	Министерство образования и науки Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Рабочая программа дисциплины
	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

_____ Н.Ю.Бабанов
« ____ » _____ 2015 г

Кафедра «Нанотехнология и биотехнология»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.1
«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Образовательная программа: основная профессиональная образовательная программа
высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки
(код и наименование направления подготовки в аспирантуре)

Направленность (профиль): Физическая химия
(наименование направленностей (профилей) подготовки в аспирантуре)

Присваиваемая квалификация:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения

_____ очная _____

Нижний Новгород 2015

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия» для аспирантов направления подготовки 04.06.01 Химические науки (профиль: Физическая химия)/авт. В.М. Воротынцев – Нижний Новгород: НГТУ, 2015. - 20 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Физическая химия» аспирантам очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 04.06.01 «Физическая химия» (профиль: Органическая химия).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 869.

2. Паспорт научной специальности 02.00.04 «Физическая химия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.

3. Программа-минимум кандидатского экзамена по научной специальности 02.00.04 «Физическая химия», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов» (в соответствии с письмом Минобрнауки России от 12.07.2011 № СИ-754/04 «О кандидатских экзаменах» - если специальность в номенклатуре поменялась);

4. Учебные планы подготовки аспирантов НГТУ по направленностям (профилям) основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Автор _____ В.М. Воротынцев
(подпись)


_____ 2015 г.

© Воротынцев В.М., 2015

© ФГБОУВПО НГТУ, 2015

**СОДЕРЖАНИЕ**

	стр
1	4
2	4
3	5
4	6
4.1	6
4.2	6
4.2.1	6
4.2.2	7
4.3	11
4.4	11
4.5	11
5	12
6	12
7	14
7.1	14
7.2	15
7.3	16
7.4	16
7.5	16
7.6	17
8	17
	19
	20

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия»

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов компетенций в области общих и специфических особенностей физико-химических процессов превращения веществ, а также знаний и умений в области теоретических и основ применения физико-химических методов в материаловедении.

Задачи:

- формирование навыков в области расчета констант равновесия газовых реакций;
- изучение синтетических методов и подходов координационной и металлоорганической химии лантаноидов;
- изучение основных классов реакций, катализируемых соединениями лантаноидов;
- изучение современных подходов к исследованию электронного строения координационных соединений, основы фотоэлектронной и фотоионизационной спектроскопии, методов квантово-химических расчетов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Физическая химия» включена в вариативную часть Блока 1 Программы в качестве обязательной дисциплины. Шифр дисциплины - Б1.В.ОД.1.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет),. элективных дисциплин по направленности ОПОП ВО третьего уровня (аспирантура).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского минимума, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах НКР (диссертации).

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-15

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1
«Физическая химия»

Блок	Базовая или вариативная часть	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
			Зачетные единицы	Часы			
				Общая	В том числе		
	Аудиторная	СРО					
Б1.В.ОД.1	Вариативная часть	5	3	108	12	96	
		6	3	108	12	96	экзамен
ИТОГО			6	216	24	192	экзамен

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)**Область профессиональной деятельности выпускников:**

– сферы науки, наукоемких технологий и химического образования, охватывающие совокупность задач теоретической и прикладной химии (в соответствии с направленностью подготовки), а также смежных естественнонаучных дисциплин.

Объекты профессиональной деятельности:

– новые вещества, химические процессы и общие закономерности их протекания, научные задачи междисциплинарного характера.

Дисциплина «Физическая химия» направлена на освоение следующих видов профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская деятельность в области химии и смежных наук;
- преподавательская деятельность в области химии и смежных наук.

№ пп.	Формируемые компетенции	Номер/ индекс компетенции
1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1
2	Способность выявлять проблемные места в области физической химии, формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений	ПК-1
3	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования	ПК-2


Версия: 1.0

Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:

КЭ: _____

УЭ № _____

Стр. 5 из 20

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия»

	в области физической химии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
--	--	--

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Шифр компетенции	Шифр результата обучения	Результат обучения
ОПК-1	З ¹ (ОПК-1)-3	знать: основные принципы использования современных методов исследования в области физической химии
ПК-1	З ¹ (ПК-1)-1	знать: современные тенденции и основные направления исследований в развитии физической химии
ПК-2	З ¹ (ПК-2)-3	знать: основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области физической химии с использованием передовых технологий

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

4.1 Структура дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Физическая химия	216	24	24	-	-	-	192	Экзамен

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)	Шифр результата обучения
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР		
1	Строение вещества	5	-	-		38	З ¹ (ОПК-1)-3 З ¹ (ПК-1)-1 З ¹ (ПК-2)-3
2	Основные понятия и законы термодинамики	5	-	-		38	З ¹ (ОПК-1)-3 З ¹ (ПК-1)-1 З ¹ (ПК-2)-3
3	Элементы статистической термодинамики	5	-	-		38	З ¹ (ОПК-1)-3 З ¹ (ПК-1)-1 З ¹ (ПК-2)-3
4	Элементы термодинамики необратимых процессов	5	-	-		38	З ¹ (ОПК-1)-3 З ¹ (ПК-1)-1 З ¹ (ПК-2)-3
5	Растворы. Фазовые равновесия	4	-	-		40	З ¹ (ОПК-1)-3 З ¹ (ПК-1)-1 З ¹ (ПК-2)-3



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-15

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1
«Физическая химия»

ИТОГО: 24 - - 192

4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Строение вещества	<p>1. Основы классической теории химического строения. Основные положения классической теории химического строения. Структурная формула и граф молекулы. Изомерия. Конформации молекул. Связь строения и свойств молекул.</p> <p>2. Физические основы учения о строении молекул. Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Методы молекулярной механики и молекулярной динамики при анализе строения молекул. Общие принципы квантово-механического описания молекулярных систем. Стационарное уравнение Шрёдингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Электронное волновое уравнение. Потенциальные кривые и поверхности потенциальной энергии. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул. Нормальные колебания, амплитуды и частоты колебаний, частоты основных колебательных переходов. Колебания с большой амплитудой. Вращение молекул. Различные типы молекулярных волчков. Вращательные уровни энергии. Электронное строение атомов и молекул. Одноэлектронное приближение. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Корреляционные орбитальные диаграммы. Теорема Купманса. Пределы применимости одноэлектронного приближения. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация.</p> <p>Электронная корреляция в атомах и молекулах. Её проявления в свойствах молекул. Метод конфигурационного взаимодействия.</p> <p>Представления о зарядах на атомах и порядках связей. Различные методы выделения атомов в молекулах. Корреляции дескрипторов электронного строения и</p>	Лекции



свойств молекул. Индексы реакционной способности. Теория граничных орбиталей.

3. *Симметрия молекулярных систем.* Точечные группы симметрии молекул. Понятие о представлениях групп и характерах представлений. Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний атомов и молекул по симметрии. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей, σ - и π -орбитали. σ -Электронное приближение. Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение. Орбитальные корреляционные диаграммы. Сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях.

4. *Электрические и магнитные свойства.* Дипольный момент и поляризуемость молекул. Магнитный момент и магнитная восприимчивость. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные методы исследования строения молекул. Химический сдвиг. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.

5. *Межмолекулярные взаимодействия.* Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Молекулярные комплексы. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Водородная связь. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.

6. *Основные результаты и закономерности в строении молекул.* Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения. Строение основных типов органических и элементоорганических соединений. Соединения включения. Полимеры и биополимеры.

7. *Строение конденсированных фаз.* Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, сингонии. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней. Атомные,



		<p>ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, каркасные и слоистые структуры. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы. Аморфные вещества. Особенности строения полимерных фаз.</p> <p>Металлы и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы. Жидкости. Мгновенная и колебательно усреднённая структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов.</p> <p>Мицеллообразование и строение мицелл. Мезофазы. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.).</p>	
2	Основные понятия и законы термодинамики	<p>1. <i>Основные понятия термодинамики:</i> изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния.</p> <p>2. <i>Первый закон термодинамики.</i> Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.</p> <p>3. <i>Второй закон термодинамики.</i> Энтропия и её изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур.</p> <p>Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.</p>	Лекции
3	Элементы статистической термодинамики	<p>Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые пространства. Эргодическая гипотеза. Термодинамическая вероятность и её связь с энтропией. Распределение Максвелла – Больцмана.</p> <p>Статистические средние значения макроскопических</p>	Лекции



		<p>величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Расчет числа состояний в квазиклассическом приближении.</p> <p>Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии. Постулат Планка и абсолютная энтропия.</p> <p>Приближение «жесткий ротатор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоёмкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением.</p> <p>Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия и конфигурационный интеграл для реального газа.</p> <p>Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми. Статистическая теория Эйнштейна идеального кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты.</p>	
4	Элементы термодинамики необратимых процессов	Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.	Лекции
5	Растворы. Фазовые равновесия	<p>1. <i>Различные типы растворов.</i> Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение.</p> <p>Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета.</p> <p>Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные моль-</p>	Лекции



		ные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.	
--	--	--	--

4.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Физическая химия» составляет 192 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.	38
2	Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и её использование для расчетов химических равновесий.	38
3	Вычисление сумм по состояниям для кристаллов с различными точечными дефектами. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.	38
4	Термодиффузия и её описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энского.	38
5	Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси.	40

**5 Образовательные технологии**

При освоении дисциплины «Физическая химия» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

Образцы оценочных средств***для проведения текущего контроля в виде тестов******Тесты к разделу 1:***

Вопрос 1: Основные положения классической теории химического строения.

Вопрос 2: Структурная формула и граф молекулы.

Тесты к разделу 2:

Вопрос 1: Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость.

Вопрос 2: Закон Гесса.

Тесты к разделу 3:

Вопрос 1: Микро- и макросостояния химических систем.

Вопрос 2: Фазовые пространства.

Тесты к разделу 4:



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-15

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1
«Физическая химия»

Вопрос 1: Основные положения термодинамики неравновесных процессов.

Вопрос 2: Локальное равновесие.

Тесты к разделу 5:

Вопрос 1: Способы выражения состава растворов.

Вопрос 2: Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов.

**Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации
по итогам освоения дисциплины (экзамен)**

Оценивание «знаниевой» составляющей компетенции

Шифр компетенции	Шифр результата обучения	Номер темы	Вопросы
ОПК-1	З ¹ (ОПК-1)-3	1	1. Различные типы молекулярных волчков. Вращательные уровни энергии. 2. Электронное строение атомов и молекул
		2	3. Уравнения состояния. 4. Теорема о соответственных состояниях
		3	5. Микро- и макросостояния химических систем. 6. Фазовые пространства.
		4	7. Основные положения термодинамики неравновесных процессов.
		5	8. Способы выражения состава растворов 9. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов
ПК-1	З ¹ (ПК-1)-1	1	10. Одноэлектронное приближение. 11. Атомные и молекулярные орбитали.
		2	12. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. 13. Энтропия и её изменения в обратимых и необратимых процессах.
		3	14. Эргодическая гипотеза 15. Термодинамическая вероятность и её связь с энтропией.
		4	16. Локальное равновесие
		5	17. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля 18. Неидеальные растворы и их свойства
ПК-2	З ¹ (ПК-2)-3	1	19. Корреляционные орбитальные диаграммы. 20. Теорема Купманса
		2	21. Фундаментальные уравнения Гиббса. 22. Характеристические функции
		3	23. Распределение Максвелла – Больцмана. 24. Статистические средние значения макроскопических величин
		4	25. Потоки и силы.
		5	26. Метод активностей 27. Коэффициенты активности и их определение

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций,
а также шкал оценивания**

Категорий «знать» применяется в следующих значениях:


Версия: 1.0

Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:

КЭ: _____

УЭ № _____

Стр. 13 из 20

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия»

«**знать**» – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.

Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Критерии оценивания компетенции следующие:

проверка уровня сформированности «знаниевой» составляющей компетенции по теме:

- «Неудовлетворительно» – не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки.
- «Удовлетворительно» – допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, имеются затруднения с выводами.
- «Хорошо» – способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей.
- «Отлично» - свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, использует в ответе материал монографической литературы.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Кругляков П.М., Хаскова Т. Н.	Физическая и коллоидная химия	М. : Высш.шк., 2007	Учебное пособие, УМО	10
2	В.И. Ролдугин	Физикохимия поверхности	Долгопрудный: ООО Издательский	Учебник-монография	1



			Дом «Интеллект», 2008		
3	Гельфман М.И.	Практикум по физической химии	М.: Издательство «Лань»	Учебное пособие для технологических специальностей и направлений	10
4	Стромберг А.Г., Семченко Д. П.	Физическая химия	М. : Высш.шк., 2006	Учебник, М-во образования РФ	20
5	Зимон А.Д.	Физическая химия	М. : Агар, 2003	Учебник, М-во образования РФ	32
6	Еремин В.В.	Основы физической химии. Теория и задачи	М. : Экзамен, 2005	Учебное пособие, УМО	1
7	Байрамов В.М.	Основы химической кинетики и катализа	М. : Academia, 2003.	Учебное пособие, Совет по химии УМО	15
8	Кругляков П.М., Хаскова Т. Н.	Физическая и коллоидная химия	М. : Высш.шк., 2007	Учебное пособие, УМО	10

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1	К. С. Краснов	Физическая химия : Учебник: В 2-х кн. Кн. 1 : Строение вещества. Термодинамика	М. : Высш.шк., 2001	Учебник для вузов	65
2	Жуховицкий А.А.	Физическая химия	М. : Металлургия, 2001	Учебник для вузов	23
3	Гельфман М.И.	Практикум по физической химии	СПб. : Лань, 2004.	Учебное пособие, Сиб. региональный УМЦ высш. проф. образования	1
4	Байрамов В.М.	Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями	М. : Академия, 2003	Учебное пособие, Совет по химии УМО	25
5	Салем Р.Р.	Физическая химия. Начала теоретической электрохимии	М. : УРСС; КомКнига, 2005		30



7.3 Периодические издания

- Журнал органической химии
- Химия гетероциклических соединений
- Журнал общей химии
- Журнал структурной химии
- Известия вузов. Химия и химическая технология.
- Журнал прикладной химии
- Известия Академии наук. Серия химическая.
- Неорганический материалы
- Journal Organic Chemistry
- Journal American Chemical Society
- International Journal of Quantum Chemistry
- Applied catalysis B. Environmental
- Journal of American chemical society
- RSC Advances
- RSC Catalysis Science & Technologies
- Journal of membrane science
- Plasma chemistry & plasma processing

7.4 Интернет-ресурсы

- <http://www.edu.ru/> Российское образование. Федеральный портал
- <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/org.htm/> Химический факультет МГУ: лекции, практические занятия, методические указания
- <http://www.scopus.com> База цитирований
- <http://www.webofscience.com> База цитирований
- <http://www.rfbr.ru> Российский фонд фундаментальных исследований
- <http://www.rscf.ru> Российский научный фонд
- <http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека

7.5 Нормативные документы

- Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012 г.;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре «04.06.01 Химические науки», утвержденный приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 869.



- Постановление правительства Российской Федерации «О порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г.;
- Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р
- Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью
- Федеральный закон № 261-ФЗ об энергосбережении и энергоэффективности (ред. от 13.07.2015)

7.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – а.1334, «Лаборатория мембранных и каталитических процессов» а.1330, «Лаборатория метрологии и стандартизации», а. 1330а, «Научно-исследовательская лаборатория анализа веществ», а. 1221.	Комплекс аппаратно-программный на базе газового хроматографа «Цветаналитик» с оригинальной проточно-вакуумной системой напуска анализа с набором детекторов (ПВД, ДТД, ДПР, ФВД, ПФД) - для проведения качественного анализа "in situ" по методу абсолютной градуировки и проведения кинетических исследований, а также определения количественного состава примесей и для проведения экспериментов по изучению сорбции методом обращенной газовой хроматографии Спектрометрическая лаборатория, Спектрофотометр ИК-Фурье, Shimadzu IRAffinity-1 - проведение ИК-Фурье исследований в газовой кювете PIKE 22 метра с возможностью прогрева реакционной зоны до 250 град С, для установления взаимодействия	- Windows7 (общеинститутская лицензия); Microsoft Office 2010 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel) (общеинститутская лицензия). Обеспечение НГТУ им. Р.Е. Алексеева - Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»).




НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-15

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1
«Физическая химия»**

	<p>различных смесей хлоридов кремния в паровой фазе (анализ газовых потоков). Атомно-абсорбционный спектрофотометр Shimadzu AA-7000 снабженный автосемплером ASC-7000 и графитовой печью GFA-7000A. УФ-ВИД-спектрофотометр, Shimadzu UVmini-1240.</p> <p>Хромома-масс-спектрометр, Shimadzu GCMS-QP2010Plus - проведение количественного и качественного анализа с идентификацией основных компонентов и примесей хлорсиланов и других опасных газов на капиллярной колонке с большой толщиной неподвижной фазы для анализа агрессивных веществ с пределом обнаружения 10^{-5} об. % по исследуемым веществам. Многостадийный пиролизер Shimadzu EGA/PY3030D, инжектор и крана-дозатор фирмы Frontier Laboratories (Фронтье Лабораторис) для газового хромато-масс-спектрометра.</p> <p>Планетарная мельница Retsch PM100.</p> <p>Исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов и компьютерный класс из 10 компьютеров объединенных в кластер для проведения физико-математических, квантово-химических исследований и 3D – моделирования.</p> <p>Вакуумный пост с турбомолекулярным и пластинчато-роторным вакуумным безмасляным насосами PFEIFFER Hi CUBE - для создания высокого вакуума в газовой кювете PIKE-22m используемой на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRAffinity</p> <p>Для исследования мембран: манометрические установки по определению газопроницаемости мембран (в стандартном исполнении и в исполнении для работы с агрессивными газами)</p> <p>Модельный стенд для приготовления газовых смесей волуметрическим методом, установка для ультразвуковой обработки, установка для определения смачиваемости, вакуумные насосы.</p>	
<p>Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215</p>	<p>30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.</p>	

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-15	Рабочая программа дисциплины Б1.В.ОД.1 «Физическая химия»

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учеб-
ный год

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ ____ ” _____ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-
ный учебный год

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФСВК

наименование факультета (института, где реализуется данное направление) личная подпись расшифровка подписи дата