PhysicalChemistry>
 - Интерактивная периодическая таблица элементов - <http://www.rsc.org/periodic-table>

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

в) профессиональные базы данных:

- База данных химических соединений Королевского химического общества (Великобритания) - <http://www.chemspider.com/>
- Химическая база данных Национального института здоровья (США) - <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- База данных «Термические константы веществ» <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

14. Материально-техническое обеспечение

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

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

15. Информация о разработчиках

Филимонов Сергей Николаевич, кфмн, декан физического факультета ТГУ