

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании кафедры физической химии
и химической экологии,
протокол от «24» января 2022 г. № 5
Зав. кафедрой  / А.Г. Мустафин

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета



/Р.М. Ахметханов
«09» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химическая термодинамика

Вариативная часть

Направление подготовки

04.06.01 Химические науки

Направленность подготовки

Физическая химия

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчики:

 /д.х.н., проф., проф. кафедры физической химии и химической экологии Ю.С. Зимин

 /к.х.н., доц., доц. кафедры физической химии и химической экологии И.В. Сафарова

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 5 от «24» января 2022 г.

Зав. кафедрой

 / А.Г. Мустафин

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры	4
2. Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)	18
Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)	22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	важнейшие проблемы и задачи современной физической химии; понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	
	основные направления, проблемы, теории современной физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	
	фундаментальный характер законов физической химии; новейшие методы физико-химических исследований	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	
Умения	применять теоретические знания при обсуждении теоретического и экспериментального материала	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	
	применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	
	генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов; основными методологическими принципами современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	

	навыками квалифицированного, системного анализа концепций физической химии; навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	
	навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач; навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	

2. Цели и место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Химическая термодинамика» относится вариативной части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре – очная форма обучения, на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах – заочная форма обучения.

Цели изучения дисциплины:

- усвоение основных понятий химической термодинамики,
- углубленное изучение методологических и теоретических основ химической термодинамики.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения студентами химического факультета следующих дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Строение вещества», «Квантовая механика и квантовая химия», «Физическая химия (раздел «Химическая термодинамика»)). Для успешного освоения дисциплины «Химическая термодинамика» аспирантам необходимо также знать основы математики и физики.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать важнейшие проблемы и задачи современной физической химии	Фрагментарные представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Неполные представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии	Сформированные систематические представления об важнейших проблемах и задачах современной физической химии
	Знать понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	Фрагментарные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Неполные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии	Сформированные систематические представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной физической химии
Второй этап (уровень)	Уметь применять теоретические знания при обсуждении теоретического и	Фрагментарное применение теоретического знания при обсуждении теоретического	В целом успешное, но не систематическое применение теоретического знания при	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение теоретического знания	Сформированное умение применять теоретические знания при обсуждении теоретического

	экспериментального материала	ского и экспериментального материала.	обсуждении теоретического и экспериментального материала.	при обсуждении теоретического и экспериментального материала.	го и экспериментального материала.
Третий этап (уровень)	Владеть навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	Фрагментарное применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов
	Владеть основными методологическими принципами современной физической химии	Фрагментарное владение основными методологическими принципами современной физической химии	В целом успешное, но непоследовательное владение основными методологическими принципами современной физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методологическими принципами современной физической химии	Успешное и последовательное владение основными методологическими принципами современной физической химии

ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные направления, проблемы, теории современной физической химии	Фрагментарные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Неполные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии	Сформированные систематические представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной физической химии
	Знать систему методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Фрагментарные представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Неполные представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования	Сформированные систематические представления о системе методологических принципов и методических приёмов физико-химического исследования
Второй этап (уровень)	Уметь применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	Фрагментарное применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	В целом успешное, но не систематическое применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	Сформированное умение применять на практике достижений отечественных и зарубежных ученых в области физической химии

Третий этап (уровень)	Владеть навыками квалифицированно-го, системного анализа концепций физической химии	Фрагментарное применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	В целом успешное, но не систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии	Успешное и систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной физической химии
	Владеть навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	Фрагментарное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом успешное, но непоследовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	Успешное и последовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта

ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать фундаментальный характер законов физической химии	Фрагментарные представления о фундаментальном характере законов физической химии	Неполные представления о фундаментальном характере законов физической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о фундаментальном характере законов физической химии	Сформированные систематические о фундаментальном характере законов физической химии

	Знать новейшие методы физико-химических исследований	Фрагментарные представления о новейших методах физико-химических исследований	Неполные представления о новейших методах физико-химических исследований	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о новейших методах физико-химических исследований	Сформированные систематические представления о новейших методах физико-химических исследований
Второй этап (уровень)	Уметь генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	Фрагментарное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	В целом успешное, но не систематическое умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	Сформированное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии
Третий этап (уровень)	Владеть навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	Фрагментарное применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач	Успешное и систематическое применение навыков использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач
	Владеть навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	Фрагментарное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	В целом успешное, но непоследовательное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	Успешное и последовательное владение навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
Знания	важнейшие проблемы и задачи современной физической химии; понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	основные направления, проблемы, теории современной физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	фундаментальный характер законов физической химии; новейшие методы физико-химических исследований	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	групповой опрос, контрольная работа
Умения	применять теоретические знания при обсуждении теоретического и экспериментального материала	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых в области физической химии	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	генерировать новые идеи в ходе самостоятельного изучения литературных данных в области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-	групповой опрос, контрольная работа

	химии	химических исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	навыками анализа основных проблем современной физической химии, её направлений и методов; основными методологическими принципами современной физической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований основ современной физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	навыками квалифицированного, системного анализа концепций физической химии; навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	ПК-2 способностью к углублённому изучению, критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными учеными в области физической химии	групповой опрос, контрольная работа
	навыками использования теоретических знаний в объяснении практических методов решения физико-химических задач; навыками самостоятельного исследования в выбранной области физической химии	ПК-3 способностью к самостоятельной практической работе в области физической химии с использованием новейших методов физико-химических исследований	групповой опрос, контрольная работа

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета.

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

1. Теоретический вопрос.
2. Теоретический вопрос.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Термодинамические системы, их классификация, термодинамический метод их описания. Термодинамическое состояние системы. Термодинамические параметры состояния системы - интенсивные и экстенсивные.
2. Термодинамические процессы. Самопроизвольные и несамопроизвольные, термодинамически обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные процессы.
3. Первое начало (закон) термодинамики, его содержание и математические выражения. Внутренняя энергия, энтальпия. Их свойства. Теплота и работы различного рода. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Теплоемкость.
4. Первое начало термодинамики и энергетика различных процессов. Закон Гесса, его формулировка. Следствия из закона Гесса и их применение для термохимических расчетов. Уравнение Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.
5. Второе начало (закон) термодинамики. Статистическая природа второго закона. Уравнение второго закона для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Её основные

свойства. Критерии возможности направления и предела протекания различных процессов в изолированной системе.

6. Химическое сродство. Сродство по де-Донде. Изотерма химической реакции Вант – Гоффа. Ее вывод. Анализ уравнения. Определение направления процесса по уравнению изотермы химической реакции.
7. Стандартное состояние системы. Стандартные значения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Связь стандартных энергии Гиббса с константами химического равновесия. Использование стандартного изменения энергии Гиббса для получения приближенных данных о протекании химических реакций. Физический смысл величин ΔG и ΔG° .
8. Химическое равновесие. Термодинамические условия химического равновесия. Закон действия масс. Его термодинамический вывод. Термодинамические и концентрационные константы равновесия. Связь между термодинамическими константами равновесия и стандартными изменениями энергии Гиббса и энергии Гельмгольца.
9. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры Вант – Гоффа и их термодинамический вывод. Определение тепловых эффектов химических реакций по температурной зависимости констант равновесия.
10. Расчетные методы определения констант равновесия. Расчет констант равновесия, изменения стандартных энергий Гиббса и энергий Гельмгольца при базовой температуре. Использование справочных данных при расчетах.
11. Расчеты химических равновесий через стандартные энтропии и теплоты образования (энтальпии) компонентов реакции. Уравнения первого и второго приближения. Вычисление стандартного изменения энергии Гиббса по методу Темкина и Шварцмана.
12. Приведенные энергии Гиббса. Их использование для расчета констант равновесия.
13. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. Расчеты выхода продуктов реакций различных типов.
14. Растворы. Общая характеристика растворов. Способы выражения состава растворов. Идеальные и неидеальные растворы.
15. Идеальные растворы. Термодинамические свойства идеальных растворов. Давление пара над идеальными и предельно разбавленными растворами. Законы Рауля, Генри, Дальтона.
16. Неидеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Термодинамический метод активности, его суть. Коэффициенты активности.
17. Равновесие “жидкость-пар” в бинарных системах. Диаграммы состояния, используемые для описания свойств бинарных растворов. Основные типы отклонений от законов идеальных растворов. Законы Гиббса-Коновалова, их анализ.
18. Равновесие “жидкость-жидкость” в системах с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей. Применение правила фаз к таким системам. Кривые расслоения.
19. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия и эбулиоскопия.
20. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод.
21. Гетерогенные и гомогенные системы. Общие понятия и определения. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его анализ.
22. Диаграммы состояния. Общие принципы их построения. Фигуративные точки. Основные типы объемной и плоской диаграмм.
23. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса -Клапейрона. Его вывод и анализ. Применение уравнения Клаузиуса-Клапейрона к различным равновесиям.
24. Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Применение правила фаз к двухкомпонентным системам. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Определение числа фаз на плоской диаграмме. Правило рычага.
25. Равновесие в системах “твердое тело - жидкость”. Основные типы диаграмм равновесия “твердая фаза - расплав” в бинарных системах. Диаграммы плавкости, их анализ.

26. Системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и взаимной нерастворимостью в твердом состоянии (системы с простой эвтектикой). Подробный анализ диаграмм.
27. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Применение правила фаз к трехкомпонентным системам. Графическое изображение состава и свойств трехкомпонентных систем. Методы Гиббса и Розебома. Правило Тарасенкова.

Образец экзаменационного билета

Минобрнауки России
Башкирский государственный университет
Факультет химический
Кафедра физической химии и химической экологии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине **Химическая термодинамика**
Направление/Специальность 04.06.01 Химические науки
Профиль/Программа/Специализация Физическая химия

1. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия и эбулиоскопия.
2. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Применение правила фаз к трехкомпонентным системам. Графическое изображение состава и свойств трехкомпонентных систем. Методы Гиббса и Розебома. Правило Тарасенкова.

Заведующий кафедрой

А.Г. Мустафин

Критерии и методика оценивания:

отлично выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

хорошо выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

удовлетворительно выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

неудовлетворительно выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Задания для контрольной работы

Структура контрольной работы.

Контрольная работа включает в себя один теоретический вопрос и одну задачу.

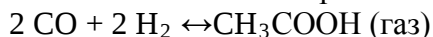
1. Теоретический вопрос.
2. Задача.

Образец контрольной работы

Задание 1. Диаграмма состояния воды.

Задание 2. Решить задачу.

Рассчитать константы равновесия реакции



при 298 и 500 К, используя для этой цели:

а) значения ΔH^0 , S^0 и $C_{p(298)}$

б) уравнения Улиха первого и второго приближений;

в) справочные данные о зависимости константы равновесия реакции от температуры;

г) константы равновесия реакций образования компонентов.

Критерии и методика оценивания:

- «зачтено» выставляется аспиранту, если работа выполнена в полном объеме и изложена грамотным языком, задача решена верно;

- «не зачтено» выставляется аспиранту, если работа выполнена неполно, не показано общее понимание вопроса, допущены ошибки в решении задачи.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Афанасьев Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2012. – 416с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань". – ISBN 978-5-8114-1402-4. – <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4312>.
2. Зуев А. Ю. Физическая химия [Электронный ресурс]: практикум / А. Ю. Зуев, В. А. Черепанов, Д. С. Цветков ; Уральский федеральный ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2012. – Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online». – <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716&sr=1>>.

Дополнительная литература:

3. Зимин Ю.С., Сафарова И.В., Хайруллина В.Р., Насретдинова Р.Н., Хурсан С.Л. Физическая химия. Ч. 1: учебное пособие. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. – 175 с.
4. Морачевский А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Морачевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64335>
5. Борисов И.М. Введение в химическую термодинамику. Классическая термодинамика: учеб. пособие. – Уфа: РИО БашГУ, 2005. — 208 с.
6. Чоркендорф И., Наймонтсведрайт Дж. Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ. – Изд. Дом «Интеллект», 2010 г.
7. Умрихин, Виктор Алексеевич. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Умрихин ; Московский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе. — М. : КДУ, 2009. — Доступ возможен через Электронный читальный зал (ЭЧЗ). — <URL:<https://bashedu.bibliotech.ru>>.
8. Физическая химия. В 2 кн. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001.
9. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / Под ред. А.Г. Стромберга. М.: Высшая школа, 2003. – 527 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Электронная библиотека БашГУ»: <https://elib.bashedu.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Базы данных (БД):

1. БД периодических изданий РУНЭБ <http://elibrary.ru/>
2. БД периодических изданий «ИВИС» <https://dlib.eastview.com/>
3. БД Springer Nature <https://www.springer.com/gp/>, <http://www.nature.com/>

Информационные справочные системы:

1. «Консультант плюс»

Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade.Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 310 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32). 2. учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 310 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32). 3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций аудитория № 310 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32). 4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:	Аудитория № 310 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183. Читальный зал № 1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76. Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50. Лаборатория № 418 Учебная мебель, факсимильный аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5kBT; 2A,220/0-	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные. 3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.

аудитория № 310 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32). 5. помещения для самостоятельной работы обучающихся: читальный зал № 1 (главный корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), читальный зал № 2 (физмат корпус – учебное, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), лаборатория № 418 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32). 6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: лаборатория № 416 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32), лаборатория № 217 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).	250В),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD<TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Соре J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Bencl.клавиат ура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, рН-метр рН-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10. Лаборатория № 416 Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук Fujitsu Lifebook F530 Intel Core i3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/BT/15.6"/Win7HB+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"CQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200, 1500Вт диаметр конфорки 185мм. Лаборатория № 217 Учебная мебель, генератор водорода, насос вакуумный, весы лабораторные ONAUSPA-214 С, аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, деионизатор воды ДВ-10UV, комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» GX-1000, компрессор, магнитная мешалка 3-х секционная с подогревом ULABUS-3110, магнитная мешалка MS-H280-Pro, автоматический поляриметр AtagoAP-300, ноутбук ASUS.
---	--

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Химическая термодинамика»
на 7 семестр
Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 ЗЕТ / 144 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических / семинарских	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	100
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Форма контроля: экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические или семинарские занятия, само- стоятельная работа и трудо- емкость (в часах)			Основная и дополнитель- ная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по са- мостоятельной работе аспи- рантов	Форма теку- щего контро- ля успеваемо- сти (коллок- виумы, кон- трольные ра- боты, компь- ютерные тес- ты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основные понятия и за- коны термодинамики. Основные понятия термо- динамики: изолированные и открытые системы, рав- новесные и неравновесные системы, термодинамиче- ские переменные, темпера- тура, интенсивные и экс- тенсивные переменные. Уравнения состояния. Первый закон термодина- мики. Теплота, работа, внутренняя энергия, эн- тальпия, теплоемкость. За- кон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реак- ций. Зависимость теплого эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Таблицы стан- дартных термодинамиче- ских величин и их исполь- зование в термодинамиче- ских расчетах.	1	2	25	[1-9]	Изучение ре- комендуемой литературы	Опрос по предложен- ному переч- ню вопросов, контрольная работа
2.	Химическое равновесие. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант- Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической ре- акции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значе- ний термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее ис- пользование для расчетов химических равновесий.	1	2	25	[1-9]	Изучение ре- комендуемой литературы	Опрос по предложен- ному переч- ню вопросов
3.	Термодинамика раство- ров. Различные типы растворов. Способы выражения состава			25	[1-9]	Изучение ре- комендуемой литературы	Собеседова- ние, кон- трольная ра- бота

	ва 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. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные молярные 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						
4.	Фазовые равновесия. Гетерогенные системы. 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. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости			25	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование, контрольная работа

	трехкомпонентных систем.						
	Всего часов:	2	4	100			

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Химическая термодинамика»
на 6, 7 семестры
Заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4 ЗЕТ / 144 часов
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических / семинарских	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	125
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Форма контроля: экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические или семинарские занятия, само- стоятельная работа и трудо- емкость (в часах)			Основная и дополнитель- ная литература, рекомендуемая аспирантам (номера из списка)	Задания по са- мостоятельной работе аспи- рантов	Форма теку- щего контро- ля успеваемо- сти (коллок- виумы, кон- трольные ра- боты, компь- ютерные тес- ты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8
6 семестр							
1.	Основные понятия и за- коны термодинамики. Основные понятия термо- динамики: изолированные и открытые системы, рав- новесные и неравновесные системы, термодинамиче- ские переменные, темпера- тура, интенсивные и экс- тенсивные переменные. Уравнения состояния. Первый закон термодина- мики. Теплота, работа, внутренняя энергия, эн- тальпия, теплоемкость. За- кон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реак- ций. Зависимость теплого- вого эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Таблицы стан- дартных термодинамиче- ских величин и их исполь- зование в термодинамиче- ских расчетах.	1	2	15	[1-9]	Изучение ре- комендуемой литературы	Опрос по предложен- ному переч- ню вопросов, контрольная работа
2.	Термодинамика раство- ров. Различные типы растворов. Способы выражения соста- ва растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэф- фициенты активности и их определение. Стандартные состояния при определении химиче- ских потенциалов компо- нент растворов. Симмет-	1		15	[1-9]	Изучение ре- комендуемой литературы	Собеседова- ние, кон- трольная ра- бота

	ричная и несимметричная системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные молярные 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						
7 семестр							
1.	Химическое равновесие. 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 ее использование для расчетов химических равновесий.		2	45	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Опрос по предложенному перечню вопросов
2.	Фазовые равновесия. Гетерогенные системы. 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. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфе-			50	[1-9]	Изучение рекомендуемой литературы	Собеседование, контрольная работа

	ста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.						
	Всего часов:	2	4	125			