




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**Дальневосточный федеральный университет**  
(ДВФУ)


---

### ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Л.В. Левочкина  
«14» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Департамента пищевых наук  
и технологий

  
Ю.В. Приходько  
«14» июня 2019 г.

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**«Аналитическая, физическая и коллоидная химия»**

Направление подготовки: 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»

Образовательная программа «Технология продукции и организация ресторанных услуг»

Форма подготовки очная

Школа биомедицины  
Департамент пищевых наук и технологий  
Курс 1,2\_\_, семестр 2,3\_\_  
Лекции –\_18/ 18\_\_ час.  
Практические занятия –\_18/18\_\_ час.  
Лабораторные работы –18/36\_\_ час.  
Самостоятельная работа –18/ 9 \_\_ час.  
Всего часов –180\_\_ час.  
Всего часов аудиторной нагрузки – 126\_\_ час.  
Контроль – \_\_\_\_ /27  
Зачет – \_2\_ семестр  
Экзамен – \_3\_ семестр

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 04.04.2016 г. №12-13-592

УМКД обсужден на заседании Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины ДВФУ № 6 от «14» июня 2019 г.

Руководитель ОП:  
Составитель:

Левочкина Л.В.  
Иващенко Л.И.

## АННОТАЦИЯ

учебно-методического комплекса дисциплины  
«Аналитическая, физическая и коллоидная химия»

Направление подготовки: 19.03.04 «Технология продукции и организация  
общественного питания»

Образовательная программа: «Технология продукции и организация  
ресторанных услуг»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» разработан для студентов 1-го и 2-го курсов по направлению 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», профиль подготовки «Технология продукции и организация ресторанных услуг» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению и положением об учебно-методических комплексах дисциплин образовательных программ высшего профессионального образования (утверждено приказом и.о. ректора ДВФУ от 17.04.2012 № 12-13-87).

Дисциплина «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» входит в базовую часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18/18 часов), лабораторные занятия (18/36 часов), практические занятия (18/18 часов), самостоятельная работа студента (18/9 часа). Дисциплина реализуется на 1-м и 2-м курсах во 2-м и 3-ем семестрах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов химического анализа органических и неорганических веществ, определением качественного и количественного состава продуктов питания и объектов окружающей среды. Дисциплина знакомит со строением и свойствами растворов и коллоидных систем, с основными понятиями и законами аналитической, физической и коллоидной химии, с

методами исследования химических и биологических систем, методами отбора, подготовки и проведения физико-химического анализа пищевых объектов, количественного обсчета и интерпретации результатов анализа.

**Цель:** дать студентам базовые знания по аналитической, физической и коллоидной химии, которые способствовали бы усвоению профилирующих дисциплин, пониманию и освоению методов анализа и закладывали бы базис для последующей практической работы; привить навыки выполнения основных операций при проведении физико-химического эксперимента, в том числе аналитического, и обучить правилам обработки его результатов.

Дисциплина «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Физика», «Основы общей и технической биохимии», «Органическая химия», «Физико-химические свойства продукции общественного питания».

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу учебной дисциплины;
- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (приложение 1);
- фонд оценочных средств (приложение 2).

к.м.н., доцент, Департамент  
пищевых наук и технологий \_\_\_\_\_ Л.И. Иващенко

Директор Департамента  
пищевых наук и технологий \_\_\_\_\_ Ю.В.Приходько


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---


---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ ДВФУ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Л.В. Левочкина  
«14» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Департамента пищевых наук  
и технологий

  
Ю.В. Приходько  
«14» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Аналитическая, физическая и коллоидная химия

**Направление 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»**

Профиль «Технология продукции и организация ресторанных услуг»

**Форма подготовки: очная**

Курс\_1 семестр\_2

Лекции –\_18/ 18\_\_ час.

Практические занятия –\_18/18\_\_ час.

Лабораторные работы –18/36\_\_ час.

Самостоятельная работа –18/ 9 \_\_ час.

Всего часов –180\_\_ час.

Всего часов аудиторной нагрузки – 126\_\_ час.

Контроль – \_\_\_\_ /27

Зачет – \_2 семестр

Экзамен – \_3\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 04.04.2016 №12-13-592

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий, протокол № 6 от «14» июня 2019 г.

Руководитель ОП

\_\_Левочкина Л.В. \_\_

Составители:

Л.И.Иващенко

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

учебно-методического комплекса дисциплины  
«Аналитическая, физическая и коллоидная химия»

Направление подготовки: 19.03.04 «Технология продукции и организация  
общественного питания»

Образовательная программа: «Технология продукции и организация  
ресторанных услуг»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» разработан для студентов 1-го и 2-го курсов по направлению 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», профиль подготовки «Технология продукции и организация ресторанных услуг» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению и положением об учебно-методических комплексах дисциплин образовательных программ высшего профессионального образования (утверждено приказом и.о. ректора ДВФУ от 17.04.2012 № 12-13-87).

Дисциплина «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» входит в базовую часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18/18 часов), лабораторные занятия (18/36 часов), практические занятия (18/18 часов), самостоятельная работа студента (18/9 часа). Дисциплина реализуется на 1-м и 2-м курсах во 2-м и 3-ем семестрах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов химического анализа органических и неорганических веществ, определением качественного и количественного состава продуктов питания и объектов окружающей среды. Дисциплина знакомит со строением и свойствами растворов и коллоидных систем, с основными понятиями и законами аналитической, физической и коллоидной химии, с

методами исследования химических и биологических систем, методами отбора, подготовки и проведения физико-химического анализа пищевых объектов, количественного обсчета и интерпретации результатов анализа.

**Цель:** дать студентам базовые знания по аналитической, физической и коллоидной химии, которые способствовали бы усвоению профилирующих дисциплин, пониманию и освоению методов анализа и закладывали бы базис для последующей практической работы; привить навыки выполнения основных операций при проведении физико-химического эксперимента, в том числе аналитического, и обучить правилам обработки его результатов.

**Задачи:**

– Научить применять основные химические законы и положения, направленные на подготовку, реализацию и осмысление результатов химического анализа;

– научить использовать законы термодинамики и термодинамические свойства соединений для определения возможности и направления процессов;

– научить применять законы химической термодинамики для управления химическим и физико-химическим равновесием;

– научить пользоваться законами химической кинетики для повышения скорости основных и блокирования побочных процессов;

– научить использовать свойства различных дисперсных систем и поверхностные явления в пищевых технологиях

– научить пользоваться лабораторной посудой, готовить растворы, пользоваться приборами и выполнять некоторые лабораторные анализы: химический качественный анализ растворов, гравиметрический анализ, кислотно-основное и окислительно-восстановительное титрование, освоить фотометрию, рефрактометрию, хроматографию и потенциометрию; научить производить аналитические расчеты;

– научить применять химические, физико-химические и электрохимические методы в целях контроля качества пищевых продуктов и продовольственного сырья.

Для успешного изучения дисциплины «Аналитическая и физколлоидная химия» у обучаемых должны быть сформированы следующие **предварительные компетенции**:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- знание основных положений, законов и методов физики, химии и математики, владение основами физико-математического аппарата.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие **компетенции** (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3: способностью и готовностью осуществлять технологический контроль соответствия качества производимой продукции и услуг установленным нормам	Знает	Основные принципы и методы технологического контроля пищевого сырья и готовой продукции
	Умеет	Проводить стандартные испытания сырья и готовой продукции
	Владеет	навыками проведения испытаний соответствующих материалов
ПК-26: способность проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты	Знает	основные стандартизованные методики исследования качества сырья и готовой продукции
	Умеет	проводить стандартные и сертификационные испытания сырья и готовой продукции
	Владеет	навыками проведения физико-химических исследований при осуществлении стандартных



		и сертификационных испытаний сырья и готовой продукции.
ПК-27: способность измерять, наблюдать и составлять описания проводимых исследований, обобщать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участвовать во внедрении результатов исследований и разработок	Знает	принципы и способы организации и проведения научных измерений
	Умеет	описывать проводимые исследования, составлять отчеты об их результатах
	Владеет	навыками обработки результатов проводимых исследований
ПК-29: способность измерять и составлять описание производимых экспериментов, подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	Знает	принципы и способы описаний и проведения научных измерений.
	Умеет	описывать проводимые исследования, составлять отчеты об их результатах
	Владеет	навыками обработки результатов проводимых исследований и подготовки научных публикаций

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемные лекции, работа в малых группах, мозговой штурм, решение исследовательских задач, индивидуальная работа.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу учебной дисциплины;
- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (приложение 1);
- фонд оценочных средств (приложение 2).

Автор-составитель учебно-методического комплекса

доцент, канд.хим.наук, доцент кафедры химии и инженерии биологических систем      Л.И. Иващенко\_\_\_\_\_ Л.И. Иващенко

Директор Департамента  
Пищевых наук и технологий  
Школы биомедицины      \_\_\_\_\_ Ю.В Приходько



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)**

---

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор департамента пищевых наук и технологий

\_\_\_\_\_  
(подпись)  
«\_\_»\_\_августа\_\_\_\_2018г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)  
«\_\_»\_\_августа\_\_\_\_2018\_г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аналитическая, физическая и коллоидная химия**

**Направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания**

**Технология продукции и организация ресторанных услуг**

**Форма подготовки очная**

курс \_\_1,2\_\_ семестр \_\_2,3\_\_  
лекции \_\_18/18\_\_ час.  
практические занятия \_\_18/18\_\_ час.  
лабораторные работы \_\_18/36\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_2\_\_ / \_\_2\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки \_\_72/144\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО \_\_4 /4\_\_ час.  
самостоятельная работа \_\_18/27\_\_ час.  
в том числе на подготовку к экзамену \_\_45\_\_ час.  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ не предусмотрен  
зачет \_\_2\_\_ семестр  
экзамен \_\_3\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от \_\_\_\_ №\_\_\_\_/образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2018 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий, протокол № от «\_\_» \_\_2018\_\_ г.

Руководитель ОП\_Левочкина Л.В  
Составитель: Л.И. Иващенко, доцент кафедры химии и инженерии биологических систем, канд хим. наук

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Часть 1, семестр 2**

### **1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Теоретическая часть курса включает в себя лекционный курс

в объеме **18 час.**

#### **Раздел 1. Введение в аналитическую химию (2 час)**

##### **Тема 1. Аналитическая химия и химический анализ.**

Основные понятия аналитики: метод анализа вещества, методика анализа, качественный химический анализ, количественный анализ, элементный анализ, функциональный, молекулярный и фазовый анализ.

Основные разделы современной аналитической химии.

Типы реакций и реагентов. Чувствительность аналитических реакций. Подготовка образца к анализу. Отбор средней пробы. Растворение пробы. Качественный анализ катионов и анионов. Количественный анализ.

#### **Раздел 2. Предмет физической химии. Основы химической термодинамики (4 час)**

##### **Тема 1. Первое начало термодинамики (2 час)**

Предмет и содержание физической и коллоидной химии. Значение дисциплины для подготовки специалистов в области пищевой технологии, ее роль в решении насущных экологических проблем.

Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты. Калориметрия.

##### **Тема 2. Второе начало термодинамики (2 часа)**

Второе начало термодинамики. Термодинамические обратимые и необратимые процессы. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы.

Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Максимальная работа процесса. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Понятие о химическом потенциале. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса. Второе начало в открытых системах и в живых организмах. (2 час)

Константа равновесия, способы ее выражения и расчета. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Принцип смещения равновесия Ле Шателье как следствие второго начала термодинамики.

### **Раздел 3. Фазовые равновесия и растворы. Коллигативные свойства растворов (4 часа)**

#### **Тема 1. Фазовые равновесия (2 часа)**

Правило фаз Гиббса. Анализ фазовой диаграммы состояния воды. Давление насыщенного пара над раствором. Законы Рауля. Эбуллиоскопия, криоскопия и их применение. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для биологических и технологических процессов

Лекция проводится с использованием МАО: круглый стол с обсуждением подготовленных студентами докладов и презентаций.

#### **Тема 2. Взаимная растворимость жидкостей. Процесс перегонки. Экстракция (2 час)**

Первый закон Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация. Второй закон Коновалова. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения азеотропных смесей. Ограниченно растворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.

Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Растворы газов в жидкос

### **Раздел 3. Электрохимия (4 часа)**

#### **Тема 1. Растворы электролитов (2 час)**

Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Закон разбавления Оствальда для слабых электролитов. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора.

Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрия и ее применение в практике анализа пищевых сред.

#### **Тема 2. Электродные потенциалы и ЭДС (2 часа)**

Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный и диффузионный потенциалы в гальванической цепи. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.

Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него. Уравнение Нернста для электродного потенциала.

Типы электрохимических цепей. Схемы и принцип работы электрохимических элементов, расчет ЭДС. Типы электродов.

Потенциометрия и ее применение в практике анализа пищевых систем.

### **Раздел 4. Химическая кинетика и катализ (4 час)**

#### **Тема 1. Формальная кинетика. Механизмы химических реакций (2 часа)**

Предмет химической кинетики. Скорость реакции (средняя и истинная) и факторы, влияющие на нее. Зависимость скорости реакции от концентрации, закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенности применения ЗДМ для гетерогенных процессов. Кинетическая

классификация реакций по молекулярности и порядку. Период полупревращения, его связь с константой скорости.

Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул. Энергия активации, способы ее вычисления. Анализ уравнения Аррениуса. Особенности кинетики гетерогенных процессов. Диффузионная и кинетическая область процесса.

Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные и колебательные реакции. Стадийное протекание процесса и понятие лимитирующей стадии. Цепные реакции. Цепные реакции в химии живых систем и в технологии. Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Химическое воздействие излучений высоких энергий.

## **Тема 2. Катализ (2 часа)**

Положительный, отрицательный катализ и автокатализ. Общие принципы катализа. Специфичность и селективность катализатора. Влияние катализаторов на энергию активации. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ. Примеры процессов катализа в химии живых систем и в пищевой технологии.

Ферментативный катализ, его особенности. Влияние внешних условий на ферментативные процессы. Ферменты в химии живых систем и в технологии.

## **11. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Практическая часть курса включает в себя лабораторные работы в объеме 18 часа и практические работы в объеме 18 час. Интерактивные методы, применяемый на лабораторном практикуме и практических работах: работа в малых группах, мозговой штурм, решение исследовательских задач, индивидуальная работа.



## Практические занятия (18 час)

1. Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа. Типы аналитических реакций. Подготовка вещества к анализу.
2. Аналитические группы катионов и анионов. Понятие о систематическом анализе.
3. Количественный анализ. Основные методы титриметрического анализа.
4. Предмет и содержание дисциплины «Физическо-химические свойства и методы анализа пищевых систем», основные разделы. Значение дисциплины для пищевой технологии и охраны окружающей среды.
5. Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты.
6. Калориметрия. Определение энергетической ценности пищевых продуктов и топлива (2 час).
7. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность системы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Химический потенциал. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса. Рубежный контроль – контрольная работа №1 (2 час).
8. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Изменение константы равновесия с температурой. Принцип смещения равновесия Ле Шателье.  
(2 час).
9. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Анализ фазовой диаграммы состояния воды.
10. Законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия и их применение.
11. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для технологических процессов.

12. Взаимная растворимость жидкостей. Первый закон Коновалова.  
Дистилляция двойных смесей. Ректификация.
13. Второй закон Коновалова. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения.
14. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Процессы экстракции в технологии.
15. Растворы электролитов. Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.
16. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Ра.
17. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрия и ее применение в пищевой технологии.
18. Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный, диффузионный и электродный потенциалы в гальванической цепи.  
Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.
19. Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него.  
Уравнение Нернста для расчета электродного потенциала.
20. Типы электрохимических (гальванических) цепей. Принцип работы и схемы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС. Рубежный контроль – контрольная работа №2 (2 час).

21. Классификация электродов. Электроды 1-го и 2-го родов.  
Стандартные и индикаторные электроды.
22. Методы измерения ЭДС. Применение метода ЭДС (потенциометрии)  
в практике анализа пищевой технологии.
20. Химическая кинетика. Скорость реакции (средняя и истинная).  
Факторы, влияющие на скорость реакции.
21. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих  
масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенность применения ЗДМ для  
гетерогенных процессов.
22. Кинетическая классификация реакций по молекулярности и порядку.  
Реакции нулевого, первого и второго порядков. Период полупревращения.
23. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных  
соударений молекул (ТАС). Энергия активации. Уравнения Аррениуса.  
Основы теории активированного комплекса (ТАК). Рубежный контроль –  
контрольная работа №3 (2 час).
24. Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые,  
сопряженные и колебательные реакции.
25. Цепные и фотохимические процессы. Цепные реакции в природе и в  
технологии.
26. Катализ. Общие принципы и виды катализа.
27. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа.
28. Ферментативный катализ, его особенности. Применение ферментов  
в пищевой технологии. Занятие проводится с использованием МАО,  
студенты выступают с докладами и презентациями (2 часа).

## Лабораторные работы (18 часов)

**Лабораторная работа № 1.** Кислотно-основное титрование. Анализ минеральной воды.

**Цель:** познакомиться с оборудованием и посудой, применяемыми в объемном анализе. Провести стандартизацию титрантов –растворов кислоты и щелочи. Определить содержание гидрокарбонат-ионов в минеральной воде.

**Лабораторная работа №2** Перегонка бинарных смесей. Построение и анализ диаграммы кипения бинарной смеси (4 часа).

**Цель:** познакомиться с лабораторной установкой и освоить технику перегонки бинарной смеси, научиться определять содержание компонентов рефрактометрическим методом. Построить и проанализировать диаграмму кипения системы, используя законы Коновалова.

**Лабораторная работа № 3.** Кондуктометрическое определение концентрации раствора хлорида натрия (4 час).

**Цель:** познакомиться с кондуктометрическим методом определения концентрации электролитов в растворах с помощью построенного калибровочного графика. Определить солесодержание технологических растворов и морской воды.

**Лабораторная работа № 3.** Потенциометрическое титрование. Определение кислотности молочных продуктов (4 час).

**Цель:** познакомиться с потенциометрическим методов (методом ЭДС) определения качества пищевых продуктов .

**Лабораторная работа № 4** Определение константы скорости реакции 1-го порядка (4 час)

**Цель:** провести реакцию гидролиза тростникового сахара в кислой среде (реакцию инверсии), познакомиться с поляриметрическим методом анализа и рассчитать константу скорости реакции.

**Лабораторная работа № 5. Ферментативный катализ**

Работа проводится с использованием МАО: Студенты представляют презентации и сообщения по ферментативному катализу (2 час).

## **Часть 2, семестр 3**

### **1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Теоретическая часть курса включает в себя лекционный курс в объеме  
**18 час.**

**Раздел 1. Введение в коллоидную химию- химию дисперсных систем и поверхностных явлений (6 час)**

#### **Тема 1. Дисперсные системы и их классификация (2 час)**

Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.

Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей. Правило Панета-Фаянса. Схема строения и формула мицеллы.

Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Явление пептизации.

Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС, их роль в технологии. Гемодиализ.

#### **Тема 2. Поверхностные явления. Адсорбция (2 час)**

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.

Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха.

Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.

Теплота адсорбции. Влияние температуры на адсорбционное равновесие.

Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ.

Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе твердое тело- жидкость. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.

Адгезия, смачивание. Работа адгезии и когезии. Влияние ПАВ на смачивание. Эффект адсорбционного понижения прочности Ребиндера.

### **Тема 3. Коллоидные ПАВ (2 час)**

Строение мицелл коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Прямые и обратные мицеллы, прямая и обратная солюбилизация. Роль солюбилизации в химии живых систем и в пищевой технологии.

#### **Раздел 2. Особенности свойств высокодисперсных систем (6 час)**

##### **Тема 1. Оптические свойства высокодисперсных систем (1 час)**

Особенности оптических свойств высокодисперсных систем. Конус Фарадея-Тиндаля, явление опалесценции. Уравнение Рэлея и его анализ. Абсорбция света. Оптические методы анализа золей.

##### **Тема 2. Молекулярно-кинетические свойства высокодисперсных систем (3 час)**

Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Особенности диффузии и осмоса в золях. Мембранные методы в пищевой технологии.

Седиментационно-диффузное равновесие в высокодисперсных системах. Уравнение Лапласа-Перрена и его анализ.

Ультрацентрифугирование и его применение.

##### **Тема 3. Электрокинетические явления (2 час)**

Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Электрокинетический (дзета-) потенциал как часть термодинамического потенциала. Электрокинетические явления:

электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания. Практическое использование электрокинетических явлений.

### **Раздел 3.**

#### **Тема 1. Явление коагуляции гидрофобных зольей. Процессы структурообразования в дисперсных системах (2 час)**

Агрегативная и кинетическая устойчивость зольей. Явление коагуляции. Способы коагуляции, правило порога коагуляции Шульце-Гарди.

Особые случаи коагуляции. Процессы коагуляции в живом организме, в технологии и в окружающей среде.

Коагуляционные и конденсационные структуры. Гели и студни.

### **Раздел 4.**

#### **Тема 1. Микрогетерогенные системы (2 час)**

Особенности свойств микрогетерогенных систем. Микрогетерогенные системы и методы их получения. Суспензии, факторы их агрегативной устойчивости. Свойства паст.

Эмульсии, их классификация, способы получения. Обращение фаз в эмульсиях. Коалесценция. Процессы эмульгирования в химии живого и в пищевой технологии. Методы разрушения эмульсий.

Пены. Факторы, влияющие на их устойчивость пен, их стабилизация и разрушение. Оценка качества пен. Пены в технологии. Использование флотации.

Аэрозоли (дымы, туманы, биоаэрозоли). Электрические и оптические свойства; факторы стабилизации и разрушения аэрозолей. Очистка газов в электрофилтрах

#### **Раздел 5. Тема 1. Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) (2 час)**

Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика и кинетика процессов набухания и

растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания. Процессы набухания в химии живого и в пищевой технологии.

Нарушение устойчивости в растворах ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов. Явление микрокапсулирования и его использование.

Защитное действие ВМС. Защитные числа. Биологическое значение коллоидной защиты.

Физико-химические свойства белков. Свободная и связанная вода в биополимерах. Свойства белков в ИЭТ. Определение молярной массы полимеров.

## **11. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Практическая часть курса включает в себя лабораторные работы в объеме **36 час** и практические работы в объеме **18 час**. Интерактивные методы, применяемый на лабораторном практикуме и практических работах: работа в малых группах, мозговой штурм, решение исследовательских задач, индивидуальная работа.

### **Практические занятия (18 час)**

1. Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.

2. Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей. Схема строения и формула мицеллы

3. Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Явление пептизации.

4. Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС, их роль в пищевой технологии (2 час).



5. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.

6. Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха и его анализ. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.

7. Теплота адсорбции. Влияние температуры на адсорбционное равновесие. Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии (2 час).

8. Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ. Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и технологии. Рубежный контроль-контрольная работа № 1 (2 час).

9. Адсорбция на границе твердое тело- жидкость. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Эффект адсорбционного понижения прочности.

10. Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Особенности диффузии и осмоса в золях. Мембранные методы в технологии.

11. Седиментационно-диффузное равновесие в высокодисперсных системах. Уравнение Лапласа-Перрена и его анализ. Ультрацентрифугирование.

12. Рассеяние и поглощение света в высокодисперсных системах. Эффект Фарадея-Тиндаля, явление опалесценции. Уравнение Рэлея и его анализ. Оптические методы анализа золей. Рубежный контроль-контрольная работа №2 (2 час).

13. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Электрокинетический (дзета-) потенциал как часть

термодинамического. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания) и их применение (2 час).

14. Агрегативная и кинетическая устойчивость золей. Явление коагуляции. Способы коагуляции, правило порога коагуляции Шульце-Гарди. Основы теории ДЛФО.

15. Особые случаи коагуляции. Процессы коагуляции в живых системах и в технологии. Применение коагуляции для очистки природных и сточных вод.

16. Коагуляционные и конденсационные структуры. Гели и студни; диффузия в гелях. Особенности вязкости структурированных систем.

(2 час).

17. Мицеллярные ПАВ (полуколлоиды). Строение мицелл коллоидных ПАВ.

Явление прямой и обратной солюбилизации. Солюбилизации в химии живого и в технологии. Липосомы, их строение и применение.

18. Микрогетерогенные системы и методы их получения. Суспензии, факторы их агрегативной устойчивости. Свойства паст – концентрированных суспензий.

19. Эмульсии, их классификация, способы получения. Обращение фаз в эмульсиях. Коалесценция. Процессы эмульгирования в химии живого и в технологии. Методы разрушения эмульсий.

20. Пены. Факторы, влияющие на их устойчивость пен, их стабилизация и разрушение. Оценка качества пен. Пены в природе и в технологии. Использование флотации.

21. Аэрозоли (дымы, туманы, биоаэрозоли). Электрические и оптические свойства; факторы стабилизации и разрушения аэрозолей (2 час).

22. Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика и кинетика процессов набухания и растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания. Процессы набухания в химии живого и в биотехнологии (2 час).

22. Нарушение устойчивости в растворах ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов.

23. Защитное действие ВМС. Защитные числа. Биологическое значение коллоидной защиты.

24. Физико-химические свойства белков. Свободная и связанная вода в биополимерах. Свойства белков в ИЭТ (2 час).

### **Лабораторные работы (36 час)**

**Лабораторная работа № 1.** Получение и очистка коллоидных растворов (4 час).

**Цель:** познакомиться с конденсационными и дисперсионными методами получения золь, их свойствами; провести очистку золя методом диализа.

**Лабораторная работа № 2** Адсорбция уксусной кислоты на угле (4 час)

**Цель:** провести адсорбцию уксусной кислоты на поверхности активированного угля, рассчитать величину удельной адсорбции и построить изотерму адсорбции. Рассмотреть применимость уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра к полученным результатам.

**Лабораторная работа № 3** Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ) - (4 час)

**Цель:** провести адсорбцию предложенного ПАВ, построить изотерму поверхностного натяжения и изотерму адсорбции, рассчитать поверхностную активность и параметры молекулы ПАВ.

**Лабораторная работа № 4.** Коагуляция гидрофобных золей (8 час).

**Цель:** провести коагуляцию гидрофобных золей, рассчитать пороги коагуляции и сопоставить полученные результаты с правилом Шульце-Гарди. Познакомиться со способами коагуляции, провести осветление фруктового сока гетерокоагуляцией и очистку сточной воды от коллоидных примесей.

**Лабораторная работа № 5** Коллоидные ПАВ (4 час)

**Цель:** провести исследование водных растворов коллоидных ПАВ методами вискозиметрии и измерения поверхностного натяжения, определить величину ККМ. Рассмотреть строение прямых и обратных мицелл, явление прямой и обратной солюбилизации.

**Лабораторная работа № 6** Микрогетерогенные системы (8 час)

**Цель:** познакомиться со свойствами суспензий, эмульсий, аэрозолей и пен, с методами их стабилизации и разрушения. Вторую часть занятия провести в форме круглого стола (МАО), обсудив подготовленные студентами сообщения и презентации (4 час).

**Лабораторная работа № 7** Свойства растворов ВМС (4 час)

**Цель:** освоить метод вискозиметрии, построить калибровочный график для определения концентрации раствора белка. Определить ИЭТ желатины, познакомиться с процессом высаливания белков и механизмом этого процесса; рассмотреть механизм защитного действия белков и его использования для стабилизации высокодисперсных систем в пищевой технологии.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

-план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

-характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

-требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

-критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

#### Ч. 1, семестр 2

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Введение в аналитику.  Химическая термодинамика	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	Зачет.
			умеет	Разноуровневые задачи и задания.	Выполнение и защита лабораторной работы.
			владеет	Разноуровневые задачи и зада-	Контрольная работа

				ния Контрольная ра- бота №1 (ПР-2)	
2	Раздел 2. Фазовые равновесия. Коллигативные свойства растворов	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Выполне- ние и защита лаборатор- ной работы
			владеет	Разноуровневые задачи и задания	
3	Раздел 3. Электрохимия	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Лабораторная работа (ПР- 6)	Выполне- ние и защита лаборатор- ной работы
			владеет	Контрольная работа №2 (ПР- 2)	Контроль- ная работа.
4	Раздел 4. Химическая кинетика и катализ	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Контрольная работа №3 (ПР- 2)	Контрольна я работа. Тестирован ие.
			владеет	(УО-4), (УО-4)	Вопросы к зачету (см.Прило- ение2)

### Ч. 2, семестр 3

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточ ная аттестация	
1	Разделы 1-2.  .Химии дисперсных систем и поверхностных явлений . Адсорбция.	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Разноуровневые задачи и зада- ния.	
			владеет	Разноуровневые задачи и зада- ния	Контроль- ная работа Защита

				Контрольная работа №1 (ПР-2), лабораторные работы №1,3,5	лабораторных работ..
2	Раздел 3. Коагуляция гидрофобных зольей	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Лабораторная работа (ПР-6)	Защита лабораторной работы.
			владеет	Разноуровневые задачи и задания задачи и задания	
	Свойства высокодисперсных систем		знает	Опрос	
			умеет	УО-3, УО-4	
			владеет	Контрольная работа №2 (ПР-2)	Контрольная работа.

4	Раздел 4. Микрогетерогенные системы	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Сообщение (УО № 3)	
			владеет	(УО-4)	
5	Свойства растворов ВМС	ОПК-3 ПК-26 ПК-27 ПК-29	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Разноуровневые задачи и задания	Тестирование ПР-1
			владеет	УО-3, Лабораторная работы (ПР-6)	Экзаменационные вопросы в Приложении 2

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2



## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Балезин С.А., Ерофеев Б.В., Подобаев Н.И., Основы физической и коллоидной химии: учебное пособие для биолого-химических факультетов, Москва, Альянс, 2017,  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:845214&theme=FEFU>  
ISBN9785970423905&theme=FEFU
2. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия : учебник -М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.-752с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730340&theme=FEFU>
3. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.-752с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:769500&theme=FEFU>
4. С. Этлеш, Методы анализа пищевых продуктов. Определение компонентов и пищевых добавок, Санкт-Петербург, Профессия, 2016,  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:834309&theme=FEFU>
5. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А., Коллоидная химия: учебник для бакалавров, Москва, Юрайт, 2014  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:786275&theme=FEFU>
6. Беляев А.П., Чухно А.С., Бахолдина Л.А., Физическая и коллоидная химия. Задачник: учебное пособие для вузов, Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2014,  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730340&theme=FEFU>
7. Лурье Ю.Ю., Справочник по аналитической химии, Москва, Альянс, 2017,  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:845239&theme=FEFU>
8. Харитонов Ю.Я. Физическая химия: учебник - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.  
- 688 с. [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/3042.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/3042.pdf)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Geotar:Geotar-ISBN9785970423905&theme=FEFU>

### Дополнительная литература

1. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия-М.: Издательский центр «Академия», 2005.-488 с. <https://docplayer.ru/64630626-Fizicheskaya-himiya-e-g-ippolitov-a-v-artemov-v-v-batratkov-aunoaa-idioanneiiaeuiia-iadaciaaiea-pod-redakciey-e-g.html>
2. Белик В.В., Киенская В.В. Физическая и коллоидная химия-М.: Издательский центр «Академия», 2006.-288 с.
3. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – СПб.: Изд-во «Иван Федоров», 2003.-232 с.
4. Иващенко Л.И., Горчакова Н.К., Ефимко Л.И. Поверхностные явления и дисперсные системы.-Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2007.-180 с.  
Электрохимия: метод. указания / сост.: Л.И. Иващенко, Н.К. Горчакова.- Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009.-60 с.
5. Малинская В.П., Ахметханов Р.М. Физическая и коллоидная химия в вопросах и ответах: Уфа, Изд-во Башкирского государственного педагогического университета, 2010.-120 с.

### **Информационное обеспечение**

осуществляется такими системами, как:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>
3. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>
5. Студенческая электронная библиотека <http://www.studentlibrary.ru/>

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является

использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «химия элементоорганических и координационных соединений».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине, это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование, контрольные работы и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «органическая химия».
2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного

материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

#### **Подготовка к лекционным и практическим занятиям**

При подготовке к лекционным и практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

#### **Подготовка к зачету и экзамену**

В процессе подготовки к зачету и экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к зачету и экзамену. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать,

устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к зачету и экзамену вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Реализация дисциплины требует наличие специализированной лекционной аудитории, оснащённой мультимедийным оборудованием, а также справочными материалами и раздаточный учебно-методический материал. Для проведения лабораторного практикума необходимо наличие химической лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием, химической посудой и реактивами.

Наименование оборудованных помещений	Перечень основного оборудования
<p>Мультимедийная аудитория г.Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М420 Площадь 74,6 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с Источником бесперебойного питания Powercom SKP-1000A; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на</p>

	базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Химическая лаборатория Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М315	Кондуктометр, рН-метр, рефрактометр, поляриметр полутеневой, спектофотометр, химическая посуда, сушильный шкаф



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

**(ДФУ)**

---

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Аналитическая, физическая и коллоидная химия**

**Направление подготовки 19.03.04**

**Технология продукции и организация общественного питания**

**Технология продукции и организация ресторанных услуг**

**Владивосток**

**2018**

Самостоятельная работа обеспечивают подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и др. форм текущего контроля.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия:

1. Студенты обеспечены информационными ресурсами (учебниками, справочникам, учебными пособиями);

2. Для проведения практических и лабораторных занятий по предмету имеются методические пособия. Студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, ответить на контролирующие вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости.

3. Разработаны контролирующие материалы в виде самостоятельных работ и в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов.

4. Организованы еженедельные консультации.

Самостоятельная работа включает в себя:

1. Подготовку к практическим занятиям;
2. Подготовку к контрольным работам;
3. Подготовку к лабораторным работам;
4. Подготовку к зачету и замену.
5. План-график выполнения самостоятельной работы

## **Ч. 1, семестр 2**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

**«Аналитическая, физическая и коллоидная химия**

**(18 час)**



№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 недели  2-го семестра 1-го курса	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 1.	2 час	Опрос перед началом занятия  Решение разноуровневых задач (перечень задач и примеры их решения в Приложении 2)
2	3-4 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2 Раздела 2.	2 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Контр. работа №1
3	5-6 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 2	2 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач Защита лаб. работы №1 (ПР-6)
4	7-8 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 3	2 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Защита лаб. работы №2 (ПР-6)
5	9-10 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2 Раздела 3	2 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Контр. работа №2
6	11-12 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 3	2 час	Контр. работа №3

7	13-14 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 4	2 час	Защита лаб. работы №3 (ПР-6)
8	15-16 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2 Раздела 4	2 час	Защита лаб. работы №4 (ПР-6)
9	17-18 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 4  Подготовка сообщений (УО-3, УО-4) с использованием МАО	2 час	Защита лаб. работы №5 (ПР- 6)  УО-3, УО-4  Зачет (вопр. к зачету в Приложении 2)
			<b>18 час</b>	<b>Зачет</b>

### Ч. 2, семестр 3

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Аналитическая, , физическая и коллоидная химия»

( 9/27 час )

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 недели  3-го семестра 2-го курса	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 1.	4 час	Опрос перед началом занятия  Решение разноуровневых задач (перечень задач и примеры их решения в Приложении 2)

2	3-4 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2 Раздела 2.	5 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач Контр. работа №1
3	5-6 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 2	4 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач Защита лаб. работы №1 (ПР-6)
4	7-8 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 3	4 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Защита лаб. работы №2 (ПР-6)
5	9-10 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам Раздела 4	4 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач  Контр. работа №2 (ПР-2)
6	11-12 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 3	4 час	Опрос перед началом занятия; решение разноуровневых задач
7	13-14 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1 Раздела 4	3 час	Защита лаб. работы №3 (ПР-6)
8	15-16 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2 Раздела 4	4 час	Защита лаб. работ №4, 5 (ПР-6) Итоговое тестирование (образцы тестов в Приложении 2)

9	17-18 недели	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам 1-2 Раздела 4  Подготовка сообщений с использованием МАО	4 час	УО-3, УО-4  Экзамен (вопр. к экзамену в Приложении 2)
			<b>36 час</b>	

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, подготовку к контрольным мероприятиям,

### **Критерии оценки самостоятельной работы**

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно, выполняют письменные контрольные работы, оцениваются по пятибалльной системе.

**Оценка «Отлично»**

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Хорошо»**

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Удовлетворительно»**

- А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

**Оценка «Неудовлетворительно»**

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Аналитическая, физическая и коллоидная химия»**

**Направление подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация  
общественного питания»**

**«Технология продукции и организация ресторанных услуг»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2018**

**Паспорт оценочных средств по дисциплине «Аналитическая,  
физическая и коллоидная химия»**

**Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

Приложение 2

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-3: способностью и готовностью осуществлять технологический контроль соответствия качества производимой продукции и услуг установленным нормам	Знает	Основные принципы и методы технологического контроля пищевого сырья и готовой продукции
	Умеет	Проводить стандартные испытания сырья и готовой продукции
	Владеет	навыками проведения испытаний соответствующих материалов
ПК-26: способность проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты	Знает	основные стандартизованные методики исследования качества сырья и готовой продукции
	Умеет	проводить стандартные и сертификационные испытания сырья и готовой продукции
	Владеет	навыками проведения физико-химических исследований при осуществлении стандартных и сертификационных испытаний сырья и готовой продукции.
ПК-27: способность измерять, наблюдать и составлять описания проводимых исследований, обобщать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций,	Знает	принципы и способы организации и проведения научных измерений
	Умеет	описывать проводимые исследования, составлять отчеты об их результатах
	Владеет	навыками обработки результатов проводимых

участвовать во внедрении результатов исследований и разработок		исследований
ПК-29: способность измерять и составлять описание производимых экспериментов, подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	Знает	принципы и способы описаний и проведения научных измерений.
	Умеет	описывать проводимые исследования, составлять отчеты об их результатах
	Владеет	навыками обработки результатов проводимых исследований и подготовки научных публикаций

### Паспорт ФОС

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

### Паспорт оценочных средств по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем»

#### I. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы	
ОПК-3 способностью и готовностью осуществлять технологический контроль соответствия качества производимой продукции и услуг установленным нормам  ПК-26-::	знает (пороговый уровень)	Знает теоретические основы физической химии.  Знает основы химической термодинамики и способы расчета химического и фазового равновесия.  Знает законы и характеристику	Знание закономерностей протекания химических и физико-химических процессов  Знает основы химической термодинамики и способы расчета химического и фазового равновесия.  Знет основы	Способность сформулировать и объяснить возможность, направление и пределы протекания процессов.  Способность управлять скоростью химических и физико-химических процессов.	61-75



<p>способность проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты</p> <p>ПК-27: способность измерять, наблюдать и составлять описания проводимых исследований, обобщать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участвовать в внедрении результатов исследований и разработок</p> <p>ПК-29: способность измерять и составлять описание производимых экспериментов, подготавливать данные для</p>		<p>равновесных и неравновесных электрохимических процессов</p> <p>Знает основы химической кинетики.</p> <p>Знает особенности свойств веществ различной степени дисперсности</p> <p>Знает явления, протекающие на поверхности высокодисперсных систем</p> <p>Знает механизмы химических реакций</p> <p>Знает правила работы в химической лаборатории</p>	<p>физико-химической теории растворов</p> <p>Способен писать основные химические реакции для основных классов органических и неорганических соединений</p> <p>Знает механизмы химических реакций</p> <p>Способен работать с органическими и неорганическими веществами</p> <p>Знает механизмы химических реакций</p>	<p>Знает свойства растворов электролитов и неэлектролитов</p> <p>Знает особенности свойств веществ различной степени дисперсности</p> <p>Знает явления, протекающие на поверхности высокодисперсных систем</p> <p>Знание физических и химических свойств основных классов неорганических и органических соединений</p> <p>Знает правила работы в химической лаборатории</p>	
<p>составления обзоров, отчетов и научных публикаций</p>	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Умеет применять полученные знания для решения теоретических и практических задач</p> <p>Умеет ставить учебно-</p>	<p>Умеет планировать и проводить химический эксперимент.</p> <p>Способен предложить</p>	<p>Способность описать термодинамические и кинетические характеристики процесса.</p> <p>Умеет</p>	<p>76-85</p>

		<p>исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.</p> <p>Умеет оставлять структурные и стереохимические формулы.</p> <p>Умеет описывать механизмы процессов в общем виде и применительно к конкретным реакциям.</p> <p>Умеет определять наличие и тип кислотных и основных центров в конкретных молекулах, давать им сравнительную оценку.</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательский</p>	<p>условия реакции, чтобы она проходила в заданном направлении</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.</p> <p>Способен предложить условия реакции, чтобы она проходила в заданном направлении</p> <p>Умеет сравнивать реакционную способность различных соединений.</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения</p>	<p>пользоваться химической посудой, разбираться в описании лабораторных методик и воспроизводить их</p> <p>Способен описывать механизмы органических реакций в общем виде и применительно к конкретным реакциям.</p> <p>Умеет пользоваться химической посудой, разбираться в описании лабораторных методик и воспроизводить их.</p>	
--	--	---	---	---	--

		кий эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.	основными приемами техники работ в лаборатории.		
	владеет (высокий)	Владеет навыками анализа взаимосвязи состава, строения и структуры веществ с их свойствами.  Владеет химическими и физико-химическими методами установления структуры вещества и состава системы.	Владеет навыками прогнозирования направления процесса и его интенсивности, исходя из состава системы и внешних факторов  Владеет навыками расчетов при решении практических задач.	Владеет навыками прогнозирования направления процесса и его интенсивности, исходя из состава системы и внешних факторов  Владеет навыками работы с соответствующими приборами и лабораторным оборудованием.	86-100

## **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

### **Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

**Зачет** (Средство промежуточного контроля) – задания к зачету

**Экзамен** (Средство промежуточного контроля) – вопросы к экзамену

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос.**

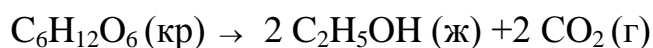
Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Контрольная работа (ПР-2) (Средство контроля, организованное как самостоятельная работа обучающихся по темам курса и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) – образцы вариантов контрольных работ

3. Коллоквиум (УО-2) Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися) - Вопросы по темам/разделам дисциплины

**Разноуровневые задачи**, рекомендуемые для самостоятельной работы по дисциплине «Физико-химические свойства и методы анализа пищевых систем»:

1. Многие микроорганизмы, включая дрожжи, получают необходимую энергию в результате сбраживания глюкозы в этанол:



Вычислите количество теплоты  $\Delta H^\circ$ , которую дрожжи получают из 1 моль глюкозы. Сравните полученный результат с  $\Delta H^\circ$  реакции:

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{кр}) + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2(\text{г}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ . Данные для расчётов возьмите из табл. 1 Приложения.

2. Найдите тепловой эффект реакции (а), если известны тепловые эффекты реакций (б) (табл.1). Таблица 1

Задача	Реакция (а)	Реакция (б)
2	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$	$\text{CH}_3\text{Cl}(\text{г}) + 3/2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + \text{HCl} - 687,0 \text{ кДж}$ $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 285,84 \text{ кДж}$ $1/2 \text{H}_2 + 1/2 \text{Cl}_2 = \text{HCl} - 92,5 \text{ кДж}$ $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 890,31 \text{ кДж}$
3	$2\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_4$	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_6 - 136,95 \text{ кДж}$ $\text{C}_2\text{H}_6 + 7/2 \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 1559,83 \text{ кДж}$ $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 - 393,51 \text{ кДж}$ $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 285,84 \text{ кДж}$
4	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 571,68 \text{ кДж}$ $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + 2\text{N}_2 - 1530,28 \text{ кДж}$

5 – 14. Вычислите стандартную теплоту образования соединения

(табл. 2) из простых веществ, если известна его теплота сгорания

(см. табл. 2 Приложения) при  $T = 298\text{K}$  и  $p = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Принять, что продукты сгорания  $\text{CO}_2$  (г),  $\text{H}_2\text{O}$  (ж) и  $\text{N}_2$  (г). Теплоты сгорания  $\text{C}$  и  $\text{H}_2$  соответственно равны:

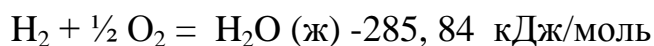
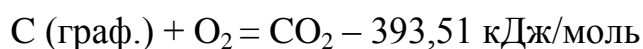


Таблица 2

Задача	Вещество	Задача	Вещество
5	$\text{C}_6\text{H}_{14}$ (г) – гексан	10	$\text{CH}_4\text{ON}_2$ (кр) – мочеви́на
6	$\text{C}_6\text{H}_6$ (ж) – бензол	11	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (ж) – анилин
7	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (ж) – глицерин	12	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кр) – сахароза
8	$\text{C}_{10}\text{H}_8$ (кр) – нафталин	13	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ (г) – диметиламин
9	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (кр) – фенол	14	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (ж) – пиридин

15 - 24. Вычислите  $\Delta G$  (энергию Гиббса) и  $\Delta F$  (энергию Гельмгольца) для следующих реакций (табл. 3). Определите, в каком направлении пойдёт реакция при стандартном давлении и  $298\text{K}$ . При решении задач используйте данные табл. 1 Приложения.

Таблица 3

Задача	Уравнение	Задача	Уравнение

15	$\text{CaC}_2(\text{T}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{ж}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	20	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
16	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$	21	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
17	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	22	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$
18	$\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO} + \text{H}_2$	23	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CO}_2 + \text{H}_2$
19	$2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} (\text{г})$	24	$\text{Mg CO}_3 (\text{кр}) = \text{MgO} (\text{кр}) + \text{CO}_2$

25. Определите константа равновесия  $K_c$  реакции этерификации

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$  при данной температуре равна 4. Вычислить равновесное количество эфира, если исходная смесь содержит 0,5 кмоль спирта и 1 кмоль кислоты.

26. Давление насыщенного пара воды при  $40^\circ\text{C}$  равно 7375,9 Па. Вычислите давление пара раствора, который содержит 15 г глицерина в 400 г воды.

27. Определите, из скольких атомов состоит молекула серы, если температура кипения раствора 4,455 г серы в 50 г бензола на  $0,891^\circ\text{C}$  выше температуры кипения чистого бензола. Эбуллиоскопическая постоянная бензола равна 2,60 град/моль.

28. Сколько граммов глицерина следует растворить в  $0,002 \text{ м}^3 \text{ H}_2\text{O}$ , чтобы осмотическое давление полученного раствора при  $17^\circ\text{C}$  было  $2,026 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

29. Кровь утконоса замерзает при  $-0,51^\circ\text{C}$ . Принимая плотность плазмы крови равной  $1 \text{ г/см}^3$ , рассчитайте её осмотическое давление при  $34^\circ\text{C}$ .

30. Водный раствор алифатического спирта, содержащий 6,55 г вещества в 500 г воды, замерзает при  $-0,53^{\circ}\text{C}$ . О каком спирте идёт речь? Какова массовая доля спирта в водном растворе, если температура его замерзания равна  $-26,96^{\circ}\text{C}$ ?

31. 64,8 г сахарозы растворено в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Плотность раствора при  $20^{\circ}\text{C}$  равна  $1,024 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Давление пара чистой воды при  $20^{\circ}\text{C}$  составляет  $0,0231 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Определите: а) давление пара над раствором; б) осмотическое давление этого раствора.

32. При распределении фенола между водой и бензолом получены следующие данные (С в кмоль/  $\text{м}^3$ ):

С в воде.....0,0316    0,123    0,327    0,750

С в бензоле.....0,077    0,159    0,253    0,390

Определите коэффициент распределения и показатель степени в формуле, описывающей закон распределения.

33. Коэффициент распределения этанола между  $\text{CCl}_4$  и водой равен 0,0244. Каковы будут концентрации (кмоль/  $\text{м}^3$ ) спирта в равновесных растворах, если 0,1 моль спирта распределяется между 400 мл  $\text{H}_2\text{O}$  и 600мл  $\text{CCl}_4$ ?

34. Кривая давления пара смеси воды и азотной кислоты проходит через минимум, соответствующий 68,4% (масс.) азотной кислоты. Как называется эта смесь? Каким образом будет происходить перегонка раствора, содержащего 25% кислоты? В каком случае можно будет получить безводную

35. Удельная электрическая проводимость раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  концентрацией  $0,0109 \text{ кмоль/м}^3$  составила  $1,22 \cdot 10^{-2} \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$ , а при  $0,0219 \text{ кмоль/м}^3$  ее значение  $1,73 \cdot 10^{-2} \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$ . Рассчитайте соответствующие указанным концентрациям раствора значения эквивалентных электрических



проводимостей, степеней диссоциации и концентрации ионов гидроксида. Определите также значение константы диссоциации данного электролита. Для  $\text{NH}_4\text{OH}$   $\lambda_{\infty} = 27,1 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кмоль}^{-1}$ .

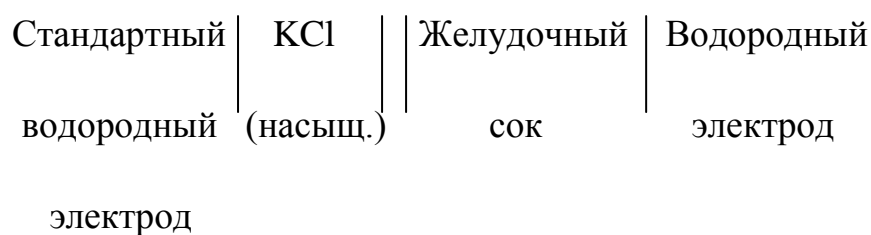
36. Вычислите концентрацию ионов водорода и pH водного уксусной кислоты

80. Ток силой в 1,5 А проходит через раствор  $\text{CuSO}_4$  в течение двух часов. Какова масса выделившейся меди, если выход по току в процессе составляет 87%?

37. При рафинировании меди ток силой в 50 А выделяет за 5 час 0,281 кг меди. Каков выход по току в этом процессе?

38. Электродвижущая сила элемента Якоби – Даниэля, в котором концентрации ионов меди и цинка одинаковы, при  $18^{\circ}\text{C}$  равна 1,10 В. Вычислите ЭДС цепи, в которой концентрация  $\text{Cu}^{2+}$  равна 0,0005, а  $\text{Zn}^{2+}$  соответственно 0,5 моль/дм<sup>3</sup>.

39. ЭДС цепи:



равна 0,082 В. Определите pH желудочного сока.

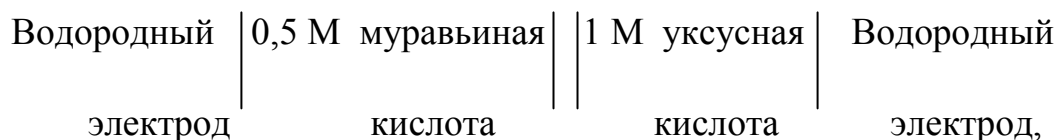
40 – 44. Приведите схему электрохимического (гальванического) элемента (табл. 5) и рассмотрите реакции на электродах. Рассчитайте значения ЭДС, максимальной электрической работы и константы равновесия процесса (условия стандартные). Значения стандартных электродных потенциалов металлов приведены в табл. 3 Приложения.

Таблица 5

Задача	Элемент
40	Mg – Cu
41	Li – Ag
42	Fe – Hg
43	Al – Cu
44	Cr – Hg

45. Цинковый электрод погружен в 0,1 н  $ZnSO_4$ . Вычислите, насколько изменится потенциал цинка, если раствор  $ZnSO_4$  разбавить в 10 раз, предположив сначала, что кажущаяся степень диссоциации при разбавлении не изменяется, а затем, учитывая, что  $\alpha_{каж}$  для 0,1 н раствора равна 0,40, а для 0,01 н – 0,64.

46. Какова ЭДС цепи:



если не принимать во внимание диффузионный потенциал? Константа диссоциации муравьиной кислоты  $1,77 \cdot 10^{-10}$ , а уксусной  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

47. Активность атомов полония за 20 дней снизились на 9,75 %. Считая распад полония реакцией первого порядка, найдите константу скорости и период полураспада.

48. При хранении биопрепарата установлено, что константа скорости его разложения при  $20^\circ\text{C}$  составляет  $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$ . Определите срок хранения

капсул биопрепарата (время разложения 10% вещества) при этой температуре.

49. Имеются следующие данные, показывающие зависимость концентрации исходного вещества экзотермической реакции от времени:

t, мин	0	10	20	30
c, моль/дм <sup>3</sup>	2,0	1,0	0,5	0,25

Определите порядок кинетического уравнения реакции.

50. Раствор сахарозы концентрацией 0,3 моль/дм<sup>3</sup> в течение 30 мин инвертируется на 33%. Через какое время инвертируется 78% и 90% сахара?

51– 55. В табл. 6 приведены значения констант скоростей реакции  $k_1$  и  $k_2$  при температурах  $t_1$  и  $t_2$ . Вычислите константу скорости заданной реакции при температуре  $t_3$  и определите, сколько вещества прореагировало к моменту времени  $\tau$ , если начальная концентрация вещества  $c_0$  (моль/м<sup>3</sup>). Начальные концентрации реагирующих веществ одинаковы; порядок реакции считать по молекулярности.

Таблица 6

Задача	Реакция	$t_1, ^\circ C$	$k_1$	$t_2, ^\circ C$	$k_2$	$t_3, ^\circ C$	$\tau, \text{мин}$	$c_0$
51	$2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$	356	$8,09 \cdot 10^{-5}$	389	0,00058	374	68	2,5
52	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	0	0,00363	86	0,0112	50	40	1,5
53	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	600	83,9	640	407	620	60	2,0
54	$(\text{CH}_2)_3 \rightarrow \text{CH}_3-$	560,2	0,00687	650,2	0,146	590,2	40	1,52

55	$\text{CH} = \text{CH}_2$ $\text{COCl}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{Cl}_2$	382	0,5310	472	67,7	410	10	0,8
----	--	-----	--------	-----	------	-----	----	-----

56 – 58. Определите графическим способом энергию активации реакций по данным, представленными в табл. 8

Таблица 8

Задача	Реакция	Параметры			
56	$\text{Cu} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 =$ $\text{CuSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$t, ^\circ\text{C}$	20	40	60
		$K * 10^3$	9,6	18,6	82,86
57	$2\text{NOCl} = 2\text{NO} + \text{Cl}_2$	$t, ^\circ\text{C}$	150	200	250
		$K * 10^3$	3,65	76,3	104,5
58	$\text{N}_2\text{O}_5 = \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2} \text{O}_2$	$t, ^\circ\text{C}$	0	45	65
		$K * 10^3$	0,0767	49,8	487

59. Введение антиоксиданта в систему изменило энергию активации процесса окисления жира на 9,6 кДж/моль при  $-7^\circ\text{C}$ . Во сколько раз (и в какую сторону) антиоксидант изменил скорость процесса?

60. Во сколько раз возрастёт скорость реакции при повышении температуры от  $20^\circ\text{C}$  до  $120^\circ\text{C}$ , если энергия активации реакции равна 125,61 кДж/моль? Сопоставьте это повышение скорости с рассчитанным по уравнению Вант-Гоффа при условии, что температурный коэффициент реакции равен двум.

61.. Денатурация некоторого вируса является процессом первого порядка с энергией активации 630 кДж/моль, период полураспада вируса при  $30^\circ\text{C}$  равен 5 час. Чему равен период полураспада при  $50^\circ\text{C}$ ?

62. В табл. 7 приведены значения констант скоростей реакции  $k_1$  и  $k_2$  при температурах  $t_1$  и  $t_2$ . Вычислите константу скорости заданной реакции при температуре  $t_3$  и определите, сколько вещества прореагировало к моменту времени  $\tau$ , если начальная концентрация вещества  $c_0$  (моль/м<sup>3</sup>). Начальные концентрации реагирующих веществ одинаковы; порядок реакции считать по молекулярности.

Таблица 7

Задача	Реакция	$t_1, ^\circ C$	$k_1$	$t_2, ^\circ C$	$k_2$	$t_3, ^\circ C$	$\tau, \text{мин}$	$c_0$
48	$2HI = H_2 + I_2$	356	$8,09 \cdot 10^{-5}$	389	0,000588	374	68	2,5
49	$2NO + O_2 = 2NO_2$	0	0,00363	86	0,0112	50	40	1,5
50	$2NO_2 = 2NO + O_2$	600	83,9	640	407	620	60	2,0
51	$(CH_2)_3 \rightarrow CH_3 -$ $CH = CH_2$	560,2	0,00687	650,2	0,146	590, 2	40	1,52
52	$COCl_2 \rightarrow CO + Cl_2$	382	0,5310	472	67,7	410	10	0,8

53. Введение антиоксиданта в систему изменило энергию активации процесса окисления жира на 9,6 кДж/моль при  $-7^\circ C$ . Во сколько раз (и в какую сторону) антиоксидант изменил скорость процесса?

54. Денатурация некоторого вируса является процессом первого порядка с энергией активации 630 кДж/моль, период полураспада вируса при  $30^\circ C$  равен 5 час. Чему равен период полураспада при  $50^\circ C$ ?

55. Рассчитайте, какое количество активированного угля необходимо для очистки 500 м<sup>3</sup> сточной воды от соединений ртути с концентрацией

0,047 мг/дм<sup>3</sup> до предельно допустимой концентрации (ПДК), равной 0,005 мг/дм<sup>3</sup>. Удельная адсорбция ртути на угле равна 0,016 мг/г.

56. Общая поверхность альвеол легких человека составляет в среднем 92 м<sup>2</sup>. Какое число молекул кислорода может адсорбироваться на этой поверхности, если площадь, занимаемая одной молекулой кислорода, равна 21·10<sup>-20</sup> м<sup>2</sup>? Рассчитайте величину удельной адсорбции кислорода в моль/м<sup>2</sup>.

57--62 . Привести формулу мицеллы золя, полученного при сливании водных растворов вещества А и небольшого избытка вещества В (табл. 8). Какие ионы в данном случае являются потенциалопределяющими? Как распределяются противоионы между адсорбционным и диффузионным слоями? К какому электроду будут двигаться коллоидные частицы этого золя при электрофорезе? Произведения растворимости малорастворимых веществ приведены в табл. 9

Таблица 8

Задача	А	В
57	AgNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> S
58	NaOH	Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
59	Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> S
60	K <sub>2</sub> S	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
61	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
62	TiNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>

Таблица 9

Произведения растворимости малорастворимых веществ при 20°С

$\text{Ag}_2\text{S}$	$6,0 \cdot 10^{-50}$	$\text{HgS}$	$1,6 \cdot 10^{-52}$
$\text{Be}(\text{OH})_2$	$6,3 \cdot 10^{-22}$	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	$8,0 \cdot 10^{-43}$
$\text{Bi}_2\text{S}_3$	$1,0 \cdot 10^{-72}$	$\text{Ti}_2\text{CrO}_4$	$9,8 \cdot 10^{-13}$

63. Золь иодида серебра получен при постепенном добавлении к  $20 \text{ см}^3$

$0,01 \text{ М}$  раствора иодида калия  $15 \text{ см}^3$   $0,2\%$ -ного раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя и определить направление движения его частиц в электрическом поле. Плотность раствора нитрата серебра равна единице.

64. Вычислите по уравнению седиментации диаметр частиц серы, оседающих в водной среде, при условии, что скорость оседания равна  $3,24 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}$ , а постоянная Стокса  $1,1 \cdot 10^{-2}$ ; назовите систему, к которой относится по размеру частиц данная дисперсия серы.

65. Используя уравнение седиментационно-диффузионного равновесия, рассчитайте высоту над поверхностью Земли, на которой число частиц в  $1 \text{ м}^3$  аэрозоля угольной пыли уменьшится в 4 раза, если радиус сферических частиц составляет  $10^{-8} \text{ м}$ , плотность частиц –  $1,2 \text{ г/см}^3$ ; плотностью воздуха можно пренебречь.

66. При ультрамикроскопическом исследовании гидрозоля серебра в кювете площадью  $5,4 \cdot 10^{-22} \text{ м}^2$  и глубиной пучка света  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  подсчитано

2 частицы. Рассчитать среднюю длину ребра частиц, принимая их форму за кубическую. Концентрация золя  $20 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ , плотность серебра

$10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

67. Как изменится интенсивность рассеянного света, если фруктовый сок, являющийся дисперсной системой, подвергнуть воздействию света длиной волны  $430 \text{ нм}$  и  $680 \text{ нм}$  соответственно?

68-72. При исследовании золя методом поточной ультрамикроскопии Дерягина – Власенко в объеме золя  $V \text{ м}^3$ , протекшем через счетное поле микроскопа, подсчитано  $n$  частиц. Определите средний размер частиц по данным табл. 11

Задача	Характеристика золя	$V \cdot 10^{11}$ , $M^3$	$n$	$C$ , $кг/м^3$	$\rho \cdot 10^{-3}$ , $кг/м^3$	Средний г или $l$
68	Масляный туман	1,33	50	$25 \cdot 10^{-6}$	0,9	Радиус
69	Гидрозоль серы	2	100	$6,5 \cdot 10^{-5}$	1	«
70	Водяной туман	3	60	$15 \cdot 10^{-6}$	1	«
71	Гидрозоль золота	1,6	70	$7 \cdot 10^{-6}$	19,3	Ребро куба
72	Масляный туман	1,5	53	$21 \cdot 10^{-6}$	0,92	Радиус

73. Вычислите  $\zeta$ -потенциал коллоидных частиц сульфида мышьяка в воде, если при электрофорезе за 180 с граница сместилась на  $5,4 \cdot 10^{-2}$  м. Градиент внешнего поля  $8 \cdot 10^{-2}$  В/м, вязкость среды  $10^{-3}$  Па·с, а ее диэлектрическая проницаемость 81.

74. Электрокинетический потенциал золя апельсинового сока равен 0,05 В. Определите скорость и электрокинетическую подвижность частиц сферической формы, если диэлектрическая проницаемость равна 54,1, приложенная внешняя ЭДС 120 В, расстояние между электродами 0,40 м, вязкость  $4,5 \cdot 10^{-3}$  Па·с, а коэффициент формы частиц равен 0,67.

75. Определите порог коагуляции золя оксида алюминия, если этот процесс происходит при добавлении  $50 \text{ см}^3$  хромата калия концентрацией  $0,01 \text{ кмоль/м}^3$  к  $10^{-3} \text{ м}^3$  золя.

76. Золь гидроксида меди получен при сливании  $100 \text{ см}^3$  0,05 н раствора гидроксида натрия и  $250 \text{ см}^3$  0,001 н раствора нитрата меди (II). Какой из электролитов: KBr,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  или  $\text{AlCl}_3$  будет иметь минимальный порог

77. Сколько воды поглотит 0,2 кг желатина при степени набухания, равной 500%? При каких условиях можно получить истинный раствор желатина в воде?



78. Определите, сколько бензола поглотит 5 кг натурального каучука, если степень его набухания равна 320%? Почему каучук и резина набухают

79. Определите коэффициент диффузии сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$  при  $15^{\circ}C$ . Плотность сахара  $1,587 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость раствора 0,001 Па·с, молекулу сахара можно рассматривать как сферическую.

80. Рассчитайте молекулярную массу поливинилацетата в ацетоне, пользуясь данными вискозиметрического метода:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	1,0	3,0	5,0	7,0
Удельная вязкость раствора $\eta_{уд.}$	0,14	0,465	0,84	1,3
Константы	$k = 4,2 \cdot 10^{-5}$		$\alpha = 0,68$	

81. Определите молекулярную массу этилцеллюлозы в толуоле, используя данные вискозиметрического метода:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Приведенная вязкость $\eta_{уд.}/C$	0,163	0,192	0,210	0,240	0,263
Константы	$k = 11,8 \cdot 10^{-5}$			$\alpha = 0,666$	

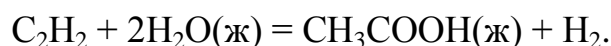
82. Определите молекулярную массу полиамида в м-крезоле, пользуясь экспериментальными данными метода ультрацентрифугирования:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Константа седиментации $S$	0,526	0,444	0,426	0,376	0,325	0,283
Константы	$k = 81,7 \cdot 10^{-3}$			$v = 0,45$		

Расчеты провести по уравнению  $S_0 = KM^B$ , где  $S_0$  – константа седиментации при бесконечном разведении, т.е. при  $C \rightarrow 0$ .

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Определите  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta F$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta S$  при стандартных условиях для реакции



Необходимые данные взять из справочника.

Вещество	$C_2H_2(г)$	$H_2O(ж)$	$CH_3COOH(ж)$	$H_2(г)$
$\Delta H_{f,298}^{\circ} \cdot 10^{-6}$ , Дж/кмоль	226,910	-286,043	-487,367	0
$S_{298}^{\circ} \cdot 10^{-6}$ , Дж/(кмоль·К)	200,963	69,990	159,943	130,680

*Решение.* Определяем тепловой эффект реакции при 298 К, воспользовавшись следствием из закона Гесса:

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= \sum (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{обр.прод.реакции}} - \sum (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{обр.исх.реакции}} = \\ &= [(-487,367) - (-2 \cdot 286,043 + 226,910)] \cdot 10^6 = -142,191 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль}, \end{aligned}$$

$$\Delta U = \Delta H_{298} - p\Delta V = \Delta H_{298} - \Delta nRT.$$

При расчете  $\Delta U$  учитываются стехиометрические коэффициенты только газообразных веществ:

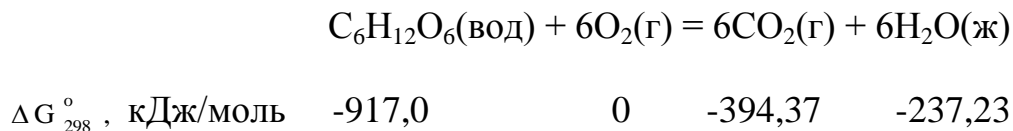
$$\Delta n = n_{\text{H}_2} - n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 1 - 1 = 0.$$

Следовательно,  $\Delta H_{298}^{\circ} = \Delta U_{298}^{\circ}$  ;

$$\begin{aligned} \Delta S_{298}^{\circ} &= \sum (S_{298}^{\circ})_{\text{прод. реакции}} - \sum (S_{298}^{\circ})_{\text{исх. веществ}} = \\ &= [(130,680 + 159,943) - (200,963 + 2 \cdot 69,990)] \cdot 10^3 = \\ &= -50,023 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кмоль} \cdot \text{К)}; \\ \Delta G &= -142,191 \cdot 10^6 - 298(-50,023 \cdot 10^3) = -127,284 \text{ Дж/кмоль}. \end{aligned}$$

Следовательно,  $\Delta F_{298} = \Delta G_{298} = -127,284 \cdot 10^6$  Дж/кмоль. Реакция возможна.

**Задача 2.** Вычислите стандартную энергию Гиббса  $\Delta G^{\circ}$  и определите возможность самопроизвольного протекания реакции:



Изменение энергии Гиббса реакции вычислим по формуле:

$$\Delta G^{\circ} = \sum \nu_j \Delta G_j^{\circ} - \sum \nu_i \Delta G_i^{\circ},$$

В обратном направлении самопроизвольно протекать реакция не может, но она идёт под действием энергии Солнца в присутствии хлорофилла (фотосинтез).

**Задача 3.** Определите изменение энтропии при переходе 2 кг  $\text{H}_2\text{O}$   $p = 1,0133 \cdot 10^5$  Па в пар. Удельная теплота испарения  $l = 2260,98 \cdot 10^3$  Дж/кг.

*Решение.*  $\Delta S$  в процессе фазового перехода подсчитывается по формуле

$$\Delta S = L/T_{\text{кип}},$$

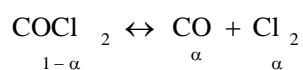
где  $L$  – теплота испарения 2 кг воды. Следовательно,

$$L = 2 \cdot 2260,98 \cdot 10^3 = 4521,96 \cdot 10^3 \text{ Дж},$$

$$\Delta S = \frac{4521,96 \cdot 10^3}{273 + 100} = 12,123 \cdot 10^3 \text{ Дж/К}.$$

**Задача 4.** При  $400^\circ\text{C}$  2,5 г  $\text{COCl}_2$ , частично диссоциирующий на  $\text{CO}$  и  $\text{Cl}_2$ , занимает объём  $1,7 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, давление  $1,01325 \cdot 10^5$  Па (1 атм). Рассчитайте степень диссоциации  $\alpha$  и константу равновесия  $K_p$ .

*Решение.*



$$pV = nRT;$$

$$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01325 \cdot 10^5 = n \cdot 8,314(400 + 273)10^3;$$

$$n = \frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01325 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 673 \cdot 10^3} = 0,0308 \cdot 10^{-3} \text{ кмоль}.$$

Молярная масса  $\text{COCl}_2$  равна 99, т.е. в системе фосгена  $\frac{2,5}{99}(1 - \alpha)$  моль

или  $\frac{2,5}{99}(1 - \alpha)10^{-3}$  кмоль, а  $\text{CO}$  и  $\text{Cl}_2$  по  $\frac{2,5}{99}\alpha$  моль или  $\frac{2,5}{99}\alpha \cdot 10^{-3}$  кмоль.

Для определения  $\alpha$  составляем уравнение

$$\frac{2,5}{99}(1 - \alpha) + 2 \frac{2,5}{99} \alpha = 0,0308(0,0308 \cdot 10^{-3} \text{ кмоль}).$$

$$\frac{2,5}{99} - \frac{2,5}{99} \alpha + 2 \frac{2,5}{99} \alpha = \frac{2,5}{99} + \frac{2,5}{99} \alpha = 0,0308 ;$$

$$\alpha = \frac{0,0308 - 0,02525}{0,02525} = \frac{0,00555}{0,02525} = 0,220 .$$

Определяем  $K_p$ :

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{СОCl}_2} + P_{\text{СО}} + P_{\text{Cl}_2},$$

где  $p_{\text{общ}}$  – общее давление равно  $1,01325 \cdot 10^5$  Па. Число молей после диссоциации  $n$  равно:

$$n = 1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha.$$

Находим парциальные давления компонентов:

$$P_{\text{СО}} = P_{\text{Cl}_2} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} P_{\text{общ}} ;$$

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{P_{\text{СО}} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{СОCl}_2}} = \frac{\alpha^2 P_{\text{общ}}^2 (1 + \alpha)}{(1 + \alpha)^2 (1 - \alpha) P_{\text{общ}}} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} P_{\text{общ}} = \\ &= \frac{0,220^2}{1 - 0,220^2} 1,01325 \cdot 10^5 ; \end{aligned}$$

$$K_p = \frac{0,0484 \cdot 1,01325 \cdot 10^5}{0,9516} = 0,05153 \cdot 10^5 = 5154 \text{ Па} .$$

**Задача 5.** Вычислить давление пара 10%-го раствора мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  при  $50^\circ\text{C}$ . Давление паров воды при  $50^\circ\text{C}$   $p_A^\circ = 12\,320 \text{ Н/м}^2$ .

*Решение.* Согласно закону Рауля относительное понижение давления пара растворителя над раствором равно отношению числа молей растворённого вещества к сумме числе молей растворителя и растворённого вещества:

$$\frac{p_A^\circ - p_A}{p_A^\circ} = \frac{n_b}{n_a + n_b} = N_B,$$

где  $p_A^\circ$  – давление пара над чистым растворителем при данной температуре;  $p_A$  – парциальное давление пара растворителя над раствором при той же температуре;  $n_b$  – число молей растворённого вещества;  $n_a$  – число молей растворителя.

В 100 г 10%-го раствора мочевины содержится 10 г мочевины и 90 г воды:  $M_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} = 60$ ;  $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ .

Определяем число молей мочевины ( $n_b$ ) и воды ( $n_a$ ) в 100 г 10%-го раствора.

$$n_b = \frac{10}{60} = 0,167 \text{ МОЛЬ}; \quad n_a = \frac{90}{18} = 5 \text{ МОЛЬ}.$$

Из закона Рауля следует, что

$$p_A = p_A^\circ - \frac{p_A^\circ n_b}{n_a + n_b} = 12\,320 - \frac{12\,320 \cdot 0,167}{5,167} = 11\,922 \text{ Н/м}^2.$$

**Задача 6.** Вычислите температуру замерзания 15%-го раствора сахара в воде. Молярное понижение температуры замерзания равно 1,86 град/моль.

*Решение.* Применяем криоскопическое уравнение Рауля

$$M = gR\,1000/(G\Delta T),$$

где  $K = 1,86$  град/моль,  $M = 342$  г/моль,  $g = 15$  г,  $G = 85$  г. Находим из этого уравнения понижение температуры замерзания

$$\Delta t = 15 \cdot 1,86 \cdot 1000 / (342 \cdot 85) = 0,96^\circ\text{C} \quad (\text{численно } \Delta t = \Delta T).$$

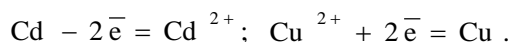
Температура замерзания чистой воды  $0^\circ\text{C}$ . Следовательно, температура замерзания 15%-го раствора сахара равна:

$$0 - 0,96^\circ = -0,96^\circ\text{C}.$$

$$C = 1,03 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

**Задача 7.** Гальванический элемент содержит медный ( $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,337$  В) и кадмиевый ( $\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = -0,403$  В) электроды. Приведите уравнение, выражающее зависимость ЭДС от активности ионов, условную запись гальванического элемента и уравнение протекающей в гальваническом элементе реакции. Рассчитайте максимальную работу процесса и константу равновесия.

*Решение.* На электродах протекают процессы



Уравнения для электродных потенциалов таковы:

$$\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Cd}^{2+}}; \quad \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Cu}^{2+}}.$$

Разность электродных потенциалов можно представить двумя способами:

$$E_1 = \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} - \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \left( \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 - \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 \right) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Cd}^{2+}}}{a_{\text{Cu}^{2+}}};$$

$$E_2 = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = \left( \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 \right) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{a_{\text{Cd}^{2+}}}.$$

Правильной является вторая запись, так как ей соответствует условие:

$$E^0 = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = 0,74 \text{ В} > 0.$$

Условная запись гальванического элемента, отвечающая этому уравнению, имеет следующий вид:  $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$ . Уравнение химической реакции таково:  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cd} = \text{Cd}^{2+} + \text{Cu}$ .

Считая, что реакция в элементе протекает в равновесных условиях, определим его максимальную электрическую работу:

$$W_{\text{max}} = nFE,$$

где  $E$  – ЭДС реакции;  $n$  – число переходящих электронов;  $F$  – число Фарадея, равное 96 500 Кл/моль.

$$W_{\text{max}} = 2 \cdot 96\,500 \cdot 0,74 = 142\,820 \text{ (Дж/моль)} = 142,82 \text{ (кДж/моль)}.$$

Константу равновесия реакции  $K$  определим по уравнению изотермы Вант-Гоффа для стандартных условий:

$$W_{\text{max}} = \Delta G^\circ = RT \ln K = 2,3RT \lg K,$$

где  $\Delta G^\circ$  – изменение энергии Гиббса.

Для 298 К

$$\lg K = \frac{W_{\text{max}}}{2,3RT} = \frac{142\,820}{2,3 \cdot 8,31 \cdot 298} = 25,08$$



$$K = 10^{25,08} = 119 \cdot 10^{25}.$$

$$\frac{2,3RT}{F} = 0,059 \quad \text{при } T = 298 \text{ К};$$

$$\text{pH} = \frac{\varphi_{\text{хинг}}^0 - \varphi_{\text{кат}}^0 - E_{\text{цети}}}{0,059} = \frac{0,6994 - 0,3369 - 0,15}{0,059} = 3,60.$$

**Задача 8.** Образование фосгена по уравнению  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$  является реакцией бимолекулярной. Рассчитать концентрацию фосгена через 2 ч после начала реакции.

Время, мин	0	24	42
Концентрация CO или Cl <sub>2</sub> , кмоль/м <sup>3</sup> (C <sub>CO</sub> = C <sub>Cl<sub>2</sub></sub> )	0,0187	0,0173	0,0164

*Решение.* Константу скорости определяем по уравнению

$$k = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{a(a-x)},$$

где  $t$  – время;  $x$  – изменение концентрации;  $a$  – начальная концентрация.

Тогда

$$x_1 = 0,0187 - 0,0173 = 0,0014;$$

$$x_2 = 0,0187 - 0,0164 = 0,0023;$$

$$k_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{0,0014}{0,0187 \cdot 0,0173} = 0,180 \text{ м}^3/(\text{МИН} \cdot \text{КМОЛЬ});$$

$$k_2 = \frac{1}{42} \cdot \frac{0,0023}{0,0187 \cdot 0,0164} = 0,179 \text{ м}^3/(\text{МИН} \cdot \text{КМОЛЬ});$$

$$k = 0,18 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кмоль}) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{моль} \cdot \text{с}).$$

Из уравнения константы скорости находим изменение концентрации исходных веществ  $x$ , равное концентрации фосгена:

$$x = kta^2/(1 + kta);$$

$$x = \frac{0,18 \cdot 120 (0,0187)^2}{1 + 0,18 \cdot 120 \cdot 0,0187} = 0,00544 \text{ кмоль/м}^3.$$

Через два часа концентрация фосгена стала равной 0,0054 кмоль/м<sup>3</sup>.

**Задача 9** Константа скорости разложения изменяется с температурой следующим образом:

$t, ^\circ\text{C}$	25	45
$k, \text{мин}^{-1}$	0,0093	0,0342

Вычислите энергию активации и константу скорости при 30°C.

*Решение.* Определение энергии активации ведем по уравнению Аррениуса:

$$2,3 \lg \frac{k_2}{k_1} = A \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right).$$

где  $A$  – константа уравнения Аррениуса.

Энергия активации  $E_a = -AR$

Решив уравнение относительно  $A$ , получим:

$$A = \frac{T_1 T_2 \cdot 2,3 \lg \frac{k_2}{k_1}}{T_1 - T_2};$$

$$A = \frac{313 \cdot 298 \cdot 2,3 \lg \frac{0,0342}{0,0093}}{15} \approx -8080 ;$$

$$E_a = 8,314 \cdot 8088 = 67\,247 \text{ Дж/моль.}$$

На основании того же уравнения, приняв  $T_1 = 298 \text{ К}$ ,  $T_2 = 303 \text{ К}$ ,  $k_1 = 0,0093$  и  $A = -8088$ , получаем

$$\lg k_{303} = -\frac{8088 \cdot 5}{2,3 \cdot 298 \cdot 303} + 3,968 = -2,1627 ;$$

$$k_{303} = 0,0145 \text{ мин}^{-1}.$$

**Задача 10.** Вычислить энергию активации гидролиза этилацетата в щелочном растворе ( $10^\circ\text{C} - 45^\circ$ ); температурный коэффициент реакции  $\gamma = 1,9$ .

*Решение.* Зависимость константы скорости химической реакции от температуры выражается приближённым правилом Вант-Гоффа (3.3). Представим его в уравнение в логарифмической форме:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{t_2 - t_1}{10} \ln \gamma.$$

Выведем расчётную формулу для энергии активации, используя уравнения Вант-Гоффа и Аррениуса:

$$E_a = \frac{RT_1 T_2 \ln \gamma}{10}.$$

Подставив в полученное выражение известные по условию задачи значения, вычислим:

$$E_a = \frac{8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 283 \text{ К} \cdot 318 \text{ К} \cdot \ln 1,9}{10} =$$

$$= 48\,001 \text{ Дж/моль} \approx 48 \text{ кДж/моль}.$$

$$E_a \approx 48 \text{ кДж/моль}.$$

**Задача 11.** На основе опытных данных, полученных при изучении адсорбции углем бензойной кислоты из раствора ее в бензоле при 25°C определить графически константы  $\alpha$  и  $1/n$  в уравнении Фрейндлиха:

$$C, \text{ моль/см}^3 \quad 0,006 \quad 0,025 \quad 1,04 \quad 0,118$$

$$\frac{x}{m}, \text{ ммоль/г} \quad 0,44 \quad 0,78 \quad 1,04 \quad 1,44$$

*Решение.* Для нахождения констант уравнения используем логарифмическую форму уравнения Фрейндлиха:

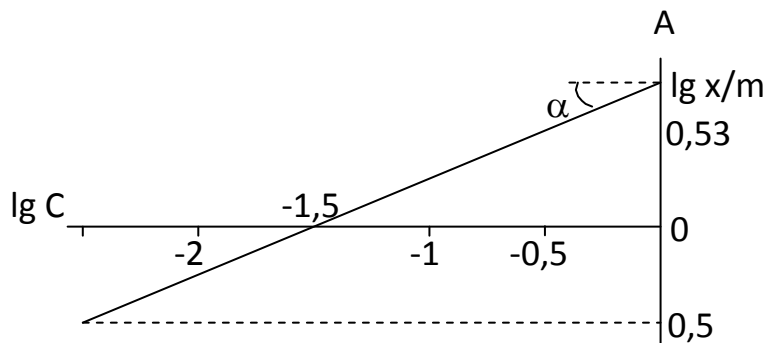
$$\lg \alpha = \lg \frac{x}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C,$$

где  $x$  – количество адсорбированной бензойной кислоты, моль;  $m$  – навеска угля, г.

Находим логарифмы  $C$  и  $x/m$ :

lg C	lg x/m
lg 0,006 = $\bar{3}$ ,7782 = -1,2218	lg 0,44 = $\bar{1}$ ,6435 = -0,3565
lg 0,0025 = $\bar{2}$ ,3979 = -1,6021	lg 0,78 = $\bar{1}$ ,8921 = -0,1079
lg 0,053 = $\bar{2}$ ,7243 = -1,2757	lg 1,04 = 0,0170 = +0,0170
lg 0,118 = $\bar{1}$ ,0719 = -0,9281	lg 1,44 = 0,1584 = +0,1584

Строим график, откладывая на оси ординат  $\lg \frac{x}{m}$ , а на оси абсцисс  $\lg C$ .



Отрезок ОА представляет собой  $\lg K$  в уравнении изотермы адсорбции, а  $1/n$  является  $\operatorname{tg} \alpha$ . Из графика видно, что  $\lg K = 0,53$ , следовательно,  $K = 3,4$ ;  $\operatorname{tg} \alpha = 0,4040$ ;  $1/n \approx 0,4$ ;  $n \approx 2,5$ .

Для данного случая уравнение Фрейндлиха можно записать так:

$$x/m = 3,4C^{0,4}.$$

**Задача 12.** Какой путь пройдёт частица золя железа в этилацетате за 30 мин при градиенте потенциала  $2 \cdot 10^3$  В/м, если известно, что  $\zeta$ -потенциал частиц железа равен 80 мВ. Свойства дисперсионной среды (этилацетата) характеризуются следующими данными: относительная диэлектрическая проницаемость равна 6, а вязкость – 0,43 мПа·с.

*Решение.* Из уравнения Гельмгольца–Смолуховского для электрокинетического или  $\zeta$ -потенциала определим электрофоретическую скорость  $U$  частиц золя:

$$U = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 E}{\eta \cdot f} \zeta,$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды;  $\eta$  – вязкость среды, Па·с;  $E$  – градиент потенциала, В/м;  $\varepsilon_0$  – постоянная вакуума, равная  $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $f$  – коэффициент формы частиц.

Примем, что частицы золя железа имеют сферическую форму ( $f = 2/3$ ) и подставим численные значения величин в уравнение:

$$U = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 2 \cdot 10^3}{0,43 \cdot 10^{-3} \cdot 2/3} 80 \cdot 10^{-3} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ (м/с)}.$$

Путь частиц  $S$  рассчитаем по уравнению:

$$S = U \cdot \tau = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м/с} \cdot 30 \cdot 60 \text{ с} = 0,052 \text{ м}$$

$$S = 0,052 \text{ м} = 5,2 \text{ см}.$$

**Задача 13.** Определить молекулярную массу  $M_r$  синтетического каучука, если известно, что характеристическая вязкость его раствора в хлороформе  $[\eta] = 0,0215$ , константы уравнения Марка–Хаувинка  $K = 1,85 \cdot 10^{-5}$  и  $\alpha = 0,56$ .

*Решение.* Для нахождения  $M_r$  используем уравнение Марка–Хаувинка

$$[\eta] = KM_r^\alpha.$$

Вязкость раствора полимера является характеристической, т.е.

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left[ \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \cdot \frac{1}{C} \right] = 0,0215 \text{ м}^3/\text{кг},$$

где  $\eta$  – вязкость раствора;  $\eta_0$  – вязкость чистого растворителя – хлороформа;  $C$  – концентрация раствора, кг/м<sup>3</sup>.

Перед тем как приступить к решению задачи, проводим логарифмирование уравнения Марка–Хаувинка:

$$\lg[\eta] = \lg K + \alpha \lg M_r$$

и только после этого решим его относительно  $\lg M_r$ , а затем подставим данные задачи:

$$\lg M_r = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha} = \frac{\lg 0,0215 - \lg 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,56} = 5,48.$$

Следовательно,  $M_r = 10^{5,48} = 302\,000$ .

Расчеты значений молекулярной массы полимеров по методу ультрацентрифугирования обычно проводят по уравнению

$$s_0 = KM_r^b,$$

где  $K$  и  $b$  – эмпирические константы;  $s_0$  – константа седиментации в ультрацентрифуге при бесконечном разведении. Значение  $s_0$  находят, используя линейную зависимость между  $1/s$  и  $C$  – концентрацией полимера путем построения графика (откладывая значения  $C$  по его абсциссе, а  $1/s$  – по ординате и, проводя таким образом полученную прямую до пересечения ее с ординатой, находят  $1/s_0$ ). Затем уравнение логарифмируют и, подставляя туда известные величины  $K$ ,  $b$  и  $s_0$ , определяют последовательно  $\lg M_r$  и  $M_r$ .

## Приложение

### Таблица 1. Термодинамические величины для некоторых элементов и соединений

( $\Delta H_{298}^0$  (обр) – изменение энтальпии (теплоты образования) в стандартных условиях;  $S_{298}^0$  – стандартное значение энтропии;

$\Delta G$  (обр) - стандартное значение энергии Гиббса)

Вещество	$\Delta H_{298}^0$ (обр), кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль*К)	$\Delta G^0$ (обр), кДж/моль	Вещество	$\Delta H_{298}^0$ (обр), кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль*К)	$\Delta G$ (обр), кДж/моль
С (графит)	0	5,74	0	Ca(OH) <sub>2</sub> (кр)	-985,12	83,39	-897,52
H <sub>2</sub> (г)	0	130,6	0	CaO (кр)	-635,09	38,07	-603,46
O <sub>2</sub> (г)	0	205,03	0	HCl (г)	-92,81	186,79	-95,30
Cl <sub>2</sub> (г)	0	222,98	0	CH <sub>4</sub> (г)	-74,85	186,27	-50,85
CO (г)	-110,70	197,48	-137,14	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,75	200,82	209,21
CO <sub>2</sub> (г)	-393,51	213,66	-394,37	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,30	219,45	68,14
H <sub>2</sub> O (г)	-241,81	188,74	-228,61	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	-84,67	229,49	-32,93
H <sub>2</sub> O (ж)	-285,84	69,95	-237,24	CH <sub>3</sub> OH (г)	-201,00	239,76	-162,38
NO (г)	91,26	210,64	87,58	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (г)	-234,80	281,38	-167,96



NO <sub>2</sub> (г)	34,19	240,06	52,29	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (ж)	-274,98	160,67	-174,15
SO <sub>2</sub> (г)	-296,90	248,07	-300,21	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж)	49,03	173,26	124,38
SO <sub>3</sub> (г)	-395,85	256,69	-371,17	CH <sub>3</sub> CHO (г)	-166,00	264,20	-132,95
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (ж)	-394,13	216,31	-321,49	CaC <sub>2</sub> - α	-59,83	69,96	-64,85
MgCO <sub>3</sub> (кр)	-1095,85	65,10	-1012,15	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (кр)	-1275,0	212,0	-911,0
MgO (кр)	-601,49	27,07	-569,27	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (кр)	-2222,0	360,0	-1543,0

**Таблица 2. Теплоты сгорания некоторых соединений в стандартных условиях**

Вещество	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль	Вещество	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль
CH <sub>4</sub> (г) метан	-890,31	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N (г) диметиламин	-1768,15
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (г) гексан	-4163,05	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N (ж) пиридин	-2755,16
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж) бензол	-3267,58	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N (ж) анилин	-3396,2
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (кр) нафталин	-5156,78	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (ж) этанол	-1370,68
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (кр) сахароза	-5646,73	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O (кр) фенол	-3063,52
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (ж) глицерин	-1661,05	C (кр) углерод	-393,51
CH <sub>4</sub> ON <sub>2</sub> (кр) мочевина	-634,05	H <sub>2</sub> (г) водород	-285,83

**Таблица 3. Стандартные электродные потенциалы  
в водных растворах при 25<sup>0</sup>С**

Электрод	Электродная реакция	$\varphi^0$ , В
Li <sup>+</sup> / Li	Li <sup>+</sup> + e = Li	-3,045
Ca <sup>2+</sup> / Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e = Ca	-2,866
Na <sup>+</sup> / Na	Na <sup>+</sup> + e = Na	-2,714
Mg <sup>2+</sup> / Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e = Mg	-2,363
Al <sup>3+</sup> / Al	Al <sup>3+</sup> + 3e = Al	-1,662
Ti <sup>2+</sup> / Ti	Ti <sup>2+</sup> + 2e = Ti	-1,628

Mn <sup>2+</sup> / Mn	Mn <sup>2+</sup> + 2e = Mn	-1,180
Cr <sup>2+</sup> / Cr	Cr <sup>2+</sup> + 2e = Cr	-0,913
Cr <sup>3+</sup> / Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3e = Cr	-0,744
Zn <sup>2+</sup> / Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2e = Zn	-0,763
Fe <sup>2+</sup> / Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2e = Fe	-0,440
Cd <sup>2+</sup> / Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2e = Cd	-0,403
Ni <sup>2+</sup> / Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2e = Ni	-0,250
Pb <sup>2+</sup> / Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2e = Pb	-0,126
Fe <sup>3+</sup> / Fe	Fe <sup>3+</sup> + 3e = Fe	-0,036
2H <sup>+</sup> / H <sub>2</sub>	H <sup>+</sup> + e = 1/2 H <sub>2</sub>	0
Cu <sup>2+</sup> / Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2e = Cu	+0,337
Cu <sup>+</sup> / Cu	Cu <sup>+</sup> + e = Cu	+0,521
Ag <sup>+</sup> / Ag	Ag <sup>+</sup> + e = Ag	+0,799
Hg <sup>2+</sup> / Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2e = Hg	+0,854
Pt <sup>2+</sup> / Pt	Pt <sup>2+</sup> + 2e = Pt	+1,20
Au <sup>3+</sup> / Au	Au <sup>3+</sup> + 3e = Au	1,498
Au <sup>+</sup> / Au	Au <sup>+</sup> + e = Au	+1,691

### Вопросы к зачету (2-й семестр)

1. Предмет и содержание дисциплины «Аналитическая, физическая и коллоидная химия», основные разделы. Значение дисциплины для пищевой технологии и охраны окружающей среды.
2. Классификация методов анализа. Качественный и количественный анализ. Аналитические признаки.
3. Типы аналитических реакций и реагентов. Специфические, селективные и групповые реагенты.
4. Подготовка вещества к анализу. Отбор средней пробы. Растворение пробы.
- 5 . Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты.
6. Калориметрия. Определение энергетической ценности пищевых продуктов и топлива.
7. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность системы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Химический потенциал. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса.
8. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах.  
Изменение константы равновесия с температурой. Принцип смещения равновесия Ле Шателье.
9. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Анализ фазовой диаграммы состояния воды.
10. Законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия и их применение.
11. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для технологических процессов.
12. Взаимная растворимость жидкостей. Первый закон Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация.

13. Второй закон Коновалова. Азеотропные смеси, их применение и методы разде

14. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Процессы экстракции в технологии.

15. Растворы электролитов. Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.

16. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Ра

17. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрия и ее применение в пищевой технологии.

18. Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный, диффузионный и электродный потенциалы в гальванической цепи.

Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.

19. Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него.

Уравнение Нернста для расчета электродного потенциала.

20. Типы электрохимических (гальванических) цепей. Принцип работы и схемы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС.

21. Классификация электродов. Электроды 1-го и 2-го родов. Стандартные и индикаторные электроды.

22. Методы измерения ЭДС. Применение метода ЭДС (потенциометрии) в практике анализа пищевой технологии.

23. Химическая кинетика. Скорость реакции (средняя и истинная). Факторы, влияющие на скорость реакции.

24. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенность применения ЗДМ для гетерогенных процессов.

25. Кинетическая классификация реакций по молекулярности и порядку. Реакции нулевого, первого и второго порядков. Период полупревращения.

26. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул (ТАС). Энергия активации. Уравнения Аррениуса. Основы теории активированного комплекса (ТАК).

27. Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные и колебательные реакции.

28. Цепные и фотохимические процессы. Цепные реакции в природе и в технологии.

29. Катализ. Общие принципы и виды катализа.

30. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа.

31. Ферментативный катализ, его особенности. Применение ферментов в пищевой технологии.

## Вопросы к экзамену (3-й семестр)

1. Особенности свойств высокодисперсных систем. Пищевые дисперсные системы.

Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.

2. . Мицеллярная теория строения частиц лиофобных золей. Схема строения и формула мицеллы.

3. Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Пептизации. Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС; роль мембранных методов в пищевой технологии.

4. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.

5. Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха и его анализ. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.

6. Теплота адсорбции. Влияние температуры на адсорбционное равновесие. Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии.

7. Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ.

8. Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и в технологии. Адсорбция на границе твердое тело-жидкость. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Эффект адсорбционного понижения прочности.

9. Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Особенности диффузии и осмоса в золях. Мембранные методы в биотехнологии.

10. Седиментационно-диффузное равновесие в высокодисперсных системах. Уравнение Лапласа-Перрена и его анализ. Ультрацентрифугирование.

11. Рассеяние и поглощение света в высокодисперсных системах. Эффект Фарадея-Тиндаля, явление опалесценции. Уравнение Рэлея и его анализ. Оптические методы анализа золей.

12. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Электрокинетический (дзета-) потенциал как часть термодинамического. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания) и их применение.

13. Агрегативная и кинетическая устойчивость золей. Явление коагуляции. Способы коагуляции, правило порога коагуляции Шульце-Гарди. Основы теории ДЛФО.

14. Особые случаи коагуляции. Процессы коагуляции в живых системах и в биотехнологии. Применение коагуляции для очистки природных и сточных вод.

15. Коагуляционные и конденсационные структуры. Гели и студни; диффузия в гелях. Особенности вязкости структурированных систем.

16.. Мицеллярные ПАВ (полуколлоиды). Строение мицелл коллоидных ПАВ.

17. Явление прямой и обратной солубилизации. Солубилизации в химии живого и в технологии. Липосомы, их строение и применение.

18. Микрогетерогенные системы и методы их получения. Суспензии, факторы их агрегативной устойчивости. Свойства паст – концентрированных суспензий.



19. Эмульсии, их классификация, способы получения. Обращение фаз в эмульсиях. Коалесценция. Процессы эмульгирования в химии живого и в технологии. Методы разрушения эмульсий.

20. Пены. Факторы, влияющие на их устойчивость пен, их стабилизация и разрушение. Оценка качества пен. Пены в природе и в технологии. Использование флотации.

21. Аэрозоли (дымы, туманы, биоаэрозоли). Электрические и оптические свойства; факторы стабилизации и разрушения аэрозолей.

22. Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика и кинетика процессов набухания и растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания. Процессы набухания в химии живого и в технологии.

23. Нарушение устойчивости в растворах ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов. Процессы высаливания в пищевой технологии.

24. Защитное действие ВМС. Защитные числа. Биологическое значение коллоидной защиты.

25. Физико-химические свойства белков. Свободная и связанная вода в биополимерах. Свойства белков в ИЭТ.

### **Примеры вариантов итоговых тестовых заданий**

Задания предлагаются с выбором одного правильного ответа; число вопросов в одном варианте -10, число вариантов -8.

#### **Вариант 1**

I. Какие из утверждений соответствуют следствиям из термохимического закона Гесса:

- 1) тепловой эффект реакции (ТЭР) равен теплотам образования исходных веществ;
- 2) ТЭР равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ;
- 3) ТЭР равен сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции;
- 4) ТЭР равен сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот сгорания продуктов реакции;
- 5) ТЭР равен сумме теплот сгорания исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции?

II. При каких значениях константы равновесия  $K$  процесс идет в прямом направлении:

- |                  |                      |               |
|------------------|----------------------|---------------|
| 1) $K < 10^{-4}$ | 3) $10^{-4} < K < 1$ | 5) $K = -1$ ? |
| 2) $K < 1$       | 4) $K > 1$ ?         |               |

III. Число степеней свободы в системе, состоящей из насыщенного раствора сульфата лития, его кристаллов и паров воды, равно:

- 1) 0      2) 3      3) 1      4) 2      5) 4.

IV. Эквивалентная электропроводность раствора с его разбавлением (уменьшением концентрации):

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается до предельного значения;
- 3) сначала уменьшается, а затем увеличивается до предельного значения;
- 4) уменьшается до предельного значения;
- 5) не изменяется.

V. Антиоксидант снижает скорость процессов окисления благодаря:

- 1) уменьшению теплоты реакции;
- 2) повышению энергии активации;
- 3) понижению энергии активации;
- 4) повышению теплоты реакции

5) понижению энергии диссоциации.

VI. Вещество, на поверхности которого могут накапливаться различные компоненты, это –

1) адсорбат; 2) адсорбтив; 3) адсорбент; 4) сорбтив; 5) абразив.

VII. Дисперсная система, в которой дисперсная фаза - газ, а дисперсионная среда - жидкость, называется:

1) эмульсией; 2) аэрозолем; 3) гелем; 4) суспензией; 5) пеной.

VIII. С повышением концентрации добавляемого к золю электролита толщина двойного электрического слоя (ДЭС) начнет:

- 1) увеличиваться;
- 2) уменьшаться;
- 3) не изменится;
- 4) сначала увеличиваться, а потом уменьшаться;
- 5) сначала уменьшаться, а потом увеличиваться.

IX. Какой электролит-коагулянт быстрее разрушит золь  $Zn S$ , полученный в избытке  $Zn Cl_2$ :

1)  $NH_4 NO_3$ ; 2)  $NaCl$ ; 3)  $K_2 S$ ; 4)  $Na_3 PO_4$ ; 5)  $FeCl_3$  ?

X. Какому явлению соответствует данное определение «выделение ВМС из раствора под влиянием электролита называется»:

- 1) синерезисом;
- 2) коацервацией;
- 3) солюбилизацией;
- 4) коагуляцией;
- 5) высаливанием?

## Вариант 2

I. Используя для ответа приведенную энергетическую диаграмму, находим, что тепловой эффект реакции  $A + B \rightarrow B$  равен:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 150 кДж | 4) 50 кДж  |
| 2) 100 кДж | 5) 125 кДж |
| 3) 150 кДж |            |



*Ход реакции*

II. Какие из утверждений соответствуют второму началу термодинамики:

- 1) энтропия – приведенная теплота процесса;
- 2) энтропия – мера свободной энергии при постоянном давлении;
- 3) энтропия – мера свободной энергии при постоянном объеме;
- 4) энтропия – часть теплоты, которую можно превратить в работу;
- 5) энтропия – мера информации о состоянии системы.

III. Число степеней свободы в системе, состоящей из кристаллов бромидов калия и натрия и их насыщенных растворов, равно:

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 0      5) 4.

IV. Электродвижущая сила в электрохимической цепи

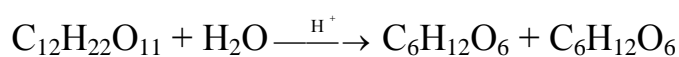


- 1) -2,80 В      3) 2,36 В      5) 1,92 В.  
2) -1,92 В      4) 2,80 В

Значения стандартных электродных потенциалов

$$\varphi_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^{\circ} = -2,36 \text{ В}, \quad \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ} = -0,44 \text{ В}.$$

V. Установлено, что для реакции гидролиза сахарозы



порядок на единицу ниже ее молекулярности. Порядок реакции равен:

- 1) 1,5      2) 2      3) 3      4) 0      5) 1.

VI. Дисперсная система, в которой и дисперсная фаза, и дисперсионная среда - жидкости, называется:

- 1) аэрозолем; 2) эмульсией; 3) гелем; 4) суспензией; 5) пеной.

VII. Вещество, на поверхности которого могут накапливаться различные компоненты, называется:

- 1) адсорбат; 2) адсорбтив; 3) абразив; 4) сорбтив; 5) адсорбент.

VIII. Какой из электролитов быстрее разрушит золь AgI, полученный в избытке AgNO<sub>3</sub>:

- 1) KCl; 2) KNO<sub>3</sub>; 3) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; 4) K<sub>2</sub>S; 5) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ?

IX. Укажите дисперсную систему в следующем наборе:

- 1) KCl; 2) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10 H<sub>2</sub>O; 3) майонез; 4) сахар; 5) масло.

X. Какое из свойства отсутствует у истинных растворов полимеров:

- 1) термодинамическая устойчивость; 2) набухание; 3) гомогенность;  
4) большая поверхностная энергия; 5) способность к диализу?

### Вариант 3

I. Критерий самопроизвольного протекания процесса – это:

- 1) повышение энтропии системы;  
2) повышение энтальпии;  
3) понижение свободной энергии;  
4) повышение свободной энергии;

5) повышение энтальпии и понижение энтропии системы.

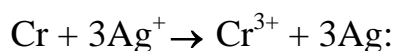
II. Число степеней свободы в системе, состоящей из кристаллов фторидов калия и кальция, их насыщенных растворов и паров воды, равно:

- 1) 1      2) 3      3) 2      4) 0      5) 4.

III. При разбавлении раствора электролита средний коэффициент активности:

- 1) стремится к нулю;  
2) стремится к единице;  
3) стремится к бесконечности;  
4) не меняется.

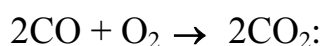
IV. Чему равно электродвижущая сила в электрохимической цепи



- 1) 0,06 В      3) -1,54 В      5) +3,14 В ?  
2) +0,86 В      4) +1,54 В

Значения стандартных электродных потенциалов хрома и серебра равны соответственно -0,74 В и +0,80 В.

V. Какое из выражений определяет зависимость скорости реакции  $V$  от концентрации  $C$  реагирующих веществ и константы скорости  $K$  реакции



$$1) V = K C_{CO} * C_{O_2}^2$$

$$4) V = 2K C_{CO}^2 * C_{O_2}^2$$

$$2) V = 2K C_{CO}^2 * C_{O_2}$$

$$5) V = K C_{CO}^2 * C_{O_2} ?$$

$$3) V = K C_{CO}^2 * C_{O_2}^2$$

VI. Укажите полярный адсорбент в ряду следующих веществ:

- 1) глина;
- 2) порошок какао;
- 3) сажа;
- 4) полистирол;
- 5) активированный уголь.

VII. Дисперсная система, в которой и дисперсная фаза, и дисперсионная среда - жидкости, называется:

- 1) аэрозолем;
- 2) эмульсией;
- 3) гелем;
- 4) суспензией;
- 5) пеной.

VIII. При сливании очень разбавленных растворов  $NH_4Cl$  и  $AgNO_3$  образуется коллоидный раствор (гидрозоль) следующего вещества:

- 1)  $NH_4OH$ ;
- 2)  $HCl$ ;
- 3)  $NH_4NO_3$ ;
- 4)  $AgCl$ ;
- 5)  $NH_4Cl$ .

IX. Изменится ли и во сколько раз осмотическое давление золя, если радиус его частиц увеличится в 3 раза:

- 1) не изменится;
- 2) уменьшится в 9 раз;
- 3) уменьшится в 27 раз;
- 4) увеличится в 27 раз;
- 5) увеличится в 9 раз.

X. Назовите процесс, присущий только растворам высокомолекулярных соединений:

- 1) седиментация;
- 2) диффузия;
- 3) пептизация;
- 4) набухание;
- 5) коагуляция.

