

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	2-3	72-108	32	32	0		8-44	0	3
Итого	2-3	72-108	32	32	0	0	8-44	0	

АННОТАЦИЯ

В дисциплине излагаются фундаментальные основы учения о направленности и закономерностях протекания химических процессов и фазовых превращений, сведения об экспериментальных и теоретических методах исследования, базируясь на которые становится возможным дать количественное описание процессов, сопровождающихся изменением физического состояния и химического состава в системах различной сложности.

Физическая химия рассматривает общие закономерности химических превращений на основе физических процессов, происходящих с микрочастицами (атомами, молекулами, ионами) и сопровождающих их энергетических эффектов. Отсюда вытекает возможность математического описания, расчета и предсказания протекания процессов (например, возможность количественно рассчитать энергетический эффект процесса, скорость реакции, предел протекания реакции до установления равновесия и пр.). Широкое приме-

нение современной компьютерной техники, баз и банков данных физико-химических величин дает возможность моделировать проведение химических процессов с учетом разнообразных внешних условий и выбирать наиболее оптимальные с экономической и экологической точек зрения.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является понимание основных закономерностей, которые образуют основу теории технологических процессов, и приобретение опыта практических расчетов, необходимого для решения производственных задач в области химической технологии.

Задачами курса лекций является - дать базовые сведения по основам химической термодинамики, химической кинетики, физической химии кристаллов с дефектами, необходимым при изучении спецдисциплин.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина "Физическая химия" является общепрофессиональной дисциплиной, изучается на базе ранее изученных дисциплин, таких как "Химия", "Высшая математика".

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	З-ОПК-1 [1] – Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам У-ОПК-1 [1] – Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной

	деятельности В-ОПК-1 [1] – Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (В35)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании

		полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в наноэлектронных компонентах через организацию практикумов в
--	--	--

		организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства полупроводниковых изделий (ВЗ6)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур

		(спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Химическая термодинамика	1-8	16/16/0		25	Т-8	В-ОПК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Физическая химия	9-16	16/16/0		25	БДЗ-15	З-ОПК-1,

	кристаллов с дефектами						У-ОПК-1, 3-УК-1
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
БДЗ	Большое домашнее задание
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Химическая термодинамика	16	16	0
1 - 3	Первый закон термодинамики. Термохимия Основные понятия и определения. Первое начало термодинамики. Работа расширения идеального газа. Термохимия.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Второй закон термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия. Статистическая природа второго начала термодинамики. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Уравнение Гиббса — Гельмгольца. Химический потенциал. Химическое равновесие. Константа равновесия и способы ее выражения.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Растворы. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Реальные растворы. Состав пара растворов. Законы Коновалова. Диаграмма «состав — давление пара». Диаграмма «состав — температура кипения». Дистилляция и ректификация. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной взаимной растворимостью компонентов. Перегонка с водяным паром. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Диаграммы состояния одно-, двух- и	Всего аудиторных часов		

	трехкомпонентных систем Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Число степеней свободы. Виды диаграмм и их анализ.	4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Физическая химия кристаллов с дефектами	16	16	0
1	Введение в физическую химию кристаллов с дефектами. Общие понятия физической химии кристаллов с точечными дефектами. Основные правила составления кристаллохимических уравнений. Закон действующих масс. Зонная диаграмма твердых тел с ионизированными точечными дефектами.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Термодинамика точечных дефектов. Тепловое разупорядочение решетки одноатомного кристалла. Бинарный кристалл. Термодинамика образования дефектов по Шоттки. Разупорядочение по Френкелю. Некоторые аспекты высокотемпературного равновесия в кристаллах.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Основные закономерности, управляющие синтезом твердого тела Синтез стехиометрических соединений. Влияние парциального давления паров элементов на собственное разупорядочение твердого тела. Влияние энергии диссоциации металлоида на собственное разупорядочение полупроводника. Расчет газофазных равновесий при синтезе нестехиометрических кристаллов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Высокотемпературное равновесие беспримесных соединений Ионизация одного типа дефектов. Полное собственное разупорядочение MX. Основные принципы, управляющие доминирующим разупорядочением кристаллической решетки.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Высокотемпературное равновесие примесных соединений. Доминирующая роль примесных дефектов. Влияние давления паров компонентов твердого тела на растворимость примесей. Низкотемпературное равновесие.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Линейные дефекты и объемные дефекты Основные понятия. Дислокации, микротрещины, неустойчивые образования в виде цепочки точечных дефектов. Вектор Бюргерса. Термодинамическое рассмотрение сегрегации (скопления) примесей на дислокациях. Объемные дефекты	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы

АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для решения задач образовательного процесса разработан учебно-профессиональный (методический) комплекс, включающий в себя ряд элементов: федеральный государственный образовательный стандарт, рабочая учебная программа, экзаменационные материалы, тексты лекций, перечень информационного и материального обеспечения образовательного процесса и т.д.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, БДЗ-15
	У-ОПК-1	З, БДЗ-15
	В-ОПК-1	З, Т-8
УК-1	З-УК-1	З, БДЗ-15
	У-УК-1	З, Т-8
	В-УК-1	З, Т-8

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал

			монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г 18 Физическая и коллоидная химия : учебное пособие, Гамеева О. С., Санкт-Петербург: Лань, 2020
2. ЭИ А 94 Физическая химия : , Акулова Ю. П., Афанасьев Б. Н., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Работа студентов на занятиях оценивается в рамках балльно-рейтинговой системы оценки образовательной деятельности студентов. Курс включает в себя лекционные и семинарские занятия. На семинарах студенты решают задачи, входящие в программу курса. Поощряется активное участие в обсуждении материалов лекций, а также умение своевременно задавать вопросы для прояснения всех непонятных моментов по пройденному материалу. Помимо лекционных занятий и семинаров курс включает в себя самостоятельную работу студентов. Данное время отводится для самостоятельной переработки и повторения материала, выполнения домашних заданий, устранения долгов, накопленных во время семестра, а также для самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала (зачет). Во время самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала студенты учатся работать с научной литературой.

Итоговые баллы складываются из: 1) результатов контрольной работы и тестов ; 2) результатов контроля посещаемости; 3) результатов оценки работы студента в интерактивном режиме.

Получение положительной оценки по каждой проверочной работе является необходимым условием получения итоговой положительной оценки.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:

1. Студенты обеспечены информационными ресурсами (учебниками, справочниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);
2. Разработаны контролирующие материалы, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов;
3. Организованы еженедельные консультации (также для отработки пропущенных занятий).

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Необходимо акцентировать внимание студентов на наиболее актуальных процессах физической химии. Структуру лекций необходимо строить таким образом, чтобы студент получил качественное описание изучаемого процесса, имел представления об актуальности темы, четко понял и усвоил математическое описание явления, которое должно быть использовано при решении задач на семинарской части занятий. По каждой пройденной теме проводятся семинарские занятия, на которых студентам предлагается набор задач по теме. Контроль проводится в середине и в конце семестра. В середине семестра студентам предлагается тест по пройденному материалу, который содержит вопросы с вариантами ответов. На письменную подготовку ответа отводится не более 35 минут, на устный ответ – не более 25 минут. При проведении практических занятий, на которых студенты сами решают задачи, преподавателю следует обращать внимание на их активность. При этом, полезно опрашивать не только активных студентов, поскольку в противном случае есть риск того, что остальная часть группы не усвоит материал. На все возникающие вопросы лучше всего давать ответы, ссылаясь на определённый источник, который студент может подробнее изучить дома самостоятельно.

Следует обращать внимание на то, чтобы материал, прочитанный на лекциях, и решённые на семинарах задачи позволяли студенту в полном объеме справиться с контрольной работой в конце семестра и тестовым опросом на 8 неделе.

Автор(ы):

Сигловая Наталия Владимировна