Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 23.08.2024 14:40:48
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«28» июня 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы физической химии»

Направление подготовки – 28.03.03 «Наноматериалы»
Направленность (профиль) - «Инженерия наноматериалов»

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	**ОПК-1.ОФХ** Способен выбирать и применять методы исследования физико-химических свойств вещества при решении задач профессиональной деятельности	**Знание** фундаментальных разделов и законов физической химии и основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ **Умение** применять знания фундаментальных законов и экспериментальные методы исследования физической химии, к решению поставленных задач. **Опыт проведения** термодинамических расчетов и анализа свойств материалов, физических и химических процесс

Компетенция ПК-1 «Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов**» сформулирована на основе профессиональных стандартов:**

40.104 «Специалист поизмерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция - С [6] Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Трудовые функции- С/01.6 Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

С/02.6 Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов»

Обобщенная трудовая функция - А [6] Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов

Трудовые функции- А/01.6 Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

А/02.6 Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов

А/05.6 Определение соответствия наноструктурированных композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию

А/03.6 Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения подкомпетенций**
ПК-1.ОФХ Способен использовать термодинамические расчеты при анализе и моделировании свойств материалов, физических и химических процессов	– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; – участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям	**Знание** фундаментальных разделов и законов физической химии и основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ **Умение** использовать знания фундаментальных законов и экспериментальные методы исследования физической химии, к решению поставленных задач. **Опыт проведения** термодинамических расчетов и анализа свойств материалов, а также физических и химических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Экология», «Кристаллография». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются изучением дисциплин Физическая химия», «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Технологии наноматериалов», «Физика и химия полупроводников», «Физика и химия поверхности», «Технология материалов электронной техники», выполнением индивидуальных заданий практики и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	5	180	36	18	18	72	Экз (36), КП

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Предмет физической химии, её значение. Основы теории химической связи.	4	-	2	6	Опрос
2. Основные понятия химической термодинамики. Основы термодинамики.	24	8	16	46	Защита лабораторных работ 1 и 2
					Контрольные работы 1 и 2
					Рубежный контроль 1
					Выполнение индивидуальных заданий курсового проекта 1-2
3. Химическое равновесие.	6	10	4	20	Выполнение индивидуального задания курсового проекта 3
					Защита лабораторных работ 3 и 4

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание

1	1	2	Предмет и задачи физической химии (ФХ). История и основные направления развития ФХ. Принципы исследования свойств вещества. Роль термодинамики (ТД), кинетики и квантовой химии в описании химических и физических явлений.
	2	2	Строение молекул и природа химической связи. Виды химических связей. Понятие об электроотрицательности элемента. Поляризация. Дипольный момент.
2	3	2	Основные понятия химической ТД. Различные виды систем. Понятие о ТД системе и ТД параметрах. Виды состояний систем. Различные виды процессов. Понятие о ТД функциях. Основные постулаты ТД. Уравнения состояния конденсированных и газовых систем.
	4	2	Первый закон ТД. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Применение первого начала ТД к идеальным газам. Применение первого начала к химическим процессам.
	5	2	Термохимия. Закон Гесса. Методы расчёта энтальпий химических реакций и образования соединений.
	6	2	Понятие о теплоёмкости. Теории теплоёмкости газа и конденсированных тел. Методы её оценки на основе экспериментальных данных. Зависимость теплоёмкости от температуры. Зависимость теплового эффекта от температуры и давления.
	7	2	Формула Кирхгофа. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Понятие о характеристической температуре и методы её оценки на основе экспериментальных данных. Экспериментальные методы исследования теплоёмкости.
	8	2	Второе начало ТД для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Изменение энтропии в разных процессах. Обобщенная форма первого и второго законов, фундаментальное уравнение Гиббса.
	9	2	Абсолютная энтропия. Постулат Планка. Третий закон ТД. Энтропия открытых систем.
	10	2	Элементы статистической термодинамики. Понятие фазового пространства. Микро и макро состояния системы. Различные виды статистик. Методы Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака, Гиббса. Сумма по состояниям и термодинамические функции.
	11	2	Методы расчёта энтропии в разных процессах. Примеры расчёта энтропии. Энтропия и ТД вероятность. Связь макроскопической ТД и статистической физики. Изменение энтропии при фазовых переходах. Виды энтропии для различных видов систем. Оценка величины энтропии на основе экспериментальных данных.
	12	2	Характеристические функции. Метод ТД потенциалов Гиббса. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Систематика характеристических функций.
	13	2	Соотношения Максвелла. Связь между функцией Гиббса и Гельмгольца с другими ТД функциями. Уравнение Гиббса –

			Гельмгольца. Состояние равновесия и ТД потенциалы. ТД сложных систем. Основные представления о ТД неравновесных процессов.
	14	2	Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца в различных процессах: при изменении температуры и давления. Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца при химической реакции. Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца на основе экспериментальных данных. Основные представления о ТД малых систем.
	15	2	Фугитивность. Химический потенциал идеального и реального газов. Вычисление коэффициентов фугитивности реальных газов. Активность и коэффициент активности. Вычисление коэффициентов активности на основе экспериментальных данных.
3	16	2	Учение о химическом равновесии. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Направление химической реакции. Закон действия масс. Стандартная энергия Гиббса реакции и константа равновесия.
	17	2	Разные способы выражения состава реакционной смеси. Влияние давления на равновесие химической реакции. Принцип смещения равновесия. Гетерогенное химическое равновесие.
	18	2	Уравнения изобары и изохоры реакции. Постулат Планка. Абсолютная энтропия химического соединения. Расчёт констант равновесия реакций при различных температурах на основе абсолютных значений энтропий.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Природа химической связи. Типы химической связи: ионная, полярная, ковалентная. Ван – дер - ваальсовое и донорно - акцепторное взаимодействие. Водородная связь. Полярность молекул. Дипольный момент. Электроотрицательность. Изменение характера химической связи под давлением. Атомная энергия образования молекул. Методы экспериментального исследования строения молекул.
2	2	2	Изучение основных понятий химической ТД. Примеры и решение задач по теме: уравнения состояния газов. Примеры и решение задач по теме: первый закон ТД, закон Гесса. Выдача задания по курсовому проекту.
	3	2	Расчет энтальпии реакций по энтальпии образования соединений, по энергиям связей. Расчёт энтальпии реакций (сгорания, образования)

			с использованием справочных данных.
	4	2	Расчет стандартной энтальпии образования различных соединений при различных температурах и данных по теплоемкостям. Примеры использования закона Кирхгоффа. Контрольная работа 1.
	5	2	Расчет изменения энтропии в различных процессах, химических реакциях. Расчет энтропии образования соединений при заданных температуре и давлении. Расчет энтропии по результатам измерения теплоёмкости. Методы оценки достоверности экспериментальных данных о теплоемкости различных веществ.
	6	2	Характеристические функции и их систематика. Расчет изменения энергии Гиббса различных реакций при заданной температуре. Особенности использования справочных данных. Вычисление стандартной энергии Гиббса и Гельмгольца для случая образования соединения. Основные представления о ТД неравновесных процессов.
	7	2	Расчет коэффициентов активности, фугитивности и химического потенциала компонентов из данных по давлению пара и данным ЭДС элемента.
3	8	2	Расчеты химического равновесия. Метод расчета констант равновесий по стандартным ТД величинам. Расчет константы равновесия заданной реакции при различных температурах и давлениях. Направление химической реакции.
	9	2	Сдача курсового проекта.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей.
	2	4	Определение энтальпии смешивания двухкомпонентных жидких смесей.
3	3	4	Исследование температурной зависимости давления диссоциации.
	4	6	Определение давления насыщенного пара методом точек кипения.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Проработка теоретического материала (Лекции 1, 2)
	4	Подготовка к устному опросу по материалам Модуля 1
2	10	Проработка теоретического материала (Лекции 3-12)
	4	Подготовка к лабораторным работам 1 и 2
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 1 и 2
	4	Подготовка к Рубежному контролю 1
	8	Подготовка к Контрольным работам 1 и 2
	16	Выполнение индивидуального задания 1 и 2 Курсовой проектной работы
3	3	Проработка теоретического материала (Лекции 13-15)
	4	Подготовка к лабораторным работам 3 и 4
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 3 и 4
	9	Выполнение индивидуального задания 3 Курсовой проектной работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Определите тепловой эффект ΔH^o_{298} химической реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при стандартных условиях, причем газообразные вещества представлены в идеальном состоянии. Значения энтальпии образования ΔH^o_{298} участников реакции найдите в справочнике термодинамических величин.

2. Найдите коэффициенты Δa, Δb, Δc и $\Delta c'$ уравнения температурной зависимости теплоемкости вида: $\Delta CP = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^{2} + \Delta c'T^{-2}$ для реакции (вариант реакции указывается преподавателем).

3. Определите тепловой эффект реакции при восьми значениях температуры в интервале от 298 до 1000 К и стандартном давлении (1 атм).

4. Вычислите изменение энтропии ΔS^o_{298} в ходе реакции при 298 К и стандартном давлении.

5. Рассчитайте изменение энтропии в ходе реакции при температурах в интервале от 298 до 1000 К и стандартном давлении.

6. Определите изменение стандартной энергии Гиббса ΔG^o_{298} для химической реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при температурах от 298 до 1000 К.

7. Рассчитайте константу равновесия K_P для реакции при температурах от 298 до 1000К.

8. Найдите степень превращения β реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при стандартном давлении P и температуре, равной 800 К. Найдите β реакции при общем давлении P (указывается преподавателем) и температуре $T = 800$ К.

9. Вычислите, при каком общем давлении P степень превращения β вещества станет равной указанному преподавателем при температуре 800 К.

10. Определите состав равновесий смеси (в молекулярных процентах) при давлении *P* и температурах, указанных преподавателем.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , http://orioks.miet.ru/):

Модули 1-3:

- ✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Основы физической химии»*
- ✓ *Методические указания для студентов по выполнению индивидуального задания (курсового проекта)*

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; Под ред. А.Г. Стромберга. - 7-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2009. - 528 с.

2. Михайлова М.С. Физическая химия : Метод. указания по выполнению семестровых заданий и курсовых работ. Ч. 2 / М.С. Михайлова, К.Б. Поярков, Ю.И. Шиляева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 64 с

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **Лань: электронно-библиотечная система.** – Санкт-Петербург, 2011. – URL: https://e.lanbook.com/(дата обращения: 21.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека**: сайт. – Москва, 2000. – URL: https://elibrary.ru(дата обращения: 11.05.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. **РУКОНТ** : Национальный цифровой ресурс : Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва :Сколково, 2010 - . - URL: https://lib.rucont.ru/search(дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. **SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики**: сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. Google Scholar : сайт. – США, 2004. – URL: https://scholar.google.ru. – (дата обращения: 10.05.2024). – Режим доступа: свободный.
6. База American Chemical Society (ACS) : [сайт]. - URL: http://pubs.acs.org (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
7. Electrochemical Society : [сайт]. – URL: http://ecsdl.org/ (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение (**реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**).**

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя*.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы**:

1) http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html - учебные материалы по курсу физической химии (Химический факультет МГУ).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень программного обеспечения**
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Windows, пакет MS Office браузер
Учебная аудитория «Лаборатория микроскопии»	Технические средства обучения: Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютеры, принтеры	Операционная система Windows, пакет MS Office
Учебная аудитория «Лаборатория физической и органической химии»	Стенд для проведения лабораторной работы «Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей». Стенд для проведения лабораторной работы «Определение энтальпии смешивания двухкомпонентных жидких смесей». Стенд для проведения лабораторной работы «Исследование температурной зависимости давления диссоциации». Стенд для проведения лабораторной работы «Определение давления насыщенного пара методом точек кипения».	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ОПК-1.ОФХ** « Способен выбирать и применять методы исследования физико-химических свойств вещества при решении задач профессиональной деятельности».

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ОФХ** « Способен использовать термодинамические расчеты при анализе и моделировании свойств материалов, физических и химических процессов».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Содержание дисциплины разбито на 3 модулей. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные мероприятия, направленные на проверку усвоения необходимых знаний – домашние задания, контрольные работы и тестирование в форме рубежного контроля; на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуального задания (курсового проекта), результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

Качество самостоятельной работы студентов проверяется на каждом семинарском занятии и в процессе выполнения индивидуальных заданий, на которых отрабатываются и проверяются способности студента публично презентовать материалы выполнения СРС, вести дискуссию, приводить аргументы, логично и последовательно излагать свою точку зрения, демонстрируя понятийное и критическое мышление.

Индивидуальное задание выполняется самостоятельно в рамках отведенного времени на СРС. При подготовке к выполнению индивидуального задания студент должен продемонстрировать знания, умения и опыт деятельности, включающие поиск необходимой и дополнительной информации по темам практических занятий в научных источниках (рекомендованных ПБД и ИСС, а также найденных самостоятельно). Результаты выполнения индивидуального практико-ориентированного задания представляются публично на практических занятиях и обсуждаются с преподавателем и одногруппниками.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 18 учебных недель.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype и др.) и электронной почты.

Для итоговой аттестации студент должен предоставить портфолио, включающее: конспект лекций, конспект литературы, подготовленный в рамках самостоятельной работы, материалы лабораторных работ, домашнее задание, курсовой проект.

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины в 4 и 5 семестре предусмотрен ***экзамен.***

Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача промежуточной аттестации (в сумме 100 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/ .

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	**Оценка**
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.х.н. _____/М.С.Михайлова/

Рабочая программа дисциплины «Основы физической химии» по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 18 июня 2024 года, протокол № 9.

Директор Института ПМТ _____ /С.А.Гаврилов/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____ /Т.П.Филиппова/