

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Батыгов З.О.

«05 мая 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки: «Физическая химия»

Программа подготовки: академическая магистратура

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

МАГАС 20 18 г.

Составители рабочей программы

/ профессор, д.х.н. З.Х. Султыгова /Султыгова З.Х./

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 6 от «24» апреля 2018 г.

/Заведующий кафедрой

З.Х. Султыгова / Султыгова З.Х. /

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

химико-биологического факультета

Протокол заседания № 4 от «28» апреля 2018 г.

Председатель учебно-методического совета

А.М. Плиева / Плиева А.М. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 5 от «23» мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета

Ш.Б. Хашагульгов Хашагульгов Ш.Б. /

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Термодинамика растворов» являются:

- обучение современным представлениям о термодинамике растворов для решения фундаментальных и прикладных химических задач;
- ознакомить студентов с современными способами описания термодинамических свойств растворов электролитов и неэлектролитов;
- научить планировать эксперимент и обрабатывать экспериментальные данные для получения максимально возможного объема информации о свойствах изучаемых систем;
- научить решать несложные задачи и знать необходимые численные методы решения таких задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Термодинамика растворов» относится к вариативной части обязательных дисциплин; изучается в 4 семестре.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Термодинамика растворов» с предыдущими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Термодинамика растворов»	Семестр
Б1.В.ОД.5	Статистическая термодинамика конденсированных систем	1
Б1.В.ОД.3	Химическая термодинамика и фазовые равновесия	2
Б1.В.ОД.9	Современные методы химического анализа	3

В результате освоения дисциплины магистрант должен

Знать:

- современные способы аналитического описания термодинамических свойств фаз переменного состава, возможности и ограничения термодинамических моделей растворов, источники необходимых данных, способы использования результатов расчетов.

Уметь:

- описывать растворы на языке термодинамических понятий и количественных соотношений; привлекать внетермодинамические данные для проверки корректности термодинамических моделей, решать несложные задачи и использовать их результаты для предсказания результатов процессов с участием фаз переменного состава.

Владеть:

- навыками поиска недостающей информации и ее анализа, существующими стандартными методами термодинамических расчетов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- а) **общепрофессиональных (ОПК)** - ОПК-3;
- б) **профессиональных (ПК)** - ПК-1, ПК-6.

Таблица 3.1.

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины
«Статистическая термодинамика конденсированных систем», с временными этапами
освоения ее содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр изучения
ОПК-3	Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	4
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	4
ПК-6	Способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности	4

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	32	32
Лекции	14	14
Лабораторные занятия	16	16
Контроль самостоятельной работы	2	2
Самостоятельная работа студентов	40	40

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ
(РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА
АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ
ЗАНЯТИЙ**

Таблица 5.1.

Структура и содержание дисциплины

п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (час)				Формы контроля
				Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельные работы		
1.	Уравнения состояния. Термодинамические свойства растворов.	4	1	1	2	4		Тестир.
2.	Системы сравнения, влияние их выбора на количественные характеристики свойств растворов.	4	2	2	2	6		Опрос
3.	Уравнение Гиббса-Дюгема.	4	3-4	2	2	6		Коллоквиум
4.	Критические явления в растворах.	4	5-6	2	2	6		Опрос
5.	Модели растворов незлектролитов.	4	7-8	2	2	4		Тестир.
6.	Модели растворов электролитов.	4	9-10	2	2	4		Тестир.
7.	Модель ассоциированных растворов.	4	11-12	2	2	6		Коллоквиум
8.	Решеточные модели.	4	13-14	1	2	4		Опрос
	Итого:			14	16	40		

Таблица 5.2.

Конкретизация результатов освоения дисциплины

<i>ОПК-3 Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях</i>		
Знать: принципы и нормы техники безопасности работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований по химии твердого тела и химическому материаловедению.	Уметь: реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях.	Владеть: нормами техники безопасности в химических лабораториях и технологических условиях.
<i>ПК-1 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты</i>		
Знать: о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии твердого тела (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и др.); электрические и магнитные свойства перспективных материалов, используемых в современной технике; принципы обработки полученных в исследованиях результатов; возможности использования Интернет-ресурсов для ознакомления с передовыми исследованиями в сфере профессиональных результатов.	Уметь: анализировать состав и свойства полученных веществ с целью доказательства выполнения поставленной задачи; давать рекомендации на основании проведенных исследований; оценивать экологические последствия, связанные с развитием ядерной промышленности, производить целенаправленный выбор источников ионизирующего излучения, необходимых для получения желаемого эффекта при обработке различных природных и искусственных объектов, и применять их в соответствии с различными требованиями; классифицировать материалы по различным признакам.	Владеть: современными технологиями получения энергетических и наноматериалов, радиоактивных элементов, физико-химическим инструментарием, необходимым для определения степени воздействия ионизирующего излучения на различные объекты окружающей среды; навыками работы с поисковыми и информационными ресурсами на английском языке в сети Интернет.
<i>ПК-6 Способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности</i>		
Знать: приемы решения проблем, а именно – принципы управления интеллектуальной собственностью на предприятии; целостное представление о	Уметь: определять и анализировать проблемы, в том числе проблемы, возникающие в результате облучения веществ и материалов, планировать стратегию их ре-	Владеть: навыками формулирования научной проблемы, темы, цели, задач, представления результатов НИР в формах отчетов, презентаций, публикаций.

роли химии в развитии общества.	шения; разработать стратегию патентной политики предприятия.	
---------------------------------	--	--

Содержание дисциплины «Термодинамика растворов»

Уравнения состояния. Фугитивность чистой жидкости. Описание растворов с помощью уравнений состояния. Правила смешения для смесей жидкостей.

Термодинамические свойства растворов. Парциальные мольные свойства (ПМС) гомогенных и гетерогенных систем. Способы определения ПМС. Системы отчета термодинамических свойств растворов. Классификация растворов. Строгорегулярные, субрегулярные и атермальные растворы, как частный случай полиномиального представления избыточной энергии Гиббса раствора.

Системы сравнения, влияние их выбора на количественные характеристики свойств растворов. Симметричная и асимметричная системы сравнения. Коэффициенты активности, их расчет в разных системах сравнения. Расчет коэффициентов активности по результатам изучения гетерогенных равновесий.

Уравнение Гиббса-Дюгема. Интегрирование уравнения Гиббса-Дюгема в двухкомпонентных системах. Особенности интегрирования уравнения Гиббса-Дюгема в тройных системах. Методы Даркена и Вагнера.

Критические явления в растворах. Особенности записи условий фазового равновесия при разных способах выбора стандартного состояния компонентов раствора. Расслаивание жидкостей. Критические явления в растворах.

Модели растворов неэлектролитов. Модели локального состава: Вильсона, Ван-Лаара.

Модели растворов электролитов. Модели Питцера, Питцера-Симонсона.

Модель ассоциированных растворов. Общие представления. Идеально ассоциированный раствор (на примере сплавов Mg-Sn).

Решеточные модели. Решеточные модели жидкости. Модель подрешеток при описании термодинамических свойств твердых растворов. Вывод выражения для конфигурационной энтропии (гипотеза Темкина).

Расчет термодинамических свойств трехкомпонентных растворов на основании данных о граничных бинарных системах. Расчет термодинамических свойств трехкомпонентных растворов на основании данных о граничных бинарных системах. Симметричные методы: Колера, Колинэ, Муггиани. Асимметричные методы: Бонье, Тула, Хиллерта. Метод изопотенциалов. Метод Редлиха-Кистера.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений магистрантов с докладами (рефератами)

2. Групповой разбор результатов контрольных работ
3. Встречи с сотрудниками и руководителями профильных лабораторий и предприятий - потенциальными работодателями выпускников.

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В Основы физической химии. Теория и задачи. М.: МГУ, 2005.
2. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.
3. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г

Лекционные занятия проводятся 1 раз в неделю в объеме 1 часа и 1 час лабораторных занятий в 1 семестре. После окончания изучения каждой темы магистранты проходят тестирование, выполняют контрольные работы.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

№№ п/п	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	Уравнения состояния. Термодинамические свойства растворов.	4	собеседование
2.	Системы сравнения, влияние их выбора на количественные характеристики свойств растворов.	6	собеседование
3.	Уравнение Гиббса-Дюгема.	6	собеседование
4.	Критические явления в растворах.	6	собеседование
5.	Модели растворов неэлектролитов.	4	собеседование
6.	Модели растворов электролитов.	4	собеседование
7.	Модель ассоциированных растворов.	6	собеседование
8.	Решеточные модели.	4	собеседование

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонды оценочных средств и критерии оценки представлены отдельно, как приложение к рабочей программе.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи. М.: МГУ, 2005.
2. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.

3. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г
4. Физическая химия. В двух книгах. /Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 1995г., 2001. Строение вещества. Термодинамика.
4. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.
5. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г.
6. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. М.: Высшая школа, 1991г.

б) дополнительная литература

1. Курс физической химии /под редакцией Герасимова Я.И., М.:Химия, 1969 (т.1), 1973 (т.2.0
2. Авгуль Н.Н., Киселев А.В., Пошкус Д.П. Адсорбция газов и паров на однородных поверхностях. М.:Химия, 1975.
3. Киселев А.В. Физическая химия. Современные проблемы /Под редакцией Я.М.Колотыркина. М.:Химия, 1982.
4. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. М.:Изд-во МГУ, 1982.

в) электронные источники информации

1. Научная электронная база данных издательства Elsevier, <http://www.sciencedirect.com/>
2. Научная электронная база данных издательства ACS Publication, <http://pubs.acs.org/>
3. Научно-поисковая электронная база данных Reaxys. <https://www.reaxys.com/>
4. Научная электронная база данных издательства Springer, <http://www.springerlink.com/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к аудитории для лекционных и практических занятий: бесшумная светлая аудитория на 25 посадочных мест с доской.

Требования к аудитории для лабораторных занятий: лаборатория 60-70 м² с вытяжкой, общим и местным (над шестью рабочими столами) освещением, канализацией (холодная и горячая вода).

Требования к специализированному оборудованию: вытяжной шкаф, химически стойкая раковина, шесть лабораторных столов со стойким покрытием, один стол преподавателя, двенадцать лабораторных стульев, доска, технические и аналитические весы.

Теоретический курс:

1. Лекции, презентации.
2. Контрольные тесты.
3. Список вопросов для проведения коллоквиумов.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Набор реактивов и оборудования для лекционных опытов.

Лабораторный практикум:

1. Тематика и описание лабораторных работ (специально разработанный и изданный лабораторный практикум для студентов химического направления).
2. Набор химических реактивов к каждой лабораторной работе.
3. Лабораторные установки, оборудование.

Материальное обеспечение дисциплины

- Калориметр
- Рефрактометр УРЛ, УРЛ-15
- Установка для криоскопии
- Установка для термического анализа
- Модуль "Термостат"
- Аналитические весы
- Технические весы
- Лабораторная посуда