

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и
инновациям

Н.А. Ашурбеков

«15» *марта* 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Кафедра физической и органической химии
химического факультета

По направлению подготовки:
04.06.01 – «Химические науки»

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Форма обучения: очная, заочная

Квалификация (степень) выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2021 г.

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Разработчик: кафедра физической и органической химии, Сулейманов С.И., к.х.н., старший преподаватель.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физической и органической химии

от «26» января 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой А.Абдулагатов проф. Абдулагатов И.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета

от «19» февраля 2021 г., протокол № 6

Председатель У.Г. Гасангаджиева доц. Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «15» марта 2021 г., Э.М. Гасангаджиева
(подпись) (Ф.И.О.)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Физическая химия**» входит в вариативную часть образовательной программы Б1.В.ОД.6 аспирантуры и является обязательной дисциплиной.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и объяснением закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника: ПК-1,2; ОПК-1; УК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *отчетов по практическим занятиям* и промежуточный контроль в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия					Форма промежуточной аттестации
	в том числе					
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			СРС, в том числе экзамен	
		из них				
Лекции	Практические занятия	Консультации				
4	72	10	8	–	54+0	–
5	36	10	8	–	0+18	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются раскрытие смысла основных законов физической химии, научить аспиранта видеть и определять области применения этих законов, понимать их возможности при решении конкретных химических проблем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «**Физическая химия**» входит в *вариативную* часть образовательной программы Б1.В.ОД.6 **аспирантуры** и является обязательной дисциплиной для аспирантов.

Современная физическая химия стремится к количественному описанию химических процессов, используя такие фундаментальные методы исследования как термодинамический, статистический и квантово-механический, поэтому для успешного усвоения физической химии аспирант должен владеть основами физики и высшей математики, а также иметь твердые знания по неорганической и органической химии в объеме вузовских курсов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Наличием представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии	Знает: теоретические основы дисциплины; физико-химические процессы, протекающие в различных системах. Умеет: выполнять расчеты основных свойств материалов; обоснованно выбирать методы изучения материалов; пользоваться общенаучной и специальной литературой. Владеет: современными информационными технологиями для проведения научных экспериментов.
ПК-2	Знанием основных этапов и закономерностей развития	Знает: теоретические основы методов физической химии.

	<p>химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формирование методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков</p>	<p>Умеет: найти верный подход к решению прикладных задач физической химии, используя базовые знания по физической химии.</p> <p>Владеет: навыками обработки и анализа научной информации, выводов и предложений с использованием современных научных методов.</p>
ОПК-1	<p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знает: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов; теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований, изучаемых процессов и явлений.</p> <p>Умеет: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты; самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент.</p> <p>Владеет: основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований. Систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки.</p>
УК-5	<p>Способность планировать и</p>	<p>Знает: содержание процесса</p>

	решать задачи собственного и профессионального и личностного развития	целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, эта по в профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей. Владеет: приемами и технологиями целеполагания и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.
--	---	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов

4.2. Структура дисциплины

№	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Сам. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Контроль сам. раб.		
Модуль 1. Основные законы химической термодинамики. Термохимия							
1	Основные понятия и законы химической термодинамики	4	4	2	–	12	Устный опрос, контрольная работа
2	Термохимия. Уравнения Кирхгофа		2	2	–	14	Устный опрос, контрольная работа
<i>Итого по 1 модулю</i>		36	6	4	–	26	Коллоквиум
Модуль 2. Фазовые равновесия многокомпонентных систем							
3	Гетерогенное химическое равновесие. Правило фаз Гиббса	4	4	4	–	28	Устный опрос, контрольная работа
<i>Итого по 2 модулю</i>		36	4	4	–	28	Коллоквиум

Модуль 3. Феноменологическая кинетика сложных реакций							
4	Кинетические уравнения обратимых реакций	5	4	4	–	0	Устный опрос, контрольная работа
5	Кинетические уравнения параллельных реакций		4	2	–	0	Устный опрос, контрольная работа
6	Кинетические уравнения последовательных реакций		2	2	–	0	Устный опрос, контрольная работа
<i>Итого по 1 модулю</i>		36	10	8	–	0+18	Коллоквиум
<i>ИТОГО</i>		108	20	16	–	54+18	Экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Основные законы химической термодинамики. Термохимия

Тема 1. Основные понятия и законы химической термодинамики

Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термодинамические переменные. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы. Уравнения состояния. Калорические и термические коэффициенты. Законы термодинамики. Термодинамические потенциалы и характеристические функции.

Тема 2. Термохимия. Уравнения Кирхгофа

Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплота образования. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнения Кирхгофа.

Модуль 2. Фазовые равновесия многокомпонентных систем

Тема 3. Гетерогенное химическое равновесие. Правило фаз Гиббса

Константа равновесия для гетерогенной химической реакции. Комбинирование реакций. Зависимость химического равновесия от температуры и давления. Вывод уравнения Гиббса. Число степеней свободы. Диаграмма состояния многокомпонентных систем.

Модуль 3. Феноменологическая кинетика сложных реакций

Тема 4. Кинетические уравнения обратимых реакций

Вывод кинетических уравнений обратимых реакций n -го порядка.
Графическая иллюстрация полученных результатов.

Тема 5. Кинетические уравнения параллельных реакций

Кинетические уравнения параллельных реакций, обратимые и необратимые стадии в параллельных реакциях. Графическая иллюстрация полученных результатов.

Тема 6. Кинетические уравнения последовательных реакций

Анализ кинетических уравнений последовательных реакций.
Использование принципов стационарной кинетики для вывода кинетических уравнений сложных реакций.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Основные законы химической термодинамики.

Термохимия

Тема 1. Основные понятия и законы химической термодинамики

Тема 2. Термохимия. Уравнения Кирхгофа

Модуль 2. Фазовые равновесия многокомпонентных систем

Тема 3. Гетерогенное химическое равновесие. Правило фаз Гиббса

Модуль 3. Феноменологическая кинетика сложных реакций

Тема 4. Кинетические уравнения обратимых реакций

Тема 5. Кинетические уравнения параллельных реакций

Тема 6. Кинетические уравнения последовательных реакций

5. Образовательные технологии

В курсе по направлению подготовки аспирантов широко используются компьютерные программы, различные методики в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В соответствии с требованиями ФГОС предусматривается использование при проведении занятий следующих активных методов обучения:

- самостоятельное изучение теоретического материала с последующим разбором на семинарском занятии;
- подготовка к практическим работам;
- оформление результатов практической работы;
- подготовка к промежуточному контролю;
- подготовка к экзамену.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по практическим работам.
3. Подготовка к коллоквиуму.
4. Поиск в Интернете дополнительного материала.
5. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методическое обеспечение
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
2	Подготовка к отчетам по практическим работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
3	Решение задач	Проверка домашних задач	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
4	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы	См. разделы 7.2, 8, 9 данного документа
5	Подготовка к экзамену	Устный опрос, либо компьютерное тестирование	См. разделы 7.2, 7.3, 8, 9 данного документа

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1	Наличием представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии	Знает: теоретические основы дисциплины; физико-химические процессы, протекающие в различных системах. Умеет: выполнять расчеты основных свойств материалов; обоснованно выбирать методы изучения материалов; пользоваться общенаучной и специальной литературой. Владеет: современными информационными технологиями для проведения научных экспериментов.	Устный опрос, письменный опрос
ПК-2	Знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формирование методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков	Знает: теоретические основы методов физической химии. Умеет: найти верный подход к решению прикладных задач физической химии, используя базовые знания по физической химии. Владеет: навыками обработки и анализа научной информации, выводов и предложений с использованием современных научных методов.	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с	Знает: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной	Устный опрос, письменный опрос

	использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>информации и требования к представлению информационных материалов; теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований, изучаемых процессов и явлений.</p> <p>Умеет: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты; самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент.</p> <p>Владет: основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований. Систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки.</p>	
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Знает: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач,	Устный опрос, письменный опрос

		<p>исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.</p> <p>Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, эта по в профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p> <p>Владеет: приемами и технологиями целеполагания и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.</p>	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Вопросы по текущему контролю

1. Экстенсивные и интенсивные свойства т/д системы.
2. Термодинамические параметры и функции.
3. Формы передачи энергии. Принципиальное отличие форм передачи энергии от т/д параметров и функций.
4. Тепловой эффект реакции при постоянных объеме и температуре. Отличие теплового эффекта от теплоты.
5. Теплоемкость. Отличие теплоемкостей C_v и C_p .
6. Энтальпия. Связь энтальпии с внутренней энергией и т/д параметрами.
7. Связь максимальной работы, выполняемой системой, с равновесием.
8. Уравнение адиабаты.
9. Уравнение политермы. Частные случаи уравнения политермы.
10. Стандартные теплоты образования и сгорания.
11. Вычисление теплового эффекта реакции.
12. Температурная зависимость теплового эффекта. Уравнение Кирхгоффа.

13. Связь между изменением энтропии и теплотой необратимого процесса.
14. Связь между изменением энтропии и теплотой обратимого процесса.
15. Математическая запись, объединяющая первый и второй законы термодинамики.
16. Связь энтропии с теплотой фазового перехода.
17. Изменение энтропии в процессе обратимого расширения идеального газа при постоянной температуре.
18. Термодинамическая вероятность. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Уравнение Больцмана.
19. Термодинамические потенциалы. Основные соотношения.
20. Характеристические функции. Основные соотношения.
21. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
22. Фазовые переходы 1 и 2 рода и их отличие.
23. Соотношения Максвелла.
24. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
25. Постулат Планка.
26. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Критическая температура.
27. Зависимость теплоты испарения от нормальной температуры кипения. Правило Трутона.
28. Химический потенциал. Термодинамическое условие фазового равновесия.
29. Правило фаз Гиббса. Составная часть системы, компоненты, термодинамическая степень свободы.
30. Зависимость химического потенциала от состава реальной и идеальной систем.
31. Закон действия масс. Математическая запись относительно мольных долей, парциальных давлений и концентраций.
32. Константа равновесия реакции.

33. Уравнение изотермы-изобары Вант-Гоффа. Стандартное сродство $\Delta_r G^\circ$ для реакции.
34. Зависимость константы равновесия реакции от температуры.
35. Гетерогенное равновесие в бинарных системах жидкость-пар. Первый закон Коновалова.
36. Гетерогенные бинарные системы жидкость-пар с неограниченной растворимостью компонентов.
37. Второй закон Коновалова.
38. Гетерогенные бинарные системы с ограниченным растворением компонентов.
39. Скорость химической реакции. Порядок реакции. Составление кинетических уравнений и их решение для необратимых реакций 0, 1 и 2 порядков. Период полураспада.
40. Сложные реакции. Кинетические уравнения параллельных реакций 1 и 2 порядков.
41. Понятие о механизме сложной реакции.
42. Особенности методов численного решения систем кинетических уравнений сложных реакций.
43. Кинетический анализ реакций, протекающих через образование промежуточных продуктов.
44. Принцип стационарных концентраций Боденштейна.
45. Принципы квазистационарности и квазиравновесия.
46. Кинетическое описание циклических реакций.
47. Автокаталитические, сопряженные, цепные (неразветвленные и разветвленные) и колебательные реакции.
48. Особенности, связанные с формированием и решением кинетических уравнений, соответствующих циклическим реакциям.
49. Фотохимические реакции. Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна.
50. Кинетика неразветвленных цепных реакций.

51. Теория разветвленных цепных реакций.
52. Нижний и верхний пределы воспламенения.
53. Условия цепного взрыва.
54. Гетерогенные реакции.
55. Кинетический, диффузионный и переходный области протекания реакции. Методы определения области протекания гетерогенных реакций.
56. Гомогенный и гетерогенный катализ.
57. Энергетические диаграммы гетерогенных и гомогенных реакций.
58. Методы построения кинетических моделей гомогенных каталитических реакций в случае образования одного и нескольких промежуточных продуктов катализатора с реагентами.

Вопросы к итоговому контролю

Билеты к итоговому контролю формируются из вопросов к текущему контролю и задачам. В каждый билет входят 4 вопроса – 2 по теории и 2 задачи.

Примерные темы рефератов

1. Расчет термодинамических функций и кинетических параметров бензоиновой конденсации.
2. Установление условий осуществления по термодинамическим потенциалам хлорирования карбоновых кислот.
3. Моделирование кинетики и термодинамики колебательных реакций.
4. Использование методов статистической термодинамики для расчетов химических равновесий.
5. Элементы неравновесной термодинамики. Диссипативные структуры.
6. Определение кинетических и термодинамических параметров кислотного гидролиза амидов.
7. Термодинамический анализ бензоиновой конденсации.
8. Определение термодинамических параметров омыления сложных эфиров.
9. Моделирование кинетики аминолиза сложных эфиров.

10. Термодинамическое и кинетическое исследование реакции Гофмана.
11. Кинетические закономерности гидролиза нитрилов.
12. Теория переходного состояния и температурная зависимость констант скорости реакции Гербе.
13. Кинетические и термодинамические закономерности щелочного гидролиза N-замещенных арилкарбаматов.
14. Моделирование кинетики щелочного гидролиза амидов.
15. Кинетика аминолита сложных эфиров.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 70% и промежуточного контроля – 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- выполнение практических заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 25 баллов,
- устный опрос – 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа – 30 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Ипполитов Е.Г. Физическая химия [Текст]: учебное пособие для вузов / Е.Г. Ипполитов. – М.: Академия, 2005. – 447 с.
2. Байрамов В.М. Основы электрохимии [Текст]: учеб. для вузов / В.М. Байрамов. – М.: Академия, 2005. – 237 с.
3. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Карякин. – М.: Академия, 2003. – 462 с.

4. Березовчук А.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Березовчук. Электрон. текстовые данные. – Саратов: Научная книга, 2012. – 159 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8191.html>

б) дополнительная литература:

1. Курс физической химии. Т. 1, 2. [Текст]: учебное пособие для вузов / Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1973. – 624 с.

2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия [Текст]: учебное пособие для вузов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. – М.: Химия: КолосС. 2006. – 670 с.

3. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 396 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64034.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – г. Москва, 1999 – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.02.2021). – Яз. рус. и англ.

2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – г. Махачкала, – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.02.2021).

3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ ДГУ / Дагестанский гос. ун-т. – г. Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.01.2021).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания аспирантам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных

работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать аспиранта к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых аспиранта для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые аспирантам во время занятий:

- рабочие тетради аспирантов;
- наглядные пособия;
- глоссарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа аспирантов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать аспирантов на умение применять теоретические знания на практике. Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;

- работа с нормативными документами и законодательной базой;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки / с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций/ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для аспиранта. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации аспиранта. При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Физическая химия»:

- Компьютеры, проекторы и интерактивная доска
- Программы пакета Microsoft Office
- Программа Origin
- Программа HSC 5.1

- Программа ChemDraw Ultra 7.0

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В соответствии с требованиями ФГОС ВО имеется специально оборудованная учебная аудитория для проведения лекционных занятий, которая укомплектована техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).