Приложение 4

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЦМиМ
_____ В.Н. Баранов
подпись инициалы, фамилия
«1» января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Физическая химия

Группа научных специальностей 1.4 Химические науки

Научная специальность 1.4.4 Физическая химия

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями

Группа научных специальностей /научная специальность
1.4 Химические науки /1.4.4 Физическая химия
шифр и наименование

Программу составили Денисов В. М.

Заведующий кафедрой (разработчик) Денисова Л. Т.

«____»_____2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической и неорганической химии (выпускающая) _____
_____
«____» _____ 2022 г. протокол № _____

Заведующий кафедрой (выпускающей) Денисова Л. Т._____
Дополнения и изменения в учебной программе на 20 __/20__ учебный год.
В рабочую программу вносятся следующие изменения: _____
_____
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры на заседании кафедры физической и неорганической химии «____» _____ 20___г. протокол № _____

Заведующий кафедрой Денисова Л. Т._____

Внесенные изменения утверждаю:
Директор института цветных
металлов и материаловедения Баранов В.Н_____

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины.

Физическая химия – раздел химической науки об общих законах, определяющих строение веществ, направление и скорость химических превращений при различных внешних условиях; о количественных взаимодействиях между химическим составом, структурой вещества и его свойствами. Теоретической основой физической химии являются общие законы физической науки. Она включает учение о строении молекул вещества, химическую термодинамику и химическую кинетику.

Цель изучения дисциплины – получение аспирантами углубленных знаний о химической кинетике и термодинамике, поверхностной химии, основных способах применения кинетических и термодинамических методов для решения химических проблем, необходимых для регулирования технологических процессов, в том числе и создание новых материалов с заданными свойствами..

1.2 Задачи изучения дисциплины.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование компетенций, которые дадут возможность аспирантам эффективно применять в профессиональной деятельности полученные знания, умения и навыки.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате изучения дисциплины аспиранты должны знать:

- основные закономерности и особенности кинетики и термодинамики химических процессов, имеющих важное современное научное и практическое значение;
- основы термодинамического и кинетического анализа процессов получения новых материалов;
- - термодинамический анализ многокомпонентных систем и процессов;
- - расчеты фазового и химического состава равновесных систем;
- основы кинетического и термодинамического описания химических реакций, имеющих место в материаловедении и технологии материалов;
- роль кинетических факторов и фундаментальные проблемы, возникающие при производстве современных материалов.

Аспиранты должны уметь:

- применять основные закономерности химической кинетики и термодинамики для физико-химического анализа соответствующих процессов, обсуждения результатов, в том числе, с привлечением специальных программ и информационных баз данных;
- использовать современные методы и компьютерные программы для прогнозирования химических процессов.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина относится к образовательному компоненту учебного плана подготовки обучающихся по специальности 1.4.4 – Физическая химия.

Курс является основой для подготовки к выполнению научно-исследовательской работы по теме диссертации, прохождения научно-исследовательской и научно-педагогических практик, выполнения и защиты кандидатской диссертации, и к сдаче кандидатского минимума по физической химии.

Для изучения специальной учебной дисциплины «Физическая химия» аспирантам необходимо знать основное содержание следующих дисциплин высшего профессионального образования:

- Строение вещества;
- Общая физика;
- Неорганическая химия;
- Химическая термодинамика, химическая кинетика и катализ, электрохимия;
- Коллоидная химия;
- Химическая технология.
- Гетерогенные процессы. Адсорбция и катализ.

1.5 Особенности реализации дисциплины.

Дисциплина реализуется на русском языке, без применения ЭО и ДОТ.

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		3	7
Общая трудоемкость дисциплины	**3 (108)**	2 (72)	
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)	
занятия семинарского типа	0,5 (18)	0,5 (18)	
в том числе: семинары практические занятия	0,5 (18)		
другие виды контактной работы	-		
Самостоятельная работа аспирантов:	**1(36)**	**1(36)**	
изучение теоретического курса (ТО)	1(36)	1(36)	
Вид промежуточной аттестации зачет, экзамен	1 (36)		1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий).

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад.час)	Занятия семинарского типа (Семинары и/или Практические занятия (акад.час))	Самостоятельная работа, (акад.час)

1	2	3	4	5
1.	**Модуль 1.** Химическая термодинамика. **Раздел 1.** Основные понятия и законы термодинамики. **Раздел 2.** Элементы статистической термодинамики **Раздел 3.** Элементы термодинамики необратимых процессов **Раздел 4.** Растворы. Фазовые равновесия	10	10	8
2.	**Модуль 2.** Химия поверхности **Раздел 5.** Поверхности конденсированных фаз. **Раздел 6.** Адсорбция из растворов. **Раздел 7**. Поверхностные процессы.	3	3	17
3	**Модуль 3.** Химическая кинетика **Раздел 8.** Основные понятия химической кинетики. Раздел 9. Сложные и цепные реакции. **Раздел 10.** Гетерогенные реакции. **Раздел 11**. Электрохимические реакции.	4	4	7
	Модуль 4. Актуальные направления развития физической химии	1	1	4

3.2 Занятия лекционного типа.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновацио-

1	**Модуль 1.** Химическая термодинамика. **Раздел 1.** Основные понятия и законы термодинамики.	Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические параметры. Уравнения состояния. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Первый и второй законы термодинамики. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.	2	0,5
2	**Раздел 2.** Элементы статистической термодинамики	Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые G - и m -пространства. Эргодическая гипотеза. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией. Распределение Максвелла – Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Расчет числа состояний в квазиклассическом приближении. 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. Приближение «жесткий ротатор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Статистическая термодинамика реальных систем. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми.	3	1

3	**Раздел 3.** 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. Термодиффузия и ее описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энского.	4	1
4	**Модуль 2.** Химия поверхности **Раздел 5.** Поверхности конденсированных фаз.	Поверхности жидкостей. Термодинамика поверхности жидкости. Структура поверхностного слоя жидкости. Ориентация молекул в поверхностном слое жидкости. «Равновесные» капиллярные волны на поверхности жидкости и их влияние на структуру поверхности. Поверхность жидких металлов. Температурная зависимость поверхностного натяжения. Поверхности твердых тел. Термодинамика поверхностей твердых тел. Электронная структура поверхности. Поверхности металлов, полупроводников и диэлектриков. Таммановские поверхностные состояния. Поверхностные уровни типа Шокли. Поверхность раздела твердое тело/газ. Силы взаимодействия молекул с поверхностью. Термодинамика адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Основные адсорбционные уравнения. Фазовые переходы в адсорбционных слоях. Деформация твердых тел при адсорбции. Реконструкция поверхности под действием адсорбатов. Адсорбция на металлах, полупроводниках. Влияние адсорбции на электронные поверхностные состояния.	0,5	0,5

5	**Раздел 6.** Адсорбция из растворов.	Адсорбция неэлектролитов. Решеточная модель. Модель двух фаз. Адсорбция электролитов. Двойной электрический слой. Адсорбция поверхностно-активных веществ (адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ, адсорбция ионогенных поверхностно-активных веществ). Адсорбция полимеров (приближение среднего поля, скейлинговый подход). Адсорбция полиэлектролитов.	2	0,5
6	**Раздел 7.** Поверхностные процессы.	Динамика поверхности жидкости. Капиллярные волны (идеальная жидкость, вязкая жидкость, влияние поверхностно-активных веществ на распространение капиллярных волн). Поверхностные потоки. Динамическое поверхностное натяжение. Движение плоского фронта жидкости. Течения Марангони (конвекция Бенара—Марангони, волновое движение Марангони, межфазная турбулентность). Рассеяние света на поверхности жидкости. Неравновесные электронные процессы на поверхности. Термоэлектронная эмиссия (первая и вторая формулы Ричардсона, зависимость тока эмиссии от напряжения, эффект Шоттки, автоэлектронная (холодная) эмиссия, фотоэлектронная эмиссия). Вторичная электронная эмиссия. Поверхностные плазмоны и магноны. Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние.	2.5	
7	**Раздел 10.** Гетерогенные реакции.	Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Теория РРКМ. Бимолекулярные и тримолекулярные	1	1

		реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры. Реакции в растворах. Клеточный эффект и сольватация. Фотохимические и радиационно-химические реакции.		
8	**Раздел 11**. Электрохимические реакции.	Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Теория Гуи – Чапмена – Грэма. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Полярография. Химические источники тока, их виды. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.	1	
9	**Модуль 4. Раздел 12.** Актуальные направления развития физической химии	Молекулярный и гетерогенный катализ. Нанесенные металлические и оксидные катализаторы. Современные нанокаталитические технологии. Термодинамическое моделирование химических процессов.	2	1

3.3 Занятия семинарского типа.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий[1]	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме

1	**Модуль 1.** Химическая термодинамика. **Раздел 1.** Основные понятия и законы термодинамики	Первый и второй законы термодинамики. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Характеристические функции Химические потенциалы. Химическое равновесие. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий. Решение задач.	2	
2	**Раздел 2.** Элементы статистической термодинамики	Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Решение задач. Статистическая термодинамика реальных систем. Статистическая теория Эйнштейна идеального кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты. Решение задач.	3	1
3	**Раздел 4. Растворы. Фазовые равновесия**	Различные типы растворов. Идеальные и неидеальные растворы и их свойства. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Коллигативные свойства растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в	6	1

4	**Раздел 7.** Поверхностные процессы.	Испарение с поверхности жидкости. Кинетика испарения. Коэффициент конденсации. Скачки давления и температуры у поверхности испарения. Испарение и рост капель. Решение задач.	1	
5	**Модуль 3.** Химическая кинетика **Раздел 8.** Основные	Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Реакции переменного порядка. Решение задач.	1	
6	**Раздел 9.** Сложные и цепные реакции.	Феноменологическая кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Темкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Макрокинетика. Решение задач.	1	0,5
7	**Раздел 11. Электрохимические реакции.**	Двойной электрический слой. Скорость и стадии электродного процесса. Поляризация электродов. Полярография. Ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя. Решение задач.	2	
8	**Модуль 4. Раздел 12. Актуальные направления развития**	Молекулярный и гетерогенный катализ. Термодинамическое моделирование химических процессов. Высокотемпературная физическая химия. Решение задач.	2	1

1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

1. Свиридов, В. В. Физическая химия [Электронный ресурс] / Свиридов В. В.,Свиридов А. В. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 600 с. - ISBN 978-5-8114-9174-2.

2. Зарубин, Дмитрий Павлович. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 474 с. - ISBN 978-5-16-010067-8.

2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Подкопаев, О. И. Выращивание монокристаллов германия с низким содержанием дислокаций и примесей: монография / О. И. Подкопаев, А. Ф. Шиманский. - Красноярск: СФУ, 2013. – 103 с. http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u66/i-471773.pdf

2. Чоркендорф, Иб. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 501 с.

3. Дуров В. А., Агеев Е. П. Термодинамическая теория растворов [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов по спец. "Химия" / В. А. Дуров. - Изд. 3-е. - Москва: URSS, 2010. - 246 с.

4. Буданов, В. В. Химическая термодинамика: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Буданов, А. И. Максимов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-2271-5.

5. Буданов, В. В. Химическая кинетика: учебное пособие [Электронный ресурс]/ В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1542-7.

Дополнительная литература

1. Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. Ч. 1. Равновесная термодинамика. М.: Мир, 2007. – 494 с.

2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: Учебник-монография. - Долгопрудный: Издательский дом "Интелект", - 2008. - 568 с.

3. Михалев, Ю.Г. Диссипативные структуры и массоперенос в высокотемпературной электрохимической кинетике: монография / Ю. Г. Михалев. - Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ], 2008. - 385 с.

4. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 7-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2014. - 444 с. -.

5. Шершавина А.А. Физическая и коллоидная химия: методы физико-химического анализа. - Минск: Новое знание, 2005 . - 799 с.

6. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Пер. с англ. — М.: Мир, 2002. - 461 с.

7. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. – М.: Изд. центр “Академия”, 2006. – 304 с.

8. Структурная самоорганизация в растворах и на границе раздела фаз: монография / М. Г. Кисилев, Ю. П. Пуховский. - Москва: ЛКИ, 2008. - 539 с.

9. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. учеб. заведений. – М.: Издательский центр “Академия”, 2003. – 256 с.

10. Физическая химия в 2-х частях. Ч. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / Под ред. Краснова К.С.- М.: Высш. школа.- 2001.- 319 с.

11. Джейкок М., Парфит Дж. Химия поверхностей раздела фаз: пер. с англ. - М.: Мир, 1984 – 269 с.

12. Глазов В.М., Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. М.: Металлургия, 1981. - 336 с.

13. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. М.: Наука, 1976. - 504 с.

14. Н.А. Шабанова, В.В. Попов, П.Д. Саркисов П. Химия и технология нанодисперсных оксидов. – М.: Академкнига, 2007 – 309 с.

15. Ванаг, В. К. Диссипативные структуры в реакционно-диффузионных системах / В. К. Ванаг. - М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований: Регулярная и хаотическая динамика, 2008. - 300 с.

16. Александров С.Е. Технология полупроводниковых материалов : учеб. пособие для студентов вузов / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - СПб.; М.; Краснодар: Лань. –2012. – 226 с.

3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Российские электронные научные журналы и базы данных online

1. Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): http://elibrary.ru
2. ЭБ Издательского дома «Гребенников»: http://grebennikon.ru
3. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: http://dvs.rsl.ru (доступ к полному тексту), http://diss.rsl.ru (доступ к каталогу)
4. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: http://elib.gubkin.ru
5. Электронно-библиотечная система «Лань»: http://e.lanbook.com
6. Электронные версии ведущих российских журналов ИВИС https://eivis.ru/

Зарубежные электронные научные журналы и базы данных online

7. American Physical Society: http://publish.aps.org
8. Annual Reviews Science Collection: http://www.annualreviews.org
9. Cambridge University Press: http://www.journals.cambridge.org
10. Elsevier: http://www.sciencedirect.com
11. Institute of Physics: http://www.iop.org
12. Nature: http://www.nature.com
13. Scopus: http://www.scopus.com
14. Springer:http://www.springerlink.com
15. Wiley (Blackwell): http://www.blackwell-synergy.com
16. Royal Society of Chemistry (журналы открытого доступа): http://www.rsc.org

4. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 36 ч.

Самостоятельное изучение теоретического курса содержит самостоятельную проработку аспирантами вопросов теоретического курса и электронных ресурсов по данной тематике.

На самостоятельное рассмотрение выносятся следующие темы:

Учебная неделя	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	Виды самостоятельной работы	Форма контроля
1	**Модуль 1.** Химическая термодинамика. **Раздел 1.** Основные понятия и законы термодинамики.	Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Характеристические функции Химические потенциалы. Химическое равновесие. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
1	**Раздел 2.** Элементы статистической термодинамики	Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах.	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы

2	**Раздел 3.** Элементы термодинамики необратимых процессов	Термодиффузия и ее описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энского	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
2	**Раздел 4.** Растворы. Фазовые равновесия	Различные типы растворов. Коллигативные свойства растворов. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. двукомпонентные и трехкомпонентные системы.	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
3	**Модуль 2.** Химия поверхности **Раздел 5.** Поверхности конденсированных фаз.	Поверхность жидких металлов. Температурная зависимость поверхностного натяжения. Поверхности твердых тел. Термодинамика поверхностей твердых тел. Электронная структура поверхности. Поверхности металлов, полупроводников и и диэлектриков. Таммановские поверхностные состояния. Поверхностные уровни типа Шокли. Поверхность раздела твердое тело/газ. Силы взаимодействия молекул с поверхностью.	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
3	**Раздел 6.** Адсорбция из растворов.	Адсорбция поверхностно-активных веществ (адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ, адсорбция	2	Работа с литературой и Интернет-источника	Ответы на контрольные вопросы

		ионогенных поверхностно-активных веществ).		ми	
4	**Раздел 7.** Поверхностные процессы.	Скачки давления и температуры у поверхности испарения. Испарение и рост капель.	1	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
4	**Модуль 3.** Химическая кинетика **Раздел 8.** Основные понятия химической кинетики.	Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Реакции переменного порядка.	1	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
5	**Раздел 9**. Сложные и цепные реакции.	Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Темкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен.	1	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
6	**Раздел 10.** Гетерогенные реакции.	Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные	3	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы

		реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры.			
6-7	**Раздел 11.** Электрохимические реакции.	Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Теория Гуи – Чапмена – Грэма. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Скорость и стадии электродного процесса. Поляризация электродов.	3	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы
8-9	**Модуль 4. Раздел 12.** Актуальные направления развития физической химии	Молекулярный и гетерогенный катализ.	2	Работа с литературой и Интернет-источниками	Ответы на контрольные вопросы

5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1. Перечень необходимого программного обеспечения.

MS Office (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel), Adobe Acrobat, Adobe Flash Player или KMPlayer, аудиопроигрыватель AdobeFlash или Winamp.

8.2. Перечень необходимых информационных справочных систем.

1. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): http://uisrussia.msu.ru

2. Информационно-справочная система «Термические Константы Веществ» http://www.chem.msu.su/rus/tkv/welcome.html

3. База термодинамических данных NIST http://webbook.nist.gov

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое материально-техническое обеспечение для реализации дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
- компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами с возможностью к библиотечным и справочным ресурсам через Интернет.

Структура аннотации к рабочей программе дисциплины (модуля)

Аннотация к рабочей программе дисциплины Специальный предмет (Физическая химия)

Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: получение аспирантами углубленных знаний о химической кинетике и термодинамике, поверхностной химии, основных способах применения кинетических и термодинамических методов для решения химических проблем, необходимых для регулирования технологические процессов, в том числе и создание новых материалов с заданными свойствами.

Задачей изучения дисциплины является: формирование навыков, которые дадут возможность аспирантам эффективно применять в профессиональной деятельности полученные знания и умения.

Структура дисциплины (распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий и самостоятельной работы): занятия лекционного типа - 0,5 (18); занятия семинарского типа- 0,5 (18); самостоятельная работа аспирантов: 1(36)

Основные разделы:

Раздел 1. Основные понятия и законы термодинамики.

Раздел 2. Элементы статистической термодинамики

Раздел 3. Элементы термодинамики необратимых процессов

Раздел 4. Растворы. Фазовые равновесия

Раздел 5. Поверхности конденсированных фаз

Раздел 6. Адсорбция из растворов.

Раздел 7. Поверхностные процессы.

Раздел 8. Основные понятия химической кинетики.

Раздел 9. Сложные и цепные реакции

Раздел 10. Гетерогенные реакции

Раздел 11. Электрохимические реакции

Раздел 12. Актуальные направления развития

Планируемые результаты обучения: аспиранты должны знать

• основные закономерности и особенности кинетики и термодинамики химических процессов, имеющих важное современное научное и практическое значение;

• основы термодинамического и кинетического анализа процессов получения новых материалов;

• термодинамический анализ многокомпонентных систем и процессов;

• расчеты фазового и химического состава равновесных систем;

• основы кинетического и термодинамического описания химических реакций, имеющих место в материаловедении и технологии материалов;

• роль кинетических факторов и фундаментальные проблемы, возникающие при производстве современных материалов.

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен