

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

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

Л.Т. Денисова

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ  
РАСТВОРОВ**

Дисциплина Б1.В.02.07 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Термодинамическая теория растворов

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация

---

04.05.01.31 Физическая химия

---

Программу  
составили

канд.хим. наук, доцент, Денисова Л.Т.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – получение студентами углубленных знаний о термодинамической теории образования растворов, что позволит целенаправленно управлять процессами, протекающими в между компонентами растворов, в том числе образования новых фаз.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины является ознакомление студентов с основными теориями, описывающими свойства растворов, способами расчета термодинамических величин применительно к различным типам растворов.

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

**ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках**

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Теория растворов" является дисциплиной специализации базовой части учебного плана.

Для ее освоения необходимо изучение следующих дисциплин

Общая и неорганическая химия

Аналитическая химия

Химическая термодинамика

Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика

Освоение дисциплины необходимо для выполнения дипломной работы.

### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		9
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,33 (48)</b>	<b>1,33 (48)</b>
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,44 (16)	0,44 (16)
практикумы		
лабораторные работы	0,44 (16)	0,44 (16)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,67 (60)</b>	<b>1,67 (60)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 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		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные этапы в развитии теории растворов	3	4	0	14	
2	Термодинамическая теория растворов	13	12	16	46	
Всего		16	16	16	60	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Общая характеристика растворов. Основные теории растворов.	1	0	0
2	1	Термодинамическое и молекулярно-кинетическое условие образования растворов. Свойства и структурные особенности растворителей и растворов.	2	0,5	0

3	2	Термодинамические соотношения, используемые в термодинамике растворов. Основные методы определения парциальных молярных величин. Активность. Коэффициент активности.	1	0	0
4	2	Определение и термодинамические свойства идеальных растворов. Условия идеальности растворов. Мольный объем, энтальпия, энтропия и энергия Гиббса идеального раствора. Равновесие идеальный раствор – пар. Равновесие идеальный раствор – твердая фаза. Температуры кипения и замерзания идеальных растворов. Осмотическое давление идеального раствора. Уравнения Ван-Лаара и Вант-Гоффа.	2	0,5	0
5	2	Термодинамическая теория бесконечно разбавленных растворов. Общая характеристика разбавленных растворов. Объем, внутренняя энергия и теплоемкость. Равновесия разбавленный раствор – пар, разбавленный раствор – твердая фаза. Выполнимость закона Генри.	2	1	0

6	2	Термодинамическая теория неидеальных растворов. Классификация неидеальных растворов. Зеотропные и азеотропные растворы. Термодинамическая классификация неидеальных растворов: регулярные и атермические.	2	1	0
7	2	Влияние внешних условий на равновесие сосуществующих фаз. Двухкомпонентные системы. Равновесие жидкость – пар.	2	1	0
8	2	Растворы электролитов. Электростатическая теория. Основные понятия электростатической теории сильных электролитов Дебая и Хюкеля.	2	1	0
9	2	Термодинамические свойства ионов. Термодинамика ионной сольватации. Особенности оптических и термодинамических свойств сильных электролитов.	2	1	0
Всего			16	6	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Растворы. Способы выражений концентраций. решение задач на переход от одной концентрации к другой.	2	0	0

2	1	Термодинамическая характеристика процессов сольватации ионов.	2	0	0
3	2	Решение задач на применение первого и второго уравнений Гиббса – Дюгема.	2	0	0
4	2	Законы Рауля и Генри. Летучесть компонента. Уравнение Шредера – Ван-Лаара.	2	0	0
5	2	Проверка выполнимости закона Генри.	2	0	0
6	2	Описание термодинамики неидеальных растворов с помощью активностей и коэффициентов активностей: симметричная и несимметричная система сравнения.	2	0	0
7	2	Законы Гиббса-Коновалова и Вревского.	2	0	0
8	2	Термодинамика растворов электролитов.	2	0	0
Всего			16	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Определение давления насыщенного пара легколетучей жидкости	4	2	0
2	2	Определение состава равновесных фаз и их количественного соотношения по диаграммам состояния.	4	2	0
3	2	Исследование равновесия кристаллы – жидкий раствор в бинарных системах органических веществ	2	2	0



4	2	Определение коэффициента активности и активности электролита	4	2	0
5	2	защита последней лабораторной работы	2	4	0
			16	12	0

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Музыкантов В. С., Бажин Н. М., Пармон В. Н., Булгаков Н. Н., Иванченко В. А.	Задачи по химической термодинамике: учебное пособие для вузов по специальности 011000 "Химия"	МоскваМосква: Химия, 2004
Л1.2	Ефанов Л. Н., Бахвалов С. Г., Петрова Е. М.	Избранные главы теории растворов: учебное пособие для студентов химического факультета	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1994

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дуров В. А., Агеев Е. П.	Термодинамическая теория растворов: учеб. пособие для студ. вузов по спец. 011000 "Химия" и по напр. 510500 "Химия"	Москва: URSS, 2010
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Бажин Н. М., Иванченко В. А., Пармон В. Н.	Термодинамика для химиков: учебник для студентов вузов по специальности "Химия"	МоскваМосква: Химия, 2004
Л2.2	Пригожин И. Р., Беллеманс А., Маго В., Глазов В. М.	Молекулярная теория растворов	Москва: Металлургия, 1990

Л2.3	Дуров В.А., Агеев Е. П.	Термодинамическая теория растворов неэлектролитов: монография	Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1987
Л2.4	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Москва: МИСиС, 2012
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Музыкантов В. С., Бажин Н. М., Пармон В. Н., Булгаков Н. Н., Иванченко В. А.	Задачи по химической термодинамике: учебное пособие для вузов по специальности 011000 "Химия"	МоскваМосква: Химия, 2004
Л3.2	Ефанов Л. Н., Бахвалов С. Г., Петрова Е. М.	Избранные главы теории растворов: учебное пособие для студентов химического факультета	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1994

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Равновесие в растворах [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 02100.10062 «Химия»] / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: Н. Н. Головнев, А. И. Петров.	Режим доступа: <a href="http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b24/i-068313.pdf">http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b24/i-068313.pdf</a>
Э2	Стасть Н.Ф., Свинцова Л.Д. Химия растворов — Томск: Изд-во ТПУ, С77 2006. – 155 с.	Режим доступа: <a href="http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2009/m24.pdf">http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2009/m24.pdf</a>
Э3	Л.С.Анисимова, Н.П.Пикула, Е.В.Михеева. Практикум по физической и коллоидной химии./Учебное пособие для студентов ИГНД очного и заочного обучения. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 108 с.	Режим доступа : <a href="http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MYY/students/Tab1/Praktikum.pdf">http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MYY/students/Tab1/Praktikum.pdf</a>
Э4	Определение коэффициента активности и активности электролита при помощи ионноселективного электрода	Режим доступа: <a href="http://td.chem.msu.ru/uploads/files/courses/special/specprac/metod_ise.pdf">http://td.chem.msu.ru/uploads/files/courses/special/specprac/metod_ise.pdf</a>

### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Учебные занятия по "Теории растворов" проводятся в виде лекций, лабораторных и практических работ, самостоятельной работы.

Лекции носят установочно-фундаментальный характер, направленный на изучение обучающимися соответствующей темы и содержат основные положения вопросов, составляющих сущность

темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников.

На лабораторных занятиях студенты осваивают основные приемы проведения физических измерений, правила обработки результатов, закрепляют навыки, приобретенные на лекционных и практических занятиях.

Целью лабораторных занятий является более глубокое осознание студентами физических явлений и законов.

Этапы выполнения лабораторной работы:

I. Подготовка к работе (этап, необходимый для получения допуска к выполняемой работе).

II. Выполнение работы.

III. Оформление отчета. Отчет должен быть оформлен в печатном виде (выполняется каждым студентом индивидуально). На титульном листе отчета указывается название работы, ф.и.о. студента, номер группы. В начале отчета формулируется цель работы и/или физический закон (явление), исследованный в работе. Затем указывается оборудование и материалы, используемые для проведения работы. Затем аннотационно делается небольшое теоретическое введение в работу. Приводится схема установки, на которой будет выполняться работа. В соответствующих таблицах приводятся результаты непосредственных измерений, причем все таблицы должны быть озаглавлены. Приводятся все расчетные формулы, как в символьном виде, так и с подставленными числами. К отчету прикладываются необходимые графики. Графики должны быть выполнены на миллиметровой бумаге или в графическом редакторе. В конце отчета формулируются выводы. В выводах должны быть проанализированы полученные результаты и дано заключение об их согласии с теоретическими зависимостями. Отчет по работе и теоретический материал сдается преподавателю.

IV. Защита лабораторной работы. Защита работы предусматривает успешное выполнение эксперимента, оформление отчета, ответы на контрольные вопросы. При защите теоретической части студент должен свободно ориентироваться в тех изучаемых явлениях, которые представлены в работе, уметь выводить используемые в работе формулы, понимать их физический смысл.

К выполнению лабораторной работы студент приступает после получения допуска. Защита лабораторных работ проводится во время аудиторного занятия.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

1. Проработку и закрепление лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

2. Подготовка и защита лабораторных работ;

3. Подготовка к практическим занятиям.

Задания на самостоятельную работу выдаются преподавателями, ведущими лабораторные занятия.

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала выносятся следующие темы:

1. Понятие о растворенном веществе и растворителе. Способы выражений концентрации.

2. Сольватация ионов и молекул неорганических веществ и органических молекул.

3. Классификация растворителей: по физическим константам, кислотно-основным свойствам, образованию водородной связи, донорно-акцепторной способности и др.

4. Характеристические функции. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Методы определения парциальных молярных величин.

5. Классификация идеальных растворов.

6. Температуры кипения и замерзания, осмотическое равновесие в бесконечно разбавленных растворах.

7. Классификация бинарных жидких систем по типу фазовых диаграмм.

8. Методы определения активностей и коэффициентов активностей.

9. Электролиты. Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация, сильные и слабые электролиты. Средние ионные коэффициенты активности. Особенности оптических и термодинамических свойств сильных электролитов.

При самостоятельном изучении дополнительного теоретического материала, при подготовке к занятиям, промежуточным тестам, зачету и при подготовке к лабораторным работам студенты используют литературу, рекомендованную преподавателем.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Сопровождение учебного процесса требует применения программного обеспечения, позволяющего создавать, редактировать, представлять текстовый и иллюстративный материал, проводить мат. обработку экспериментальных данных: MSOffice (MSWord, MSeXcel, MSPowerPoint).
-------	--

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> .
9.2.2	Nature Publishing Group. -Режим доступа: <a href="http://www.nature.com">http://www.nature.com</a> .
9.2.3	EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Режим доступа: <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
9.2.4	Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
9.2.5	Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a> .
9.2.6	Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. - Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.7	Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a> .
9.2.8	Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений-Режим доступа: <a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a> .
9.2.9	База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО. -Режим доступа: <a href="http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/">http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/</a>
9.2.10	.

## 10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Технические средства обучения для проведения лекционных занятий (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

Учебно-лабораторное оборудование общего назначения.

Весы лабораторные XR4002S Mettler Toledo.

Спектрофотометр Specol 1300 AnalytikJena.

Рефрактометр Аббе лабораторный ИРФ-454Б2М.

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (ТПУ, г.Томск), включающий в себя термостат калориметр, универсальный контроллер, установка термического анализа, термодатчик, магнитная мешалка.