

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ 2021 г.

**Физическая химия**  
**рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Химия, технология и оборудование химических производств**

Учебный план 18.03.01-MODUL-PRF2-vech-n16.plx  
Направление- 18.03.01 "Химическая технология"  
Профиль - Химическая, нано- и биотехнология полимеров и нефтепродуктов

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **9 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 324  
в том числе:  
аудиторные занятия 96  
самостоятельная работа 174  
часы на контроль 54

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 6  
зачеты с оценкой 5

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	17		17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные	16	16	16	16	32	32
Практические	32	32			32	32
Итого ауд.	64	64	32	32	96	96
Контактная работа	64	64	32	32	96	96
Сам. работа	80	80	94	94	174	174
Часы на контроль			54	54	54	54
Итого	144	144	180	180	324	324

Программу составил(и):

к.х.н., доцент кафедры ВХТО, Курунина Г.М. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химия, технология и оборудование химических производств**

Зав. кафедрой д.х.н., профессор кафедры ВХТО Бутов Г.М.

Рабочая программа дисциплины

**Физическая химия**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016г. №№1005)

составлена на основании учебного плана:

Направление- 18.03.01 "Химическая технология"

Профиль - Химическая, нано- и биотехнология полимеров и нефтепродуктов

утвержденного учёным советом вуза от 30.08.2017 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от 31.08.2021 г. № 1

Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.

Декан факультета \_\_\_\_\_



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения курса физической химии является усвоение студентами основных законов и овладение системой знаний, необходимых для успешной деятельности специалиста в научной и практической деятельности после окончания ВУЗа. Многие химико-технологические процессы (синтез, ректификация, экстракция, перегонка и др.) основаны на законах физической химии, поэтому ее изучение должно дать фундаментальную научную базу знаний будущему химику - технологю.
-----	--

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Общая и неорганическая химия
2.1.2	Математика
2.1.3	Физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
2.2.2	Коллоидная химия
2.2.3	Процессы и аппараты химической технологии
2.2.4	Общая химическая технология
2.2.5	Основы теории катализа
2.2.6	Физико-химия растворов полимеров
2.2.7	Химические реакторы
2.2.8	Химия нефти и газа
2.2.9	Выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра
2.2.10	Физико-химические основы переработки ВМС

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>ОПК-1: способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уметь:</b>	
<b>Владеть:</b>	
<b>ПК-18: готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уметь:</b>	
<b>Владеть:</b>	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
3.1.2	термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
3.1.3	уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;
3.1.4	основные теории гомогенного, гетерогенного ферментативного катализа.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
3.2.2	определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
3.2.3	устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;
3.2.4	определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;
3.2.5	составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
3.3.2	навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре;
3.3.3	навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
3.3.4	методами определения порядка реакции, констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интреракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ</b>						
1.1	Предмет, задачи, разделы и методы изучения физической химии, как науки. Роль отечественных и зарубежных ученых в становлении и развитии различных разделов физической химии. Научная и прикладное знание физической химии. Лекция-презентация. /Лек/	5	1	ОПК-1	Л1.4Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10	0	
	<b>Раздел 2. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ</b>						
2.1	Содержание, формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики. Основные понятия и определения: теплота, работы, внутренняя энергия, энтальпия и их расчет в изохорических, изобарических, изотермических и адиабатических процессах. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкость и связь между ними, $C_p$ и $C_v$ , уравнение Майера. Зависимость теплоемкости от температуры. Термохимия. Закон Гессе и следствия из него. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной и интегральной формах. Лекция-презентация. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Э1 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
2.2	Приложение I начала термодинамики для расчета работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
2.3	Расчет тепловых эффектов по закону Гессе и закону Кирхгоффа /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2Л3. 8 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
2.4	Контрольная работа ч 1. Расчет термодинамических характеристик при изменении состояния идеальных газов. Определение стандартного изменения энтальпии и энтропии химической реакции. /Ср/	5	23	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4 Л1.8Л2.2Л3. 8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э8 Э9 Э10	0	
2.5	Разноуровневые задачи 1. Химическая термодинамика, расчет термодинамических параметров для заданной температуры. /Пр/	5	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3. 8 Э2 Э3 Э4 Э5 Э8 Э9 Э10	0	

	<b>Раздел 3. ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ</b>						
3.1	Обратимые и необратимые, самопроизвольные и вынужденные процессы; формулировки и математическое выражение второго закона термодинамики, цикл Карно. Расчет изменения энтропии в различных термодинамических процессах. Энтропия и термодинамическая вероятность. Энтропия как мера направленности процесса. Направление протекания самопроизвольных процессов и химических реакций. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Термодинамика фазовых превращений. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона для агрегатных превращений. Лекция-презентация. /Лек/	5	2	ОПК-1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Э1 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
3.2	Расчет изменения энтропии в различных процессах. Расчеты по уравнению Клаузиуса – Клапейрона /Пр/	5	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4Л2.2Л3. 8 Э1 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
3.3	Разноуровневые задачи 1. Химическая термодинамика, расчет термодинамических параметров для заданной температуры. /Пр/	5	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4Л2.2Л3. 8 Э1 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
3.4	Контрольная работа ч 1. Определение изменения энтропии в различных термодинамических процессах. /Ср/	5	25	ОПК-1 ПК-18	Л1.3 Л1.4 Л1.8Л2.2Л3. 8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
3.5	Лаб. раб. № 3. Термодинамика фазового превращения /Лаб/	5	2	ОПК-1	Л1.4 Л1.5Л2.2Л3. 3 Л3.5 Л3.9 Э1 Э3 Э5 Э8 Э9 Э10	2	
	<b>Раздел 4. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ.</b>						
4.1	Признаки и виды химического равновесия. Константа равновесия гомогенной и гетерогенной реакции. Формы выражения констант равновесия и связь между ними, расчет равновесных состояний. Уравнение изотермы, изохоры и изобары Вант-Гоффа. Расчет констант равновесия по методу Улиха, по данным стандартных термодинамических величин, по методу Темкина – Шварцмана. Лекция-презентация. /Лек/	5	4	ОПК-1	Л1.4Л2.2 Э1 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
4.2	Лаб. раб №20 Расчет константы равновесия гомогенной реакции. Зависимость константы химического равновесия гомогенной реакции от температуры /Лаб/	5	4	ОПК-1	Л1.4Л2.2Л3. 3 Э1 Э3 Э8 Э9 Э10	2	
4.3	Химическое равновесие. Расчет констант равновесия /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.4Л2.2Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

4.4	Расчеты по уравнениям изотермы, изохоры, изобары Вант-Гоффа /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.4Л2.2Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
4.5	Расчет константы равновесия по методу Улиха, по стандартным величинам и методу Темкина – Шварцмана /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.4Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
4.6	Разноуровневые задачи № 2. Химическое равновесие. /Пр/	5	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.8Л2.2Л3.3 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
4.7	Контрольная работа ч 2. Расчет равновесных концентраций и констант равновесия. Расчет константы равновесия химической реакции различными методами. Построение графиков $\Delta H = f(T)$ , $S = f(T)$ , $\Delta G = f(T)$ , $\ln K_p = (1/T)$ . /Ср/	5	32	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.8Л2.2Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
<b>Раздел 5. ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ.</b>							
5.1	Основные понятия и определения. Вывод правила фаз Гиббса. Диаграммы состояния воды и серы. Термический анализ. Диаграммы состояния двухкомпонентной системы: обладающей полной растворимостью в жидком состоянии и полной нерастворимостью в твердом состоянии обладающей полной растворимостью в жидком и в твердом состоянии, с ограниченной растворимостью в твердом состоянии (с эвтектикой и перитектикой); образующей химическое соединение с конгруэнтным и инконгруэнтным плавлением. Диаграмма состояния трехкомпонентных систем. Треугольник концентраций. Методы Гиббса и Розебома. Лекция-презентация. /Лек/	5	4	ОПК-1	Л1.4Л2.2 Э1 Э3 Э6 Э8 Э9 Э10	2	
5.2	Лаб .раб. № 8 Трехкомпонентная система /Лаб/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
5.3	Зачетное занятие /Лаб/	5	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
<b>Раздел 6. ТЕРМОДИНАМИКА И ЗАКОНЫ РАСТВОРОВ.</b>							

6.1	<p>Классификация растворов. Основные понятия. Теории растворов. Растворы, способы выражения, концентрация.</p> <p>Идеальные растворы, закон Рауля.</p> <p>Понижение температуры замерзания растворов. Криоскопия. Повышение температуры кипения растворов.</p> <p>Эбуллиоскопия.</p> <p>Осмотическое давление. Перегонка идеальных растворов. Первый закон Коновалова. Реальные растворы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля.</p> <p>Перегонка реальных растворов.</p> <p>Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Закон распределения.</p> <p>Экстракция. Растворы двух жидкостей обладающих ограниченной взаимной растворимостью (с верхней и нижней критической температурой). Лекция-презентация.</p> <p>/Лек/</p>	5	3	ОПК-1	Л1.4 Л1.5 Л1.7Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
6.2	Идеальные и реальные растворы. Закон Рауля. Замерзание и кипение растворов. Закон распределения /Пр/	5	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
6.3	Лаб. раб. № 6. Исследование перегонки бинарных неограниченно смешивающихся жидкостей. /Лаб/	5	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.2Л3. 2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
6.4	/ЗачётСОц/	5	0	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.8Л2.2Л3. 3 Э1 Э2 Э8 Э9 Э10	0	
<b>Раздел 7. Электрохимия</b>							
7.1	<p>Основные положения теории электролитической диссоциации, достоинства, недостатки. Закон разведения Освальда. Ионная сила электролитов. Электропроводность растворов. Измерение электропроводности. Удельная и эквивалентная электропроводность.</p> <p>Абсолютная скорость движения ионов. Подвижность ионов. Закон Кольруша. Числа переноса. Механизм переноса электричества. Связь чисел переноса с подвижностями ионов.</p> <p>Методы определения чисел переносов.</p> <p>Кондуктометрия: прямая и кондуктометрическая титрование.</p> <p>Лекция-презентация /Лек/</p>	6	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э6 Э8 Э9 Э10	2	
7.2	Лаб. раб. № 12. Электропроводность растворов слабых и сильных электролитов /Лаб/	6	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.4Л2.2Л3. 4 Л3.5 Л3.6 Э2 Э3	2	
7.3	Лабораторная работа № 11 Определение чисел переноса /Лаб/	6	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4Л2.3Л3. 5 Э1 Э2 Э3	0	



7.4	Контрольная работа ч 1 Расчеты по законам электролиза Расчёт удельной и эквивалентной электропроводности, степени и константы диссоциации /Ср/	6	26	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.5 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.3Л3.8 Э2 Э3 Э4 Э8 Э9 Э10	0	
7.5	Разноуровневые задачи № 1 Расчеты по законам электролиза Расчёт удельной и эквивалентной электропроводности, степени и константы диссоциации /Ср/	6	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.4 Л1.8Л2.2Л3.5 Л3.8 Э1 Э2 Э8 Э9 Э10	0	
<b>Раздел 8. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ</b>							
8.1	Лаб.раб №14-15. Гальванические элементы. Измерение Э.Д.С. и электродных потенциалов гальванических элементов. Гальванические элементы. Термодинамика гальванических элементов /Лаб/	6	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.1 Л3.4 Л3.5 Э1 Э3	0	
8.2	Строение двойного электрического слоя. Механизм образования электродного потенциала. Стандартные электродные потенциалы. Электродные потенциалы и ЭДС гальванического элемента. Уравнение Нернста. Измерение ЭДС гальванического элемента, устройство элемента Вестона. Электроды I рода. Газовые электроды: водородный, кислородный, хлорный. Электроды сравнения (II рода): нормальный водородный, каломельный, хлорсеребрянный. Окислительно-восстановительные электроды (III рода). Термодинамика гальванического элемента. Потенциометрическое определение концентрации водорода и рН раствора с помощью водородного, химгидронного и стеклянного электродов. Потенциометрическое титрование. Построение кривых титрования. Лекция-презентация. /Лек/	6	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э2 Э3 Э6	0	
8.3	Контрольная работа ч 1. Расчет электродных потенциалов, ЭДС и термодинамических характеристик гальванических элементов. /Ср/	6	24	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.8Л2.2 Л2.3Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Раздел 9. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. Катализ</b>							
9.1	Контрольная работа ч 2. Химическая кинетика. Определение константы скорости реакции и порядка химической реакции. Определение температурного коэффициента и энергии активации химической реакции. /Ср/	6	36	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.8 Э1 Э2 Э8 Э9 Э10	0	

9.2	Разноуровневые задачи № 2. Химическая кинетика. Определение константы скорости реакции и порядка химической реакции. Определение температурного коэффициента и энергии активации химической реакции. /Ср/	6	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.6 Л1.8Л2.1 Л2.2Л3.8 Э1 Э2 Э8 Э9 Э10	0	
9.3	Скорость химических реакций. Зависимость скорости реакции от различных факторов. Закон действующих масс. Простые и сложные (последовательные, параллельные, сопряженные) реакции. Молекулярность и порядок реакции. Вывод кинетических уравнений I, II, и III порядков односторонних реакций. Период полураспада. Методы определения порядка реакций. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Теория активных столкновений. Стерический фактор. Теория активного комплекса или переходного состояния. Теория абсолютных скоростей. Катализ. Виды катализа. Лекция-презентация. /Лек/	6	8	ОПК-1	Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э6 Э7 Э9 Э10	2	
9.4	Лаб. раб № 10. Химическая кинетика. Изучение скорости реакции иодирования ацетона /Лаб/	6	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.5 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	0	
9.5	Лаб. раб. № 9. Химическая кинетика. Изучение скорости реакции инверсии тростникового сахара поляриметрическим методом /Лаб/	6	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.5 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9 Э10	2	
9.6	/Экзамен/	6	54	ОПК-1 ПК-18	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2Л3.8 Э1 Э3 Э4 Э5 Э8 Э9 Э10	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для зачета.

1. Дайте определение I закон термодинамики и запишите его . математическое выражение.
2. Что называется средней теплоёмкостью, удельной теплоёмкостью ?
3. Дайте график зависимости теплоёмкости от температуры. Объясните его.
4. Выведите уравнение Майера для газов.
5. Работа расширения идеального газа для различных термодинамических процессов.
6. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса (I и II).
7. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса (III и IV).
8. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса (IV и V).
9. Закон Кирхгоффа в дифференциальной форме.
10. Закон Кирхгоффа в интегральной форме.
11. Сформулируйте II закон термодинамики. Математическое выражение II закона термодинамики.
12. Схема тепловой машины. Что называется к.п.д. тепловой машины ?
13. Что называется циклом Карно ? Покажите схему цикла Карно.
14. Энтропия. Уравнение энтропии для кругового и необратимого процесса. Уравнение энтропии для кругового и обратимого процесса.
15. Условия самопроизвольного течения процесса.

16. Энтропия. Расчет энтропии для различных термодинамических процессов.
17. Условия самопроизвольного протекания реакции.
18. Запишите уравнение Клаузиуса-Клапейрона для процессов кипения, испарения.
19. Запишите уравнение Клаузиуса-Клапейрона для процессов плавления, кристаллизации.
20. Выведите дифференциальную форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона.
21. Выведите интегральное уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
22. Как графическим способом рассчитать тепловой эффект испарения.
23. Виды и признаки химического равновесия.
24. Дайте определения закона действующих масс и его математическую запись.
25. Напишите константу равновесия, выраженную через концентрацию, мольную долю, активность.
26. Напишите соотношения между константами равновесия.
27. Дайте определение химического сродства. Как его определить ?
28. Выведите уравнение изотермы Вант-Гоффа.
29. Выведите уравнение константы равновесия.
30. Какие растворы называются реальными, идеальными ? Чем обусловлены отклонения от идеальности ?
34. Сформулируйте закон Рауля. Дайте его графическое изображение.
35. Закон Рауля. Положительные отклонения от закона Рауля.
36. Закон Рауля. Отрицательные отклонения от закона Рауля.
37. Дайте определения парциального давления. Сформулируйте закон Рауля. Дайте его аналитическую запись.
38. Дайте определение I закона Коновалова. Дайте определение II закона Коновалова. Покажите его графически.
39. Дайте определение перегонки. Приведите пример.
40. Фазовое равновесие. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.
41. Фазовое равновесие. Диаграммы состояния двойных систем в простых системах с эвтектикой.
42. Анализ трехкомпонентных систем. Объемные и плоские диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Треугольники концентраций. Определение концентраций по методам Гиббса и Розебома.
43. Термодинамическая активность. Коэффициент активности. Методы определения коэффициента активности.

#### Вопросы к экзамену

1. Введение в электрохимию. История развития, теоретическое и прикладное значение электрохимии.
2. Проводники I и II рода. Основные положения теории Аррениуса, достоинства, недостатки.
3. Сильные и слабые электролиты. Правило Нернста - Каблукова - Томсона. Вывод закона разведения Оствальда (2 формы).
4. Удельная электропроводность. Определение постоянной сосуда. Схема Кольрауша. Зависимость удельной электропроводности от концентрации и температуры.
5. Абсолютная скорость движения ионов. Подвижность и числа переноса ионов. Закон Кольрауша.
6. Числа переноса. Способы определения чисел переноса. Схема Гитторфа. Метод движущейся границы.
7. Числа переноса. Способы определения чисел переноса. Схема Гитторфа. Метод изменения концентрации ионов в приэлектродных слоях.
8. Эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша. Зависимость эквивалентной электропроводности от концентрации и температуры.
9. Прямой кондуктометрический метод анализа, достоинства, недостатки. Расчет константы диссоциации слабого электролита.
10. Кондуктометрическое титрование, достоинства, недостатки. Виды кривых титрования для различных случаев реакции нейтрализации.
11. Идеальные и реальные растворы. Активность и коэффициент активности. Расчет среднеионных значений активности, коэффициента активности и моляльности.
12. Основные допущения и сущность теории сильных электролитов Дебая - Гюккеля. Закон ионной силы.
13. Электрофоретическое и релаксационное торможение. Эффекты Дебая - Фалькенгагена и Вина. Время релаксации. Уравнение Онзагера.
14. Сущность теории Дебая - Гюккеля. Первое приближение теории и вывод предельного закона Дебая - Гюккеля.
15. Сущность теории Дебая - Гюккеля. Второе и третье приближение Дебая - Гюккеля.
16. Зависимость эквивалентной электропроводности от концентрации. Закон квадратного и кубического корня Кольрауша.
17. Гальванические элементы. Строение двойного электрического слоя.
18. Гальванические элементы. Устройство, запись и работа элемента Якоби - Даниэля.
19. Устройство, запись, работа и назначение элемента Вестона.
20. Измерение электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Вывод уравнения Нернста для электродов I рода.
21. Классификация электродов. Уравнения Нернста для электродов I, II, III рода. Нормальный водородный электрод, его устройство. Запись, работа, характеристика.
22. Классификация электродов. Электроды II рода. Вывод уравнения Нернста для электродов II рода. Устройство, запись, работа и характеристика хлорсеребряного электрода.
23. Классификация электродов. Электроды II рода. Устройство, запись, работа и характеристика каломельного электрода.
24. Обратимые и необратимые гальванические элементы. Приведите примеры.
25. ЭДС гальванического элемента, её расчет и измерение компенсационным способом.
26. Термодинамика гальванического элемента. Вычисление энергии Гиббса, работы, теплового эффекта и энтропии.
27. Термодинамика гальванического элемента. Вычисление  $(dE/dT)_p$  и его анализ. Расчет энтальпии, теплового эффекта и энтропии.
28. Анализ уравнения Гиббса - Гельмгольца для гальванического элемента.

29. Анализ уравнения изотермы Вант - Гоффа для расчета константы равновесия электрохимической реакции гальванического элемента.
30. Классификация гальванических цепей. Физические цепи и их разновидности: гравитационные и аллотропические.
31. Классификация гальванических цепей. Концентрационные цепи с переносом и без переноса вещества.
32. Концентрационные цепи. Механизм возникновения диффузионного потенциала и его расчет.
33. Классификация гальванических цепей: простые и сложные химические цепи.
34. Прямая и косвенная потенциометрия. Характеристика и области применения методов.
35. рН-метрия. Устройство, запись, работа и характеристика водородного электрода. Расчет рН растворов.
36. рН-метрия. Устройство, запись, работа и характеристика хингидронного электрода. Расчет рН растворов.
37. Потенциометрическое титрование. Интегральная и дифференциальная форма кривых титрования по реакции нейтрализации и окисления - восстановления.
38. Химическая кинетика, её разделы. Основные понятия: скорость реакции, кинетическое уравнение, порядок, молекулярность. Закон действующих масс.
39. Скорость химической реакции, способы её выражения. Зависимость скорости реакции от различных факторов.
40. Классификация химических реакций по различным признакам: по обратимости, по тепловому эффекту, по фазовому состоянию, молекулярности, порядку, механизму. Примеры.
41. Частный и общий порядок реакции. Вывод кинетического уравнения I порядка для необратимых реакций.
42. Частный и общий порядок реакции. Вывод кинетического уравнения II порядка для необратимых реакций для случая равенства концентрации ( $C_{0A}=C_{0B}$ ). Кинетическое уравнение II порядка для необратимых реакций для случая неравенства концентрации ( $C_{0A} \neq C_{0B}$ ).
43. Частный и общий порядок реакции. Вывод кинетического уравнения III порядка для необратимых реакций для случая равенства концентрации ( $C_{0A}=C_{0B}=C_{0C}$ ).
44. Частный и общий порядок реакции. Вывод кинетического уравнения n-ого порядка для необратимых реакций.
45. Частный и общий порядок реакции. Вывод периода полураспада для реакций I, II, III порядка.
46. Интегральные способы определения порядка реакции: способ подстановки, графический способ, по времени полураспада.
47. Дифференциальные способы определения порядка реакции: метод Вант - Гоффа, метод логарифмирования, метод изоляции Оствальда.
48. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант — Гоффа. Закон распределения Больцмана. Основные допущения теории Аррениуса. Уравнение Аррениуса в экспоненциальной форме.
49. Экспоненциальные и дифференциальные формы уравнения Аррениуса. Определенное и неопределенное интегрирование уравнения Аррениуса. Вычисление энергии активации аналитическим и графическим путем.
50. Анализ уравнения Аррениуса (его дифференциальная форма). Энергия активации. График зависимости энергии от хода реакции.
51. Теория активных столкновений Аррениуса. Основные положения. Выводы. Достоинства и недостатки.
52. Теория активированного комплекса. Основные постулаты, уравнения, выводы, достоинства и недостатки.
53. Катализ. Его разновидности. Основные понятия. Механизм каталитического действия. Гетерогенный и гомогенный катализ.
54. Цепные реакции, их разновидности. Стадии цепных реакций.
55. Горение и взрыв. Виды взрыва. Фотохимические реакции.

## 5.2. Темы письменных работ

Контрольная работа (5 семестр) по темам:

Тема . Химическая термодинамика. Расчет термодинамических характеристик при изменении состояния идеальных газов. Определение стандартного изменения энтальпии и энтропии реакции. Определение изменения энтальпии и энтропии в различных термодинамических процессах и при любых температурах.

Тема . Химическое равновесие. Расчет равновесных концентраций и констант равновесия. Расчет константы равновесия химической реакции различными методами.

Контрольная работа (6 семестр) Тема . Электрохимия. Расчет задач по законам электролиза, удельной и эквивалентной электропроводностей, степени диссоциации, константы диссоциации. Расчет электродных потенциалов, ЭДС и термодинамических характеристик гальванических элементов.

Тема . Химическая кинетика. Определение константы скорости и порядка химической реакции. Определение температурного коэффициента и энергии активации химической реакции.

Разноуровневые задачи по темам:

1. Химическая термодинамика. 2. Химическое равновесие. 3. Электрохимия. 4. Химическая кинетика.

Тесты по разделам.

1. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. 2. Химическое равновесие. 3. Электрохимия растворов электролитов и гальванические элементы. 4. Химическая кинетика.

## 5.3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств.

## 5.4. Перечень видов оценочных средств

Используемые формы текущего контроля: контрольная работа, разноуровневые задачи, собеседование, тестирование, зачет, экзамен.

Все материалы адаптированы для лиц с ограниченными возможностями.

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Ипполитов Е.Г., Артемов А. В.	Физическая химия: учебник для вузов	Москва: Академия, 2005	13
Л1.2	Зорина Галина Ивановна, Курунина Г.М., Бутов Г.М., Синьков А.В.	Электрохимия. Гальванические элементы: Учеб. пособие по физической химии	Волгоград: ВолгГТУ, 2011	27
Л1.3	Зорина, Г. И. [и др.]	Многовариантные задачи и тесты по химической термодинамике: учебное пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	36
Л1.4	Ерёмин В.В., Бошевский А.Я.	Основы общей и физической химии.	Долгопрудный: Интеллект, 2012	4
Л1.5	Курунина, Г. М. [и др.]	Многовариантные задачи и тесты по термодинамике фазовых превращений: учебное пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	30
Л1.6	Курунина Г.М.	Химическая кинетика: Учебное пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2016	эл. изд. N гос.рег.
Л1.7			,	эл. изд.
Л1.8	Гамеева, О. С.	Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии [Электронный ресурс] : учебное пособие - <a href="https://e.lanbook.com/book/92621">https://e.lanbook.com/book/92621</a>	СПб. [и др.]: Лань, 2017	эл. изд.
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Байрамов В.М.	Основы химической кинетики и катализа.	Москва: Академия, 2003	7
Л2.2	Стромберг А.Г., Семченко Д.П.	Физическая химия	Москва: Высшая школа, 2001	40
Л2.3	Колпакова Н.А., Анисимова Л.С.	Сборник задач по электрохимии: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2003	3
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Зорина Галина Ивановна, Курунина Галина Михайловна	Влияние температуры на электродвижущую силу гальванического элемента и расчет термодинамических характеристик: Сборник «Методические указания». Выпуск 3	Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2011	эл. изд. N гос.рег. 03211019 53
Л3.2	Зорина Г.И., Курунина Г.М.	Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы фенол-вода: Сборник «Методические указания». Выпуск 4	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	эл. изд. N гос.рег. 03212022
Л3.3	Брунилин Р.В., Духанин Г.П.	Физическая химия.: Термодинамика, растворы, фазовые равновесия.	Волгоград: ВолгГТУ, 2012	5
Л3.4	Мальшева Ж.Н., Бахтина Г.Д., Духанин Г.П.	Электрохимия: учебное пособие для практических занятий по физической химии	Волгоград: ВолгГТУ, 2013	5
Л3.5	Духанин Г.П., Мальшева Ж.Н.Бахтина Г.Д.	Практикум по физической химии: Химическая кинетика. Электрохимия	Волгоград: ВолгГТУ, 2014	5
Л3.6	Курунина, Г.М.[и др.]	Электропроводность растворов сильных и слабых электролитов. Вып. 1. [Электронный ресурс] : методические указания - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	эл. изд.
Л3.7	Курунина, Г.М.	Изучение скорости инверсии тростникового сахара . [Электронный ресурс] : Методические указания - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	эл. изд.
Л3.8	Курунина, Г.М.	Руководство к выполнению самостоятельных работ по дисциплине "Физическая химия" [Электронный ресурс] : методические указания - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волжский, ВПИ, 2016	эл. изд.
Л3.9	Курунина, Г. М.	Термодинамика фазовых превращений [Электронный ресурс]: методические указания - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волгоград: ВолгГТУ, 2018	эл. изд.
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	электронный библиотечный сайт ВПИ (филиал) ВолгГТУ			

Э2	электронный учебно-методический комплекс по дисциплине "Физическая химия"
Э3	Афанасьев Б.Н.Акулова Ю.П. Физическая химия
Э4	Пономарева К.С.Гугля В.Г.Никольский Г.С.Сборник задач по физической химии. Учебное пособие
Э5	Буданов В.В. Ключевые вопросы курса физической химии
Э6	ЖУРНАЛ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
Э7	Журнал Кинетика и катализ
Э8	ЭБС ВолгГТУ
Э9	Электронная библиотека Юрайт
Э10	Электронная библиотека Лань

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	MS Windows XP (Подписка Microsoft Imagine Premium
7.3.1.2	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4, Сублицензионный договор № Тг000150654 от 07.07.2017г. (подписка на 2017-2018гг),
7.3.1.3	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 от 25.04.2016г. (подписка на 2016-2017гг),
7.3.1.4	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 от 07.04.2015г. (подписка на 2015-2016гг),
7.3.1.5	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 от 08.04.2014г. (подписка на 2014-2015гг),
7.3.1.6	Сублицензионный договор № Тг018575 от 01.04.2013г. (подписка на 2013-2014гг));
7.3.1.7	MS Office 2003 (Лицензия №41300906 от 01.11.2006),
7.3.1.8	MS Windows XP
7.3.1.9	Подписка Microsoft Imagine Premium
7.3.1.10	ID df8605e9-c758-42d6-a856-ae0ba9714cc4
7.3.1.11	Сублицензионный договор № Тг000150654 (подписка на 2017-2018гг)
7.3.1.12	Сублицензионный договор № КИС-193-2016 (подписка на 2016-2017гг)
7.3.1.13	Сублицензионный договор № КИС-108-2015 (подписка на 2015-2016гг)
7.3.1.14	Сублицензионный договор № КИС-099-2014 (подписка на 2014-2015гг)
7.3.1.15	Сублицензионный договор № Тг018575 (подписка на 2013-2014гг)
7.3.1.16	MS Office 2003
7.3.1.17	Лицензия №41449069 от 25.04.2007 (бессрочная)

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	<a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>
7.3.2.2	<a href="https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf">https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf</a>
7.3.2.3	<a href="http://www.chemindustry.com">http://www.chemindustry.com</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы
7.2	Учебная мебель на 44 посадочных места, рабочее место преподавателя, LCD телевизор.
7.3	Учебная мебель на 48 посадочных места, рабочее место преподавателя, LCD телевизор, компьютер
7.4	Лабораторные работы проводятся в специально оборудованной лаборатории физической химии:
7.5	Цифровой вольтметр Щ 300 – 3 шт, генератор водорода Спектр 6, измеритель иммитанса Е7-14, лабораторный регулятор ПЭ-2100 – 2шт., модуль «Электрохимик», модуль «Термический анализ», модуль «Термостат», модуль «Универсальный контроллер» -3шт,
7.6	трмостат Minichiller, компьютер DEPO NEOS, лазерный монохромный принтер HP LaserJet Pro 1606 dn,
7.7	пляриметр порта-тивный П-161М, принтер LJ-1320 rus, рефрактометр ИРР-4546, холодильник «Орск», шкаф вытяжной ШМ – 6283,
7.8	поляриметр СМ – 3.

7.9	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Компьютер Microlab, мультимедиа-проектор «Beng»MP620C, принтер HPLaserJet1150.
-----	---

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание студентом системы правильной организации своего труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям и лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями, умениями и навыками.

Методические указания к лекционным занятиям:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам:

Практические занятия и лабораторные работы позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Готовясь к практическому занятию или лабораторной работе, студент может обращаться за методической помощью к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

Методические указания к самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- 1) конспектирование (составление тезисов) лекций;
- 2) решение задач;
- 3) работу со справочной и методической литературой;
- 4) выступления с докладами, сообщениями на практических занятиях;
- 5) защиту выполненных работ;
- 6) участие в текущем опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- 7) участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- 8) участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- 1) повторение лекционного материала;
- 2) изучения учебной и научной литературы;
- 3) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их консультациях;
- 4) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы;
- 5) подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- 6) решения задач, выданных на практических занятиях и лабораторных работах.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями

слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.