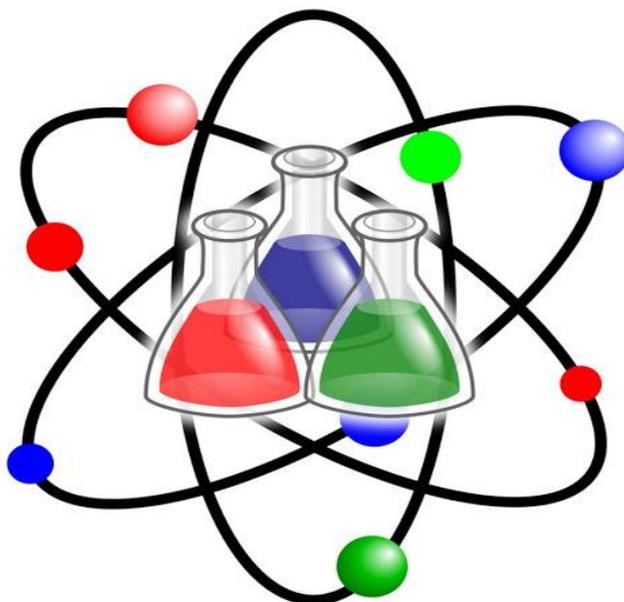


Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ульяновский государственный университет»  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет

**Л.А. Михеева, Г.Т. Брынских**

# **ХИМИЯ**

**Методические указания  
для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицин-  
ского факультета специальности 31.05.02. «Педиатрия»**



Ульяновск – 2021

**УДК 54(075.8)**

**ББК 24.1я73**

**М 69**

***Печатается по решению Ученого совета Института медицины,  
экологии и физической культуры***

**Рецензент:** заведующий кафедрой биологии, экологии и природопользования, д.б.н., доцент Слесарев С.М.

**Михеева Л.А.**

М 69. Методические указания для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия» / Л.А. Михеева, Г.Т. Брынских – Ульяновск: УлГУ, 2021. – 70 с.

Методическое пособие по дисциплине «Химия» предназначено в помощь студентам очного отделения, обучающимся по специальности 31.05.02. «Педиатрия», для самостоятельного изучения отдельных разделов курса. Методические указания включают в себя требования к результатам освоения дисциплины, тематический план дисциплины, лабораторный практикум, список рекомендуемой литературы, а также контрольные вопросы к экзамену.

**УДК 54(075.8)**

**ББК 24.1я73**

© Михеева Л.А., Брынских Г.Т., 2021

© Ульяновский государственный университет, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ: .....                                       | 4  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП: .....                                       | 4  |
| 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯ-<br>ТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ..... | 5  |
| 4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....                                 | 6  |
| 5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 10 |
| 6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ.....   | 17 |
| 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ.....  | 34 |
| 8. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ (задания) К ЭКЗАМЕНУ.....                                     | 40 |
| 9. ТЕСТЫ (ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ).....  | 46 |
| 10. ПРИЛОЖЕНИЕ.....   | 64 |

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Цели освоения дисциплины:**

- определить роль химии (общей и биорганической химии) как одной из фундаментальных естественных наук в создании теоретической и экспериментальной базы современной медицины;
- обеспечить общетеоретическую химическую подготовку врача, усвоение основополагающих идей, понятий, законов, теорий, необходимых для изучения других химических и профессиональных дисциплин;
- формирование химических знаний и умений студентов как единый монолитный фундамент, как прочную основу будущей успешной врачебной деятельности;
- достижение задач, сформулированных в п.2 данного раздела;
- показать взаимосвязь общей и биорганической химии с биологическими и медицинскими дисциплинами;
- формирование естественно-научного медицинского профиля.

## **Задачи освоения дисциплины:**

- повышение уровня теоретической подготовки студентов, умение использовать статистические методы для обработки и анализа данных медико-биологических исследований;
- понимание студентом смысла химических явлений, происходящих в живом организме, использование химических законов при диагностике и лечении заболеваний, умение разобраться в химических принципах работы и устройстве приборов и аппаратов, применяемых в современной медицине.
- формирование у студентов навыков организации мероприятий по охране труда и технике безопасности в химической лаборатории при работе с приборами и реактивами;
- формирование у студентов представления о термодинамических и кинетических закономерностях протекания химических и биорганических процессов;
- изучение физико-химических аспектов важнейших биохимических процессов и гомеостаза в организме;
- изучение механизмов образования основного вещества костной ткани и зубной эмали, кислотно-основные свойства биожидкостей организма.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б.1 «Химия» (общая и биорганическая химия относится) к базовой части блока 1 образовательной программы по специальности 31.05.02 Педиатрия.

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями основ химии в объеме средней школы, а также уметь применять эти знания для решения практических задач.

Дисциплина «Химия» является предшествующей для изучения дисциплин: биологическая химия, гистология, эмбриология, цитология; нормальная физиология; патофизиология, клиническая патофизиология; фармакология; микробиология, вирусология; и другие дисциплины профессионального цикла. Освоение дисциплины обеспечивает формирование у студентов общепрофессиональных (ОПК-5).

### **Знать:**

- растворы и процессы, протекающие в водных растворах в живых организмах;
- основные начала термодинамики, термохимия;
- способы выражения концентрации веществ в растворах, способы приготовления растворов заданной концентрации;
- основные типы химических равновесий;
- патологические состояния связанные с нарушением буферных систем, гетерогенных равновесий;
- формулы органических соединений применяемых в качестве лекарственных препаратов и используемых жизнедеятельности живых организмов.

### **Уметь:**

- пользоваться учебной, научной, научнопопулярной литературой; прогнозировать реакционную способность химических соединений и физические свойства в зависимости от положения в периодической системе
- классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;
- прогнозировать направление и результат физико- химических процессов и химических превращений биологически важных веществ;

- пользоваться номенклатурой IUPAC составления названий по формулам типичных представителей биологически важных веществ и лекарственных препаратов.

**Владеть:**

- навыками интерпретации рассчитанных значений термодинамических функций с целью прогнозирования возможности осуществления и направление протекания химических процессов;
- понятием ограничения в достоверности и специфику наиболее часто встречающихся лабораторных тестов

### **3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### **Основная**

- 1.1. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. – 10-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 215 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-8659-4. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437005>
- 1.2. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. – 10-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 360 с. – (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8660-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437006>
2. Тюкавкина Н.А., Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-3188-7 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

#### **Дополнительная**

3. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практическое пособие / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 14-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 236 с. –

- (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-8914-4. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/431810>
4. Лабораторный практикум по химии для студентов 1-го курса специальностей "Лечебное дело", "Педиатрия" [Электронный ресурс] : электрон. учеб. курс / Л.А. Михеева, Г.Т. Брынских, Л.Ф. Еникеева; УлГУ. – Ульяновск : УлГУ, 2014. – <http://edu.ulsu.ru/courses/580/interface/>
  5. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и биоорганической химии : пособие для 1 курса спец. "Лечеб. дело", "Педиатрия" / С. В. Пантелеев [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 70 с.

### **Учебно-методическая**

6. Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.
7. Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л.А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск: УлГУ, 2020. – 58 с.
8. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. IPRbooks [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . – Электрон. дан. – Саратов , [2019]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
2. ЮРАЙТ [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Электрон. дан. – Москва , [2019]. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
3. Консультант студента [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Политехресурс. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» – Электрон. дан. – Москва : КонсультантПлюс, [2019].
5. База данных периодических изданий [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://нэб.рф>.
7. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. –Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.
8. Федеральные информационно-образовательные порталы: Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru> Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>
9. Образовательные ресурсы УлГУ:  
 Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>  
 Образовательный портал УлГУ. Режим доступа : <http://edu.ulsu.ru>

#### 4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

| Название и разделов и тем           | Всего | Виды учебных занятий |                                |                     |                               |                        |
|-------------------------------------|-------|----------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|
|                                     |       | Аудиторные занятия   |                                |                     | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа |
|                                     |       | лекции               | практические занятия, семинары | лабораторные работы |                               |                        |
| 1                                   | 2     | 3                    | 4                              | 5                   | 6                             | 7                      |
| <b>Раздел 1. Общая химия</b>        |       |                      |                                |                     |                               |                        |
| 1. Элементы химической термодинами- | 7     | 2                    |                                | 3                   |                               | 2                      |

|  |    |   |  |    |   |   |
|--|----|---|--|----|---|---|
| ки и химической кинетики   |    |   |  |    |   |   |
| 2. Растворы. Термодинамика растворов. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.   | 10 | 2 |  | 6  |   | 2 |
| 3. Протолитические реакции. Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Химические методы анализа в медицине — титриметрия.   | 13 | 2 |  | 6  | 2 | 5 |
| 4. Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем. Электрохимические методы анализа в медицине. | 24 | 2 |  | 14 |   | 7 |
| 5. Физикохимия поверхностных явлений и дисперсных систем в   | 9  | 2 |  | 3  |   | 4 |

|   |     |    |  |    |   |    |
|---|-----|----|--|----|---|----|
| функционирования живых систем.            |     |    |  |    |   |    |
| Итого по разделу                          | 62  | 10 |  | 32 |   | 20 |
| <b>Раздел 2. Биоорганическая химия</b>    |     |    |  |    |   |    |
| 1. Поли и гетерофункциональные соединения | 12  | 2  |  | 4  |   | 4  |
| 2. Аминокислоты                           | 12  | 2  |  | 6  | 2 | 4  |
| 3. Гетероциклические соединения           | 12  | 2  |  | 6  |   | 4  |
| 4. Углеводы                               | 12  | 2  |  | 6  |   | 4  |
| Итого по разделу                          | 46  | 8  |  | 22 |   | 16 |
| Всего                                     | 108 | 18 |  | 54 |   | 36 |

## **5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Раздел 1. ОБЩАЯ ХИМИЯ**

#### **Тема 1. Основные понятия и законы химии.**

Основные законы, положения и понятия общей и неорганической химии. Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента, закон эквивалентов. Номенклатура основных классов неорганических веществ. Расчеты по химическим формулам и уравнениям. Техника безопасности и правила работы в лабораториях химического профиля. Обработка результатов наблюдений и измерений.

#### **Тема 2. Элементы химической термодинамики и химической кинетики. Химическое равновесие**

Химия и медицина. Предмет, задачи и методы химии. Химические дисциплины в системе медицинского образования.

Предмет и методы химической термодинамики. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики.

Основные понятия термодинамики. Интенсивные и экстенсивные параметры. Функции состояния. Внутренняя энергия. Работа и теплота – две формы передачи энергии. Типы термодинамических систем. Типы термодинамических процессов. Стандартное состояние.

Первое начало термодинамики. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества, стандартная энтальпия сгорания вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование самопроизвольного протекания процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов. Термодинамические условия равновесия. Стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса биологического окисления вещества. Стандартная энергия Гиббса реакции. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Принцип энергетического сопряжения.

Предмет и основные понятия химической кинетики. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Скорость реакции, средняя скорость реакции в интервале, истинная скорость. Классификации химических реакций, применяющиеся в кинетике: гомогенные и гетерогенные, простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Молекулярность элементарного акта реакции.

Кинетические уравнения. Порядок реакции. Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакций.

Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и нулевого порядков. Экспериментальные методы определения скорости и константы скорости реакции.

Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент скорости реакции и его особенности для биохимических процессов. Понятие о теории активных соударений. Энергетический профиль

реакции, энергия активации, уравнение Аррениуса. Роль стерического фактора. Понятие о теории переходного состояния.

Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетический профиль каталитических реакций. Особенности каталитической активности ферментов. Уравнение Михаэлиса - Ментен и его анализ.

Химическое равновесие. Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия и ее связь с термодинамическими функциями. Общая константа последовательно и параллельно протекающих процессов. Факторы, влияющие на химическое равновесие. Прогнозирование смещения химического равновесия.

### **Тема 3. Растворы. Термодинамика растворов. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.**

Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее уникальную роль как единственного биорастворителя. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды. Водородный показатель – рН. Зависимость растворимости веществ в воде от соотношения гидрофильных и гидрофобных свойств; влияние внешних условий на растворимость. Термодинамика процесса растворения. Понятие об идеальном растворе. Способы выражения состава растворов.

Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора, осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Роль осмоса в биологических системах.

### **Тема 4. Протолитические реакции. Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Химические методы анализа в медицине.**

Протолитические реакции. Электролиты. Теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури и Льюиса. Водные растворы сильных и слабых электролитов. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Закон разведения Оствальда. Конкуренция за протон: изолированное и совмещенное протолитические равновесия. Общая константа совмещенного протолитического равновесия. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Амфолиты. Роль реакций гидролиза в биохимических процессах.

Элементы теории растворов сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Роль осмоса в биологических системах.

Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости. Конкуренция за катион и анион: изолированное и совмещенное гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Общая константа совмещенного гетерогенного равновесия. Условия образования и растворения осадков. Реакции, лежащие в основе образования неорганического вещества костной ткани гидроксифосфата кальция. Явления изоморфизма: замещение в гидроксофосфате кальция гидроксид-ионов на ионы фтора, ионов кальция на ионы стронция. Остеотропность металлов. Реакции, лежащие в основе образования конкрементов: уратов, оксалатов, карбонатов. Применение хлорида кальция и сульфата магния в качестве антидотов.

Химические методы анализа, используемые в медицине — титриметрический анализ, классификация и сущность метода.

### **Тема 5. Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем. Электрохимические методы анализа в медицине.**

Понятие о буферном действии, гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Буферное действие – основной механизм протолитического гомеостаза организма. Механизм действия буферных систем, их количественные характеристики. Зона буферного действия и буферная емкость. Расчет pH протолитических систем.

Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма.

Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии: лекарственные средства с кислотными и основными свойствами (гидрокарбонат натрия, оксид и пероксид магния, трисамин и др.).

Реакции замещения лигандов. Классификация и номенклатура комплексных соединений.

Строение комплексных соединений. Механизмы образования координационной связи: внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексные соединения. Изомерия комплексных соединений: ионизационная и координационная. Пространственное строение комплексных соединений.

Константа нестойкости комплексного иона. Конкуренция за лиганд или за комплексообразователь. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения. Механизм токсического действия тяжелых металлов и мышьяка на основе теории жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Термодинамические принципы хелатотерапии.

Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Понятие об электродных потенциалах. Механизм возникновения электродного потенциала. Стандартный и реальный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод и водородная шкала потенциалов.

Уравнение Нернста –Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Прогнозирование направления окислительно-восстановительного процесса по величинам редокс-потенциалов. Константа окислительно-восстановительного процесса. Влияние лигандного окружения центрального атома на величину редокс-потенциала.

Токсическое действие окислителей (нитраты, нитриты, оксиды азота).

Физико-химические методы анализа в медицине. Потенциометрия. Классификация электродов. Ионоселективные электроды. Типы ионоселективных электродов. Ионометрия в медицине.

## **Тема 6. Физико-химия поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем.**

Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.

Адсорбционное равновесие на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов. Избирательная адсорбция. Значение адсорбционных процессов для жизнедеятельности.

Хроматография. Классификация хроматографических методов используемых в медицине.

Общие понятия о дисперсных системах. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе

межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природа коллоидного состояния.

Получение, очистка и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки. Молекулярно-кинетические свойства коллоидно-дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие.

Оптические свойства коллоидных растворов: рассеивание света (закон Релея). Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации.

Строение мицелл коллоидных растворов. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.

Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей.

Коагуляция. Порог коагуляции и его определение. Правило Шульце-Гарди, явление привыкания. Взаимная коагуляция. Понятие о современных теориях коагуляции. Коллоидная защита и пептизация.

## **Раздел 2. Биоорганическая химия**

### **Тема 1. Полифункциональные соединения**

Классификация поли и гетерофункциональных соединений. Примеры. Влияние введения новой функциональной группы на кислотно-основные свойства соединений.

Специфические реакции поли- и гетерофункциональных соединений. Многоатомные спирты. Общие и специфические реакции. Хелатообразование, циклизация. Общая характеристика реакционной способности, кислотно-основные свойства.

Дикарбоновые кислоты. Общие и специфические свойства.

### **Тема 2. Гетерофункциональные соединения**

Непредельные карбоновые кислоты. Присоединение воды, галогеноводородов, аммиака. Отличие малеиновой и фумаровой кислот.

Аминоспирты и аминифенолы. Холин, ацетилхолин, димедрол. Дофамин, адреналин, норадреналин. Применение в медицине.

Гидрокси- и аминокислоты. Лактиды и дикетопиперазины. Молочная кислота. Образование лактонов и лактамов.

Многоосновные гидроксикислоты. Яблочная кислота. Лимонная кислота. Винные кислоты.

Оксокислоты. Пировиноградная кислота. Ацетоуксусный эфир. Кетонная таутомерия. Химические свойства кетонной и енольной формы ацетоуксусного эфира.

Гетерофункциональные производные бензола. Аминобензойная кислота и ее производные. Сульфаниловая кислота и ее производные. Салициловая кислота и ее производные.

### **Тема 3. Аминокислоты**

Классификация аминокислот. Стереизомерия. Структуры аминокислот в растворах при различных рН. Биполярный ион. Изоэлектрическая точка. Химические свойства аминокислот. Специфические реакции аминокислот, обусловленные наличием двух функциональных групп. Качественные реакции аминокислот. Реакции аминокислот в живых организмах под действием ферментов.

### **Тема 4. Гетероциклические соединения**

Классификация. Ароматичность гетероциклов. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, пиррол, тиофен. Их строение, методы получения, химические свойства. Имидазол, пиразол, бензимидазол. Шестичленные гетероциклические соединения: пиридин, пиримидин, пурин. Методы получения пиридина и его химические свойства. Применение производных пиридина. Урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота. Лактим-лактаманная таутомерия. Гидроксипурины, аминопурины. Птеридин.

### **Тема 5. Углеводы**

Моно- и дисахариды. Классификация, строение, стереоизомерия, конформации. Цикло-оксо-таутомерия. Химические свойства. Производные моносахаридов. Строение дисахаридов. Общие представления о полисахаридах.

## **6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

### **Раздел 1. Общая химия**

**Занятие 1. Тема 1. Основные классы неорганических и органических соединений. Химические свойства. Основные понятия и законы химии.**

**Цель работы:** Привить навыки составления формул, выражающих электронную конфигурацию атомов и одноатомных ионов химических элементов.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

#### **Вопросы к теме:**

1. Техника безопасности и основные правила работы в химической лаборатории.
2. Классификация и номенклатура неорганических соединений. Кислоты, основания, соли.
3. Химические свойства неорганических соединений.
4. Основные стехиометрические законы: закон сохранения массы, закон постоянства состава, закон кратных отношений, закон эквивалентов, закон Авогадро и его следствия.
5. Основные классы органических соединений.
6. Химические свойства органических соединений.
7. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

## **Занятие 2. Тема 2. Элементы химической термодинамики и химической кинетики**

**Лабораторная работа:** «Определение теплового эффекта реакции нейтрализации».

**Цель работы:** Выполнение калориметрических измерений и термодинамических расчетов, связанных с энергетикой химических реакций.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

### **Вопросы к теме:**

1. Предмет и методы химической термодинамики. Основные понятия термодинамики (термодинамическая система, фаза, интенсивные и экстенсивные параметры, функции состояния, типы термодинамических систем, типы термодинамических процессов, стандартное состояние, обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы.). Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики.
2. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота – две формы передачи энергии. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.
3. Второе начало термодинамики. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование самопроизвольного протекания процессов в

изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Принцип энергетического сопряжения.

4. Особенности живых организмов как объектов для термодинамических исследований.
5. Предмет и основные понятия химической кинетики. Классификации химических реакций, применяющиеся в кинетике: гомогенные и гетерогенные, простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакций.
6. Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения. Порядок реакции. Молекулярность элементарного акта реакции.
7. Зависимость скорости реакции от температуры. Понятие о теории активных соударений, уравнение Аррениуса. Закон Вант-Гоффа.
8. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Особенности каталитической активности ферментов. Уравнение Михаэлиса–Ментен.
9. Химическое равновесие. Константа химического равновесия и ее связь с термодинамическими функциями. Факторы, влияющие на химическое равновесие. Прогнозирование смещения химического равновесия.
10. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Занятие 3. Тема 3. Растворы. Термодинамика растворов. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.**

**Цель работы:** Ознакомление с различными способами выражения состава растворов.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание методики перерасчетов концентраций представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л. А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

**Вопросы к теме:**

1. Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее уникальную роль как единственного биорастворителя.
2. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды. Водородный показатель – рН.
3. Зависимость растворимости веществ в воде от соотношения гидрофильных и гидрофобных свойств; влияние внешних условий на растворимость.
4. Термодинамика процесса растворения.
5. Способы выражения состава растворов.
6. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

**Занятие 4. Тема 3.**

**Лабораторная работа** «Приготовление растворов заданной концентрации».

**Цель работы:**

1. Научиться готовить растворы заданной концентрации.

2. Приобретение навыков расчета и перерасчета концентраций растворов.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л. А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

**Вопросы к теме:**

1. Способы выражения концентрации растворов. Решение типовых задач.
2. Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора.
3. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
4. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

**Занятие 5. Тема 4. Протолитические реакции. Гетерогенные реакции в растворах электролитов.**

**Лабораторная работа** «Растворы электролитов. Водородный показатель сильных и слабых электролитов. Ионные реакции и гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Гидролиз солей».

**Цель работы:**

1. Изучить влияние рН среды на скорость химической реакции.
2. Научиться рассчитывать рН водных растворов сильных и слабых кислот и оснований.

3. Ознакомиться с общими свойствами малорастворимых электролитов.
4. Приобрести навыки расчета произведения растворимости и растворимости осадков сильных электролитов.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

**Вопросы к теме:**

1. Электролиты. Теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури и Льюиса.
2. Водные растворы сильных и слабых электролитов. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Закон разведения Оствальда.
3. Элементы теории растворов сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Роль осмоса в биологических системах.
4. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Роль реакций гидролиза в биохимических процессах.
5. Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости. Конкуренция за катион и анион: изолированное и совмещенное гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Условия образования и растворения осадков.
6. Реакции, лежащие в основе образования неорганического вещества костной ткани гидроксифосфата кальция. Явления изоморфизма: замещение в гидроксофосфате кальция гидроксид-ионов на ионы фтора, ионов кальция на ионы стронция.
7. Остеотропность металлов. Реакции, лежащие в основе образования конкрементов: уратов, оксалатов, карбонатов. Применение хлорида кальция и сульфата магния в качестве антидотов.
8. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л.А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Занятие 6. Тема 5. Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем.**

**Лабораторная работа «Приготовление буферных растворов с заданным значением рН».**

#### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки расчета и приготовления растворов заданной концентрации.
2. Научиться составлять буферные смеси с заданным значением рН.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

#### **Вопросы к теме:**

1. Понятие о буферном действии, гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Механизм действия буферных систем, их количественные характеристики. Зона буферного действия и буферная емкость. Расчет рН протолитических систем.
2. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма.
3. Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии: лекарственные

средства с кислотными и основными свойствами (гидрокарбонат натрия, оксид и пероксид магния, трисамин и др.).

#### 4. Решение типовых задач

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Занятие 7. Тема 5. Титриметрические методы анализа.**

#### **Лабораторная работа «Определение буферной емкости методом кислотно-основного титрования»**

##### **Цель работы:**

1. Ознакомление с количественным методом химического анализа, используемым в медицине.
2. Освоить технику титрования с визуальной индикацией точки эквивалентности при помощи индикатора.
3. Определить буферную емкость раствора.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

##### **Вопросы к теме:**

1. Титриметрия. Основные понятия и сущность метода. Применение в медицине.
2. Кислотно-основное титрование (ацили-и алкалиметрия).
3. Осадительное титрование, сущность метода.

4. Комплексонометрическое титрование, сущность метода.
5. Окислительно-восстановительное титрование, сущность метода.
6. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Занятие 8. Тема 5. Комплексные соединения.**

#### **Лабораторная работа «Комплексные соединения»**

##### **Цель работы:**

1. Изучить явления комплексообразования.
2. Изучить свойства различных комплексов.
3. Освоить навыки расчета констант нестойкости и констант устойчивости комплексных соединений.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л. А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

##### **Вопросы к теме:**

1. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Реакции замещения лигандов.
2. Строение комплексных соединений. Механизмы образования координационной связи: внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексные соединения. Изомерия комплексных соединений: ионизационная и координационная. Пространственное строение

комплексных соединений.

3. Константа нестойкости комплексного иона. Конкуренция за лиганд или за комплексообразователь.
4. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения.
5. Механизм токсического действия тяжелых металлов и мышьяка.
6. Термодинамические принципы хелатотерапии. Механизм цитотоксического действия соединений платины.
7. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

### **Занятие 9. Тема 6. Физико-химические методы анализа в медицине. Электрохимические процессы.**

**Лабораторная работа** «Определение рН, коэффициента активности сильного электролита и степени диссоциации слабого электролита».

#### **Цель работы:**

1. Ознакомление с физико-химическими методами, используемыми в медицине.
2. Научиться работать с иономером.
3. Проверить правильность теоретических выкладок для расчетов коэффициента активности в первом приближении по теории Дебая-Хюккеля, сравнив расчетные и экспериментальные значения  $f$ .
4. Определить степени диссоциации салициловой кислоты, сравнить полученные данные с рассчитанными по уравнению Оствальда.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л.А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

### **Вопросы к теме:**

1. Определение и классификация электрохимических процессов.
2. Потенциометрия. Типы индикаторных и электродов сравнения в потенциометрии, требования к ним. Классификации электродов по типу потенциал-определяющих реакций (окислительно-восстановительные электроды, электроды 1-го, 2-го рода). Уравнения Нернста. Примеры.
3. Мембранные электроды – с твердыми и жидкими мембранами (устройство, примеры, применение).
4. Особенности стеклянной мембраны; устройство, условия применения; расчет потенциала стеклянного электрода.
5. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Понятие об электродных потенциалах. Механизм возникновения электродного потенциала. Стандартный и реальный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод и водородная шкала потенциалов.
6. Уравнение Нернста–Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Прогнозирование направления окислительно-восстановительного процесса по величинам редокс-потенциалов. Константа окислительно-восстановительного процесса.
7. Решение типовых задач:

1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.

2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф. Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

**Занятие 10. Тема 6. Физико-химия поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем.**

**Лабораторная работа** «Определение порога коагуляции золя гидроксида железа (III) сульфатом натрия».

**Цель работы:**

1. Ознакомление с методами получения коллоидных растворов и их свойствами.
2. Научиться определять знак заряда золя.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Методические рекомендации для выполнения лабораторно-практических работ по химии для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия», / Л. А. Михеева [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 108 с.

**Вопросы к теме:**

1. Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз.
2. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция. Уравнение Гиббса.
3. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма адсорбции.
4. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.
5. Адсорбционное равновесие на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов. Избирательная адсорбция.
6. Значение адсорбционных процессов для жизнедеятельности.
7. Общие понятия о дисперсных системах. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природа коллоидного состояния.
8. Получение, очистка и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов.
9. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические

- принципы функционирования искусственной почки.
10. Молекулярно-кинетические свойства коллоидно-дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие.
  11. Оптические свойства коллоидных растворов: рассеивание света (закон Релея).
  12. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации.
  13. Строение мицелл коллоидных растворов. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.
  14. Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей.
  15. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение. Правило Шульце-Гарди, явление привыкания. Взаимная коагуляция. Понятие о современных теориях коагуляции. Коллоидная защита и пептизация.
  16. Решение типовых задач:
    1. Методическое пособие к решению задач и упражнений по общей и бионеорганической химии для студентов 1 курса специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия»/ Пантелеев С.В., Брынских Г.Т., Михеева Л.А., Еникеева Л.Ф., Фролова О.В. – Ульяновск, 2010.
    2. Методические рекомендации к решению задач по химии: методическое пособие для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицинского факультета специальности «Педиатрия», / Г.Т. Брынских, Л. А. Михеева, Л.Ф Еникеева, Т.С. Андреева; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 106 с.

## **Раздел 2. Биорганическая химия**

### **Занятие 11. Тема 1. Полифункциональные соединения.**

#### **Лабораторная работа «Полифункциональные соединения»**

**Цель:** Закрепить представление о химических свойствах полифункциональных соединений.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л. А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 58 с.

**Вопросы к теме:**

1. Общая характеристика полифункциональных соединений. Примеры.
2. Влияние введения полифункциональных групп на кислотно-основные свойства молекул.
3. Многоатомные спирты. Специфические реакции: хелатообразование, циклизация. Образование тринитроглицерина и глицерофосфата.
4. Дикарбоновые кислоты (шавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фталевая). Общие и специфические свойства дикарбоновых кислот.

**Занятие 12. Тема 2. Гетерофункциональные соединения.**

**Лабораторная работа «Гетерофункциональные соединения»**

**Цель:** Закрепить представление о химических свойствах гетерофункциональных соединений.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л. А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 58 с.

**Вопросы к теме:**

1. Общая характеристика гетерофункциональных соединений. Примеры.
2. Влияние введения гетерофункциональных групп на кислотно-основные свойства молекул.

3. Ненасыщенные карбоновые кислоты (акриловая, метакриловая, малеиновая, фумаровая, кротоновая). Взаимное влияние непредельного фрагмента и карбоксильной группы. Малеиновый ангидрид.
4. Аминоспирты, аминофенолы. Холин, ацетилхолин, димедрол, дофамин, адреналин, норадреналин.
5. Гидрокси- и аминокислоты. Специфическое поведение гидрокси- и аминокислот при нагревании в зависимости от взаимного расположения гетерофункциональных заместителей. Лактоны и лактамы. Лактим-лактаменная таутомерия.
6. Многоосновные гидроксикислоты (яблочная, лимонная, винные кислоты). Явление мезомерии.
7. Гетерофункциональные производные бензола как лекарственные средства (*n*-аминофенол и его производные, *n*-аминобензойная кислота и ее производные, фолиевая кислота, сульфаниловая кислота и ее производные, салициловая кислота и ее производные).
8. Оксокислоты. Пировиноградная кислота, ее получение и химические свойства. Фосфоенолпируват, его роль в организме. Щавелевоуксусная кислота. Ацетоуксусная кислота, ацетоуксусный эфир. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира, его химические свойства.

### **Занятие 13. Тема 3. Аминокислоты.**

#### **Лабораторная работа «Аминокислоты»**

**Цель:** Закрепить представление о химических свойствах аминокислот.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л. А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 58 с.

#### **Вопросы к теме:**

1. Общая характеристика аминокислот. Номенклатура, классификация.
2. Stereoisomerism of amino acids.

3. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства  $\alpha$ -аминокислот. Изоэлектрическая точка.
4. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства  $\alpha$ -аминокислот. Изоэлектрическая точка.
5. Свойства аминокислот: по карбоксильной группе.
6. Свойства аминокислот по аминокгруппе.
7. Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот.
8. Биологически важные химические реакции.
9. Пептиды и белки. Номенклатура пептидов. Основные принципы синтеза полипептидов; защита аминокгруппы и активация карбоксильной группы.

#### **Занятие 14. Тема 4. Гетероциклические соединения.**

##### **Лабораторная работа «Гетероциклические соединения»**

**Цель:** Закрепить представление о химических свойствах биологически важных гетероциклических соединений.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л. А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 58 с.

##### **Вопросы к теме:**

1. Классификация гетероциклов по размеру цикла, природе гетероатома, числу гетероатомов, степени насыщенности.
2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Электронное строение, кислотно-основные свойства, ароматичность. Биологически важные структуры, содержащие пятичленный гетероцикл с одним гетероатомом (индол и его производные, производные фурана, порфин, гем).
4. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Электронное строение, кислотность и основность, таутомерия. Биологически важные структуры, содержащие пятичленный гетероцикл с двумя гетероатомами (гистидин, бензимидазол, анальгетики на основе пиразолона).

5. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Электронное строение, кислотнo-основные свойства, ароматичность. Биологически важные структуры, содержащие шестичленный гетероцикл с одним гетероатомом (никотиновая кислота и ее производные, хинолин и его производные, пиризин, пиперизин).
6. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Электронное строение, таутомерия. Пиримидин и его производные (урацил, тимин, цитозин). Барбитуровая кислота, ее производные. Тиамин, тиаминдифосфат.
7. Бициклические гетероциклы. Пурин и его производные. Гипоксантин, ксантин, мочевая кислота.
8. Аденин, гуанин. Таутомерия, реакции дезаминирования.
9. Птеридин. Строение.

### **Занятие 15. Тема 5. Углеводы.**

#### **Лабораторная работа «Углеводы»**

**Цель:** Закрепить представление о химических свойствах углеводов.

**Результаты лабораторной работы:** Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии: Лабораторный практикум по химии (цикл «Биоорганическая химия» для студентов 1-го курса специальности «Педиатрия» / Л. А. Михеева, Г.Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. – Ульяновск : УлГУ, 2020. – 58 с.

#### **Вопросы к теме:**

1. Моносахариды. Классификация. Структура пентоз и гексоз, входящих в состав углеводов.
2. Конфигурация, D, L-стереоизомерия открытых форм моносахаридов. Энантиомеры и эписмеры.
3. Реакции циклизации моносахаридов с образованием пиранозных и фуранозных циклов,  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномерные формы. Преобразование формул Фишера в формулы Хеуорса.
4. Цикло-оксо-таутомерия. Реакции аномеризации.

5. Химические свойства моносахаридов. Образование гликозидов и их гидролиз. O, N и S-гликозиды. Реакции этерификации, биологическая роль фосфатов моносахаридов.
6. Реакции восстановления и окисления моносахаридов мягкими и жесткими окислителями.
7. Производные моносахаридов (дезоксисахара, аминсахара, сиаловые кислоты, аскорбиновая кислота).
8. Дисахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.
9. Общие представления о полисахаридах.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Квантово-механические представления о строении атома. Квантовые числа. Принципы и правила заполнения атомных орбиталей. Электронные формулы положительно и отрицательно заряженного иона данного элемента.
2. Понятие о химической связи. Причина и механизмы образования химической связи. Разновидности химической связи.
3. Ковалентная связь. Механизм образования ковалентной связи. Характеристика ковалентной связи (направленность, насыщенность, полярность, кратность, длина связи, энергия связи).
4. Ионная связь. Характеристика ионной связи.
5. Водородная связь и ван-дер-ваальсовое взаимодействие.
6. Предмет и методы химической термодинамики. Основные понятия термодинамики (термодинамическая система, фаза, интенсивные и экстенсивные параметры, функции состояния, типы термодинамических систем, типы термодинамических процессов, стандартное состояние, обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы.).
7. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота – две формы передачи энергии. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.
8. Второе начало термодинамики. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование самопроизвольного протекания процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов.

9. Предмет и основные понятия химической кинетики. Классификации химических реакций, применяющиеся в кинетике: гомогенные и гетерогенные, простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакций.
10. Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения. Порядок реакции. Молекулярность элементарного акта реакции.
11. Зависимость скорости реакции от температуры. Понятие о теории активных соударений, уравнение Аррениуса. Закон Вант-Гоффа.
12. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Особенности каталитической активности ферментов. Уравнение Михаэлиса – Ментен.
13. Химическое равновесие. Константа химического равновесия и ее связь с термодинамическими функциями. Факторы, влияющие на химическое равновесие. Прогнозирование смещения химического равновесия.
14. Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее уникальную роль как единственного биорастворителя.
15. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды. Водородный показатель – рН.
16. Зависимость растворимости веществ в воде от соотношения гидрофильных и гидрофобных свойств; влияние внешних условий на растворимость.
17. Термодинамика процесса растворения.
18. Способы выражения состава растворов.
19. Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора.
20. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
21. Электролиты. Теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури и Льюиса.
22. Водные растворы сильных и слабых электролитов. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Закон разведения Оствальда.

23. Элементы теории растворов сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Роль осмоса в биологических системах.
24. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Роль реакций гидролиза в биохимических процессах.
25. Гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Константа растворимости. Условия образования и растворения осадков.
26. Реакции, лежащие в основе образования неорганического вещества костной ткани гидроксифосфата кальция. Явления изоморфизма: замещение в гидроксифосфате кальция гидроксид-ионов на ионы фтора, ионов кальция на ионы стронция.
27. Понятие о буферном действии, гомеостазе и стационарном состоянии живого организма. Механизм действия буферных систем, их количественные характеристики. Зона буферного действия и буферная емкость. Расчет рН протолитических систем.
28. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма.
29. Титриметрия. Основные понятия и сущность метода. Применение в медицине.
30. Кислотно-основное титрование (ацили-и алкалиметрия).
31. Осадительное титрование, сущность метода.
32. Комплексометрическое титрование, сущность метода.
33. Окислительно-восстановительное титрование, сущность метода.
34. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Реакции замещения лигандов.
35. Строение комплексных соединений. Механизмы образования координационной связи: внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексные соединения. Изомерия комплексных соединений: ионизационная и координационная. Пространственное строение комплексных соединений.
36. Определение и классификация электрохимических процессов.
37. Потенциометрия. Типы индикаторных и электродов сравнения в потенциометрии, требования к ним. Классификации электродов по типу потенциал-определяющих реакций (окислительно-

- восстановительные электроды, электроды 1-го, 2-го рода). Уравнения Нернста. Примеры.
38. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Понятие об электродных потенциалах. Механизм возникновения электродного потенциала. Стандартный и реальный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод и водородная шкала потенциалов.
  39. Уравнение Нернста–Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Прогнозирование направления окислительно-восстановительного процесса по величинам редокс-потенциалов.
  40. Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция. Физическая адсорбция и хемосорбция. Зависимость величины адсорбции от различных факторов.
  41. Общие понятия о дисперсных системах. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой.
  42. Получение, очистка и свойства дисперсных систем.
  43. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки.
  44. Оптические свойства коллоидных растворов: рассеивание света.
  45. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации.
  46. Строение мицелл коллоидных растворов. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.
  47. Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей.
  48. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение. Коллоидная защита и пептизация.
  49. Общая характеристика полифункциональных соединений. Примеры.
  50. Общая характеристика гетерофункциональных соединений. Примеры. Влияние введения гетерофункциональных групп на кислотно-основные свойства молекул. Примеры.

51. Многоатомные спирты. Общие и специфические реакции: хелатообразование, циклизация, образование сложных эфиров. Тринитроглицерин, глицерофосфат.
52. Дикарбоновые кислоты (шавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фталевая). Общие и специфические свойства дикарбоновых кислот.
53. Ненасыщенные карбоновые кислоты (акриловая, метакриловая, малеиновая, фумаровая, кротоновая). Взаимное влияние непредельного фрагмента и карбоксильной группы. Малеиновый ангидрид.
54. Аминоспирты. Коламин, холин, ацетилхолин, димедрол.
55. Аминофенолы. Дофамин, адреналин, норадреналин, эфедрин, парацетамол, фенацетин.
56. Гидрокси- и аминокислоты. Молочная кислота. Специфическое поведение гидрокси- и аминокислот при нагревании в зависимости от взаимного расположения гетерофункциональных заместителей. Лактиды, дикетопиперазины, лактоны и лактамы.
57. Многоосновные гидроксикислоты (яблочная, лимонная, винные кислоты). Образование кислот в организме. Мезовинная кислота.
58. Оксокислоты. Пировиноградная кислота, ее получение и химические свойства. Фосфоенолпируват, его роль в организме. Щавелевоуксусная кислота. Ацетоуксусная кислота, ацетоуксусный эфир. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира, его химические свойства.
59. Гетерофункциональные производные бензола как лекарственные средства (*n*-аминофенол и его производные, *n*-аминобензойная кислота и ее производные, сульфаниловая кислота и ее производные, салициловая кислота и ее производные).
60. Общая характеристика  $\alpha$ -аминокислот. Номенклатура, классификация. Stereoisomerism  $\alpha$ -аминокислот.
61. Кислотно-основные свойства  $\alpha$ -аминокислоты. Изоэлектрическая точка. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислоты (реакции по COOH-группе, реакции по NH<sub>2</sub>-группе, образование ДНФ-производных, образование ФТГ-производных).
62. Качественные реакции на  $\alpha$ -аминокислоты (реакция с нингидрином, биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция).
63. Биологически важные химические реакции  $\alpha$ -аминокислот (образование альдимины-1 из пиридоксальфосфата, трансаминирование, декарбоксилирование, элиминирование,

- альдольное расщепление, окислительное дезаминирование).
64. Классификация гетероциклов по размеру цикла, природе гетероатома, количеству гетероатомов, ненасыщенности. Номенклатура гетероциклов.
  65. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен). Электронное строение, кислотно-основные свойства. Химические свойства. Биологически важные структуры, содержащие пятичленный гетероцикл с одним гетероатомом (индол).
  66. Пятичленные гетероциклы с двумя и более гетероатомами (имидазол, пиразол, оксазол, тиазол). Электронное строение, кислотность и основность. Биологически важные структуры, содержащие пятичленный гетероцикл с двумя гетероатомами (гистидин, бензимидазол, анальгетики на основе пиразолона).
  67. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин, хинолин, изохинолин). Электронное строение, кислотно-основные свойства. Биологически важные структуры, содержащие шестичленный гетероцикл с одним гетероатомом (никотиновая кислота и ее производные).
  68. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (пиридазин, пиримидин, пиразин). Электронное строение, таутомерия. Пиримидин и его производные (урацил, тимин, цитозин). Барбитуровая кислота, ее производные.
  69. Бициклические гетероциклы. Пурин и его производные. Гипоксантин, ксантин, мочевая кислота. Кофеин, теofilлин, теобромин. Аминопурин: аденин, гуанин. Таутомерия, реакции дезаминирования. Птеридин.
  70. Моносахариды. Классификация. Структура пентоз и гексоз, входящих в состав углеводов. Конфигурация, D, L-стереоизомерия открытых форм моносахаридов. Энантиомеры и эпимеры.
  71. Реакции циклизации моносахаридов с образованием пиранозных и фуранозных циклов,  $\alpha$  и  $\beta$ -аномерные формы. Преобразование формул Фишера в формулы Хеуорса. Цикло-оксо-таутомерия. Реакции аномеризации.
  72. Химические свойства моносахаридов. Образование гликозидов и их гидролиз. Реакции этерификации, биологическая роль фосфатов моносахаридов. Реакции восстановления и окисления моносахаридов

- мягкими и жесткими окислителями.
73. Производные моносахаридов (дезоксисахара, аминсахара, сиаловые кислоты, аскорбиновая кислота).
74. Дисахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Общие представления о полисахаридах.

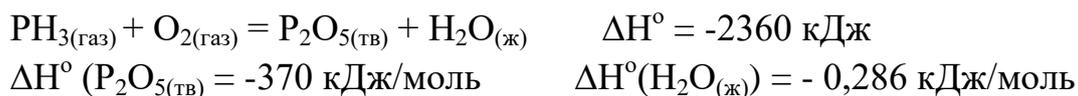
## 8. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ (задания) к экзамену

### Цикл «Общая химия»

1. Золь сульфида сурьмы (III) получили при взаимодействии сульфида калия с нитратом сурьмы (III). Напишите формулу и строение мицеллы золя и определите, какой из электролитов был в избытке, если противоионы в электрическом поле движутся к катоду. Чем можно вызвать коагуляцию данного золя?
2. Золь получили при сливании равных объемов 0,01 М раствора иодида алюминия и 0,02 М раствора нитрата серебра. Напишите формулу и строение полученной мицеллы. Чем можно вызвать коагуляцию данного золя, как зависит степень коагуляции от количества добавленного электролита? Как можно очистить полученный коллоидный раствор от низкомолекулярных веществ?
3. Мицеллы золя гидроксида железа (III)  $\{m[\text{Fe}(\text{OH})_3] \cdot n\text{Fe}^{3+} \cdot 3(n-x)\text{Cl}^-\}^{3x+} \cdot 3x\text{Cl}^-$  образуется при смешивании равных объемов растворов хлорида железа (III) и гидроксида натрия при условии, что концентрации хлорида железа (III):  
а) выше            б) ниже            в) значительно ниже            г) равна  
концентрации гидроксида натрия. Какими ионами можно вызвать коагуляцию данной системы? Чем отличаются оптические свойства золя гидроксида железа (III) и раствора хлорида железа (III). Причины? Опишите электрофорез данного коллоидного раствора.
4. Приведите формулу хлорида пентаамминхлорокобальта (III). Покажите внутреннюю сферу этого комплексного соединения. Каково координационное число центрального атома в этом комплексном соединении? Укажите конфигурацию валентной оболочки иона кобальта в основном

состоянии в виде диаграммы заполнения ячеек и тип гибридизации согласно методу валентных связей. Приведите суммарное уравнение вторичной диссоциации данного соединения. Приведите формулы и названия двух ионизационных изомеров соединения.

5. Определите чему равен заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединении тетрахлорплатинат (II) гексаамминплатины (II). Какие факторы и как влияют на устойчивость комплексных соединений? Как рассчитываются константы нестойкости и устойчивости данного соединения?
6. Из сочетания частиц  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{K}^+$  можно составить семь координационных формул комплексных соединений кобальта. Составьте эти формулы. Укажите чему равен заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя. Составьте конфигурацию валентной оболочки иона комплексообразователя в основном состоянии в виде диаграммы заполнения ячеек и тип гибридизации согласно методу валентных связей. Напишите уравнения диссоциации двух комплексных соединений из приведенных. Как рассчитываются константы нестойкости и устойчивости этих соединений?
7. Вычислите окислительно-восстановительный потенциал медного электрода, опущенного в раствор нитрата меди (II) с концентрацией, равной 0,002 М при температуре 30°C. Если стандартный окислительно-восстановительный потенциал пары  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  равен +0,345 В.
8. Составьте схему гальванического элемента составленного из медного и свинцового электродов, погруженных в 1 М растворы этих солей. Рассчитайте ЭДС этого элемента. Напишите уравнения электродных процессов и токообразующую реакцию. Значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов соответственно равны +0,345 В и -0,13 В.
9. Определите стандартную энтальпию образования  $\text{PH}_3$ , исходя из уравнения:



10. Теплота растворения  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  составляют соответственно -47,7 и 31 кДж/моль. Вычислите теплоту гидратации  $\text{SrCl}_2$ .

11. В сосуде объемом 10 литров смешали 10 моль вещества А и 10 моль вещества В (А и В – газы). Через одну минуту количество вещества С в сосуде стало равным 6 моль. Рассчитайте среднюю скорость реакции, схема которой  $A + B \rightarrow C$ .
12. Рассчитайте как изменится скорость реакции, уравнение которой  $H_{2(g)} + I_{2(g)} = 2HI_{(g)}$ , при увеличении давления в 3 раза.
13. Температурный коэффициент реакции равен 3. Рассчитайте как должна измениться температура, чтобы уменьшить скорость реакций в 27 раз.
14. При нагревании реагирующей системы от 80 до 120° С скорость реакции увеличилась в 256 раз. Рассчитайте температурный коэффициент этой реакции.
15. Плотность 40%-ного (по массе) раствора азотной кислоты равна 1,25 г/мл. Рассчитайте молярность и моляльность этого раствора.
16. В 100 г воды растворено 0,682 г гидроксида калия; плотность раствора равна 1,395 г/мл. Рассчитайте моляльность и мольную долю щелочи.
17. К 100 мл 96%-ной (по массе) серной кислоты плотностью 1,84 г/мл прибавили 400 мл воды. Получился раствор плотностью 1,22 г/мл. Вычислите его молярную концентрацию эквивалента и массовую долю.
18. Рассчитать титр и массовую долю 15,7 молярного раствора аммиака с плотностью 0,892 г/мл.
19. Давление пара воды при 40° С равна 55,32 мм. рт. ст. Вычислите понижение давления пара при растворении 0,2 моль вещества в 540 г воды.
20. Давление пара воды при 100° С равно 760 мм. рт. ст. Вычислите давление пара над 4%-ным раствором мочевины ( $CO(NH_2)_2$ ) при этой температуре.
21. Сколько грамм глицерина ( $C_3H_5(OH)_3$ ) должно быть растворено в 1 л воды, чтобы осмотическое давление его при 47° С равнялось 460 мм. рт. ст.
22. Вычислите температуру кипения раствора анилина в этиловом эфире, содержащего 12 г анилина ( $C_6H_5NH_2$ ) в 200 г раствора.  $E_{\text{эфира}} = 2,12$  град.
23. В каком объёме должны быть растворены 10 г этилового спирта, чтобы осмотическое давление раствора при 15° С равнялось 0,1 атм?
24. Вычислить рН 0,7% раствора хлороводородной кислоты, плотностью 1,009 г/мл.
25. Вычислить рН раствора, в 200 мл которого содержится 0,05 г бромоводородной кислоты.

26. В 150 мл раствора содержится 4,5 г уксусной кислоты. Вычислить рН раствора. ( $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
27. Гидроксид аммония в 0,5 М растворе диссоциирован на 0,6%. Вычислить константу диссоциации.
28. Вычислить степень гидролиза, концентрацию ионов водорода и рН в 0,05 молярном растворе хлорида цинка ( $K_{B1} = 1,32 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_{B2} = 4,9 \cdot 10^{-7}$ ).
29. Смешано 20 мл 0,2 М раствора соляной кислоты и 40 мл 0,25 М раствора аммиака. Определите рН полученного раствора. ( $K_B = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
30. К 25 мл 0,3 М раствора дигидрофосфата калия добавлено 20 мл 0,2 М раствора гидроксида натрия. Вычислите рН раствора. ( $K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_3 = 5,0 \cdot 10^{-13}$ ).
31. К 30 мл 0,15 М раствора уксусной кислоты добавлено 60 мл 0,01 М раствора гидроксида натрия. Вычислить рН полученного раствора. ( $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
32. По величине произведения растворимости найти растворимость моль/л сульфата свинца. ( $ПР = 1,6 \cdot 10^{-8}$ ).
33. Чему равна растворимость сульфата серебра в моль/л, по значению произведения растворимости. ( $ПР = 2,0 \cdot 10^{-5}$ ).
34. Вычислите ПР по данным растворимости осадка, если в 1 л воды растворяется 0,00151 г хлорида серебра.
35. Вычислите ПР по данным растворимости осадка, если в 1 л воды растворяется 1,318 г фторида бария.
36. К 100 мл 0,01 М раствора хромата калия прибавлен 1 мл 0,1 М раствора нитрата серебра. Будет ли образовываться осадок? ( $ПР = 1,1 \cdot 10^{-12}$ ).
37. Смешали 100 мл 2%-ного раствора сульфида калия (плотность раствора 1,02 г/мл) и 150 мл 5%-ного раствора нитрата свинца (II) (плотность раствора 1,04 г/мл). Выпадет ли осадок? ( $ПР = 2,5 \cdot 10^{-27}$ ).
38. В насыщенном растворе фторида кальция концентрация иона кальция увеличена в 10 раз. Чему будет равна концентрация иона фтора?
39. В насыщенном растворе фторида кальция концентрация иона кальция увеличена в 10 раз. Чему будет равна концентрация иона фтора?
40. Выпадет ли осадок при сливании 300 мл 0,001 М раствора нитрата бария и 600 мл 0,0001 М раствора хромата натрия? ( $ПР = 1,2 \cdot 10^{-10}$ ).

## Цикл «Биоорганическая химия»

1. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с пальмитиновой кислотой. Назовите образовавшийся продукт.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с азотной кислотой. Назовите образовавшийся продукт.
3. Напишите уравнение реакции дегидратации глицерина. Назовите образовавшийся продукт.
4. Напишите уравнение реакции дегидратации глутаминой кислоты. Назовите образовавшийся продукт.
5. Напишите уравнение реакции дегидратации фталевой кислоты. Назовите образовавшийся продукт.
6. Напишите уравнение реакции образования ацетилхолина из коламина.
7. Напишите уравнение реакции взаимодействия акриловой кислоты с аммиаком. Назовите образовавшийся продукт.
8. Приведите стереоизомеры винной кислоты.
9. Напишите уравнение реакции внутримолекулярной дегидратации  $\gamma$ -аминомасляной кислоты. Назовите образовавшийся продукт.
10. Приведите уравнения реакций, доказывающие наличие двух функциональных групп в молекуле молочной кислоты.
11. Напишите стереоизомеры яблочной кислоты.
12. Напишите уравнения реакций, доказывающих наличие двух изомеров ацетоуксусного эфира.
13. Напишите уравнение реакции образования анестезина.
14. Приведите уравнение реакции получения салициловой кислоты из бензола.
15. Приведите уравнения реакций, доказывающие наличие двух функциональных групп в молекуле пара-аминобензойной кислоты.
16. Приведите формулу цистеина в виде биполярного иона.
17. Приведите стереоизомеры цистеина. Какие из них относятся к D, а какие к L-ряду?
18. Известно, что изоэлектрическая точка цистеина равна 5,0. В каком виде будет существовать цистеин в растворе при  $\text{pH}=7,8$ ,  $\text{pH}=2,5$ ?
19. Приведите реакцию взаимодействия цистеина с нингидрином.

20. Получите из цистеина дикетопиперазин.
21. Приведите уравнение реакции получения дипептида цистеилглицин.
22. Приведите формулу глутаминовой кислоты в виде биполярного иона.
23. Приведите стереоизомеры глутаминовой кислоты. Какие из них относятся к D, а какие к L-ряду?
24. Известно, что изоэлектрическая точка глутаминовой равна 3,2. В каком виде будет существовать глутаминовая кислота в растворе при  $\text{pH}=5$ ;  $\text{pH}=10,0$ ?
25. Приведите реакцию взаимодействия глутаминовой кислоты с хлорангидридом уксусной кислоты.
26. Получите из глутаминовой кислоты дикетопиперазин.
27. С помощью химических реакций докажите амфотерный характер валина.
28. Приведите уравнение реакции получения дипептида серилглутаминовая кислота.
29. Приведите реакцию декарбоксилирования аланина. Назовите образовавшийся продукт.
30. Напишите уравнение реакции взаимодействия тиофена с серной кислотой. Назовите образовавшийся продукт.
31. Напишите уравнение реакции окисления пиррола. Назовите образовавшийся продукт.
32. Напишите уравнение реакции окисления фурана. Назовите образовавшийся продукт.
33. Напишите уравнение реакции окисления 3-метилпиридина. Назовите образовавшийся продукт.
34. Напишите уравнение реакции восстановления пиридина. Назовите образовавшийся продукт.
35. Приведите таутомерные формы аденина.
36. Напишите уравнение реакции получения фенобарбитала. Покажите на его примере лактим-лактамную таутомерию.
37. Напишите уравнение реакции получения 5,5-диэтилбарбитуровой кислоты. Назовите исходные соединения.

38. Напишите уравнение реакции взаимодействия мочевой кислоты с гидроксидом калия. Назовите образовавшийся продукт.
39. Напишите уравнение реакции взаимодействия аденина с азотистой кислотой. Назовите образовавшийся продукт.
40. Напишите 5 таутомерных форм глюкозы. Назовите их.
41. Напишите уравнение реакции взаимодействия D-глюкопиранозы с уксусным ангидридом. Назовите образовавшийся продукт.
42. Напишите уравнение реакции восстановления глюкозы. Укажите необходимые условия и назовите образовавшийся продукт.
43. Напишите уравнение реакции взаимодействия глюкозы с эквимолярным количеством этилового спирта. Назовите образовавшийся продукт.
44. Напишите 5 таутомерных форм маннозы.
45. Напишите реакцию восстановления маннозы. Назовите образовавшийся продукт.

## 9. ТЕСТЫ (тестовые задания)

1. Первый закон термодинамики формулируется так:
  - а) скорость реакции пропорциональна концентрации реагирующих веществ;
  - б) тепловой эффект реакции равен сумме изменения запаса внутренней энергии и совершенной работе;
  - в) при одинаковых условиях в равных объемах газов содержится одинаковое число молекул;
  - г) при абсолютном нуле К энтропии веществ равны 0.
2. Внутренней энергией системы называется...
  - а) кинетическая энергия движения молекул;
  - б) суммарный запас всех видов энергии системы;
  - в) потенциальная энергия системы;
  - г) энергия притяжения электронов к ядру.
3. Стандартная теплота образования сложного вещества - это:
  - а) количество теплоты, выделяющееся при образовании 1 моля вещества;
  - б) тепловой эффект образования 1 моля вещества из простых веществ при стандартных условиях;

- в) количество теплоты, выделяющееся при образовании 1 моля вещества из простых веществ при стандартных условиях;
- г) количество теплоты, выделяющееся при образовании 1 моля вещества из простых газообразных веществ при стандартных условиях.
4. "Тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции минус сумма теплот образования исходных веществ". Это формулировка:
- правила Вант-Гоффа;
  - закона Гесса;
  - закона Генри;
  - правила Гиббса.
5. Химическая реакция является экзотермической, если разница между суммарной энергией связей в исходных веществах и суммарной энергией связей в продуктах реакции:
- больше нуля;
  - меньше нуля;
  - равна нулю;
  - может быть «+» и «-».
6. Процесс растворения сопровождается:
- выделением тепловой энергии;
  - поглощением тепловой энергии;
  - выделением или поглощением тепловой энергии;
  - сохранением исходной энергии.
7. В реакции  $2\text{SO}_3(\text{г}) = 2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$  энтропия в прямой реакции:
- уменьшается;
  - увеличивается;
  - не изменяется;
  - нельзя определить.
8. Какая из приведенных реакций отвечает теплоте образования NO в стандартных условиях ( $\Delta H_f^\circ$ )?
- $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г})$ ;
  - $2\text{NH}_3(\text{г}) + 5/2\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ ;
  - $1/2\text{N}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{NO}(\text{г})$ ;
  - $\text{N}(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{NO}(\text{г})$ .

9. К газообразным дисперсным системам относится атмосферный туман, который представляет из себя распределение мельчайших частиц:
- а) твердого вещества в газе;
  - б) жидкости в газе;
  - в) газа в газе;
  - г) жидкости в жидкости.
10. Суспензиями называются дисперсные системы, в которых:
- а) газообразные частицы распределены в жидкости;
  - б) газообразные частицы распределены в газе;
  - в) жидкость раздроблена в другой не растворяющей ее жидкости;
  - г) твердые частицы распределены в жидкости.
11. Эмульсиями называются дисперсные системы, в которых:
- а) газообразные частицы распределены в жидкости;
  - б) газообразные частицы распределены в газе;
  - в) жидкость раздроблена в другой не растворяющей ее жидкости;
  - г) твердые частицы распределены в жидкости.
12. По какой формуле можно рассчитать массовую долю (%) вещества в водном растворе?
- а)  $\frac{m_г \cdot 100}{\rho \cdot V_\rho}$ ;
  - б)  $\frac{m_г \cdot 100}{m_{H_2O}}$ ;
  - в)  $\frac{m_г \cdot 100}{M_n}$ ;
  - г)  $\frac{m_г \cdot 100}{V_\rho}$ .
13. По какой формуле можно рассчитать содержание вещества ( $m_B$ ) в водном растворе, если известна его массовая доля (%)?
- а)  $\frac{\omega \cdot 100}{m_p}$ ;
  - б)  $\frac{\omega \cdot V_p}{100}$ ;
  - в)  $\frac{m_p \cdot 100}{\omega}$ ;
  - г)  $\frac{\omega \cdot (m_г + m_{H_2O})}{100}$ .
14. По какой формуле можно рассчитать молярную концентрацию раствора?
- а)  $\frac{V}{V_{p,l}}$ ;
  - б)  $\frac{m_г}{M_г}$ ;
  - в)  $\frac{M_г}{m_г \cdot V_{p,l}}$ ;
  - г)  $\frac{V}{V_{p,ml}}$ .



22. Если некоторый раствор А имеет большее осмотическое давление, чем раствор В, то в этом случае говорят, что:
- а) А гипотоничен по отношению к раствору В;
  - б) А изотоничен раствору В;
  - в) А гипертоничен по отношению к раствору В;
  - г) В гипертоничен по отношению к раствору А.
23. Плазмолиз клеток будет наблюдаться при помещении их в раствор NaCl концентрации ...
- а) 0,1%;
  - б) 10%;
  - в) 0,9%;
  - г) 0%.
24. "Относительное понижение давления пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества" - это закон:
- а) Вант-Гоффа;
  - б) Гиббса;
  - в) Рауля;
  - г) Генри.
25. Зимой во время гололеда обледенелую дорогу посыпают NaCl или CaCl<sub>2</sub>, при этом лед тает. Это объясняется тем, что:
- а) образуется раствор с температурой замерзания меньше, чем у растворителя;
  - б) образуется раствор, с температурой замерзания больше, чем у растворителя;
  - в) происходит выделение теплоты;
  - г) происходит поглощение теплоты.
26. Значения эбулиоскопических и криоскопических констант зависят от:
- а) температуры кристаллизации раствора;
  - б) внешнего давления на раствор;
  - в) природы растворителя;
  - г) концентрации раствора.
27. Какое из высказываний о морской воде является **неверным**:
- а) морская вода кипит при более высокой температуре, чем чистая вода;
  - б) температура кипения морской воды повышается по мере ее испарения;
  - в) замерзшая морская вода расплавляется при более низкой температуре, чем чистый лед;
  - г) плотность морской воды равна плотности чистой воды.

28. Известно, что осмотическое давление крови человека составляет 780 кПа. Какой из нижеприведенных растворов NaCl создаст такое же осмотическое давление?
- а) 5% раствор;  
 б) 0,1% раствор;  
 в) 10% раствор;  
 г) 0,9% раствор.
29. Степень диссоциации ( $\alpha$ ) дихлоруксусной кислоты в водном растворе с  $C=0,01$  моль/л, создающем при  $300^0$  К  $P_{осм}=43,596$  кПа, составит:
- а) 20%;                      б) 62%;                      в) 75%;                      г) 100%.
30. Раствор глицерина с  $C_m=0,28$  моль/кг замерзает при температуре:
- а)  $-3,5^{\circ}\text{C}$ ;                      б)  $-0,52^{\circ}\text{C}$ ;  
 в)  $-1,16^{\circ}\text{C}$ ;                      г)  $-2,8^{\circ}\text{C}$ .
31. Кислую соль при гидролизе образует:
- а)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ;                      б)  $\text{ZnCl}_2$ ;  
 в)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;                      г)  $\text{K}_2\text{S}$ .
32. Гидролизуется по катиону соль:
- а)  $\text{MgCl}_2$ ;                      б)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;  
 в)  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ;                      г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
33. Гидролизуется по катиону и аниону соль:
- а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;                      б)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  
 в)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;                      г)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
34. Не подвергается гидролизу соль:
- а)  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ;                      б)  $\text{CaCl}_2$ ;  
 в)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ;                      г)  $\text{Na}_2\text{S}$ .
35. В растворе какой соли лакмус не изменит окраску:
- а)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;                      б)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ;  
 в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;                      г)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
36. Константа гидролиза реакции  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HON} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ :
- а)  $\frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}$ ;                      б)  $\frac{[\text{HCO}_3^-] + [\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$ ;  
 в)  $\frac{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$ ;                      г)  $\frac{[\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{HON}]}{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}$

37. При сливании растворов  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{K}_2\text{S}$  идет:
- первая ступень гидролиза с образованием  $\text{CrOHS}$  и  $\text{KHS}$ ;
  - обменная реакция с образованием  $\text{Cr}_2\text{S}_3$  и  $\text{KCl}$ ;
  - взаимное усиление гидролиза с образованием  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ;
  - окислительно-восстановительная реакция.
38. Степень гидролиза  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  уменьшается при добавлении:
- $\text{HCl}$ ;
  - $\text{CO}_2$ ;
  - $\text{NaCl}$ ;
  - $\text{NaOH}$ .
39. Степень гидролиза ацетата натрия возрастает при:
- уменьшении температуры;
  - увеличении температуры;
  - добавлении  $\text{NaOH}$ ;
  - увеличении концентрации раствора.
40. Каким способом можно подавить гидролиз сульфида натрия?
- нагреванием раствора;
  - подщелачиванием раствора;
  - подкислением раствора;
  - разбавлением раствора.
41. Константа гидролиза реакции:  $\text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{NH}_4^+]}$ ;
  - $\frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]}$ ;
  - $\frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}$ ;
  - $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}$ .
42. Степень гидролиза  $\text{AlCl}_3$  возрастает при:
- добавлении  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
  - уменьшении температуры;
  - добавлении  $\text{HCl}$ ;
  - увеличении концентрации раствора.
43. При сливании растворов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  идет:
- обменная реакция с образованием  $\text{Al}_3(\text{CO}_3)_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
  - взаимное усиление гидролиза с образованием  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
  - окислительно-восстановительная реакция;
  - первая ступень гидролиза солей с образованием  $\text{AlOHSO}_4$  и  $\text{NaHCO}_3$ .

44. Раствор, который практически не изменяет значение рН при добавлении к нему незначительных количеств кислоты или основания, называется:
- а) кислым;
  - б) щелочным;
  - в) нейтральным;
  - г) буферным.
45. Буферными свойствами обладает система, состоящая из:
- а) HCl и NaCl;
  - б) NaOH и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
  - в) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и NaHCO<sub>3</sub>;
  - г) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
46. По какой формуле можно рассчитывать рН буферных смесей:
- а)  $\text{pH} = \text{pK}_a - \lg[C_{(\text{соли})}/C_{(\text{кислоты})}]$ ;
  - б)  $\text{pH} = \text{pK}_b - \lg[C_{(\text{соли})}/C_{(\text{кислоты})}]$ ;
  - в)  $\text{pH} = \text{pK}_a + \lg[C_{(\text{соли})}/C_{(\text{кислоты})}]$ ;
  - г)  $\text{pH} = 14 - \text{pK}_a - \lg[C_{(\text{соли})}/C_{(\text{кислоты})}]$ .
47. Каких буферных систем нет в организме человека?
- а) фосфатной;
  - б) аммиачной;
  - в) гидрокарбонатной;
  - г) оксигемоглобин-гемоглобиновой.
48. Какая из следующих кислотно-основных пар наиболее пригодна для поддержания в водном растворе значения рН, равного 11:
- а) CH<sub>3</sub>COOH – CH<sub>3</sub>COOK;
  - б) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – KHCO<sub>3</sub>;
  - в) NH<sub>4</sub>Cl – NH<sub>4</sub>OH;
  - г) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.
49. Выберите утверждение, характеризующее буферную емкость систем плазмы крови:
- а) буферная емкость по кислоте и основанию равна;
  - б) буферная емкость фосфатного буфера наибольшая;
  - в) буферная емкость водокарбонатного буфера наибольшая;
  - г) буферная емкость не зависит от разбавления.

50. Какая из следующих кислотно-основных пар наиболее пригодна для поддержания в водном растворе значения рН, равного 6:
- $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COOK}$ ;
  - $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{KHCO}_3$ ;
  - $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_4\text{OH}$ ;
  - $\text{KH}_2\text{PO}_4 - \text{K}_2\text{HPO}_4$ .
51. Какая из следующих кислотно-основных пар наиболее пригодна для поддержания в водном растворе значения рН, равного 8:
- $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COOK}$ ;
  - $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{KHCO}_3$ ;
  - $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_4\text{OH}$ ;
  - $\text{KH}_2\text{PO}_4 - \text{K}_2\text{HPO}_4$ .
52. Глицерин в соответствующих условиях реагирует с
- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;                | 2) $\text{HNO}_3$ ;         |
| 3) $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ; | 4) $\text{NaOH}$ ;          |
| 5) $\text{H}_2\text{O}$ ;                    | 6) $\text{C}_2\text{H}_6$ . |
53. Глицерин можно получить:
- при гидролизе эпоксида
  - из аллилхлорида
  - при окислении алкенов
  - при гидролизе алкенов.
54. При взаимодействии глицерина с азотной кислотой образуется:
- простой эфир
  - сложный эфир
  - соль
  - двухатомный спирт.
55. При дегидратации 1,2- и 1,3-диолов образуются:
- простые эфиры
  - альдегиды
  - диеновые углеводороды
  - двухосновные кислоты.
56. При дегидратации глицерина образуется:
- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1) пропеналь  | 2) пропадиен  |
| 3) пропандиол | 4) пропаналь. |

57. Качественной реакцией на многоатомные спирты является:
- 1) взаимодействие со щелочами
  - 2) взаимодействие с азотной кислотой
  - 3) взаимодействие с серной кислотой
  - 4) взаимодействие гидроксидами тяжелых металлов.
58. Фенолами являются
- 1) пирогаллол;
  - 2) бутандиол;
  - 3) крезол;
  - 4) резорцин;
  - 5) нафтол;
  - 6) нафталин.
59. Для какой из кислот возможно образование циклического ангидрида:
- 1) щавелевая
  - 2) муравьиная
  - 3) глутаровая
  - 4) малоновая.
60. При нагревании адипиновой кислоты образуется
- 1) циклопентанон
  - 2) циклогексан
  - 3) адипиновый ангидрид
  - 4) циклогексанол.
61. Отличить фумаровую кислоту от малеиновой можно с помощью
- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{Br}_2$          | 2) $\text{KMnO}_4$          |
| 3) $\text{P}_2\text{O}_5$ | 4) $\text{CH}_3\text{OH}$ . |
62. Малеиновая и фумаровая кислоты представляют собой
- 1) энантиомеры
  - 2) эпимеры
  - 3) геометрические изомеры
  - 4) диастереомеры.
63. Декарбоксилируется при сравнительно небольшом нагревании (100-200°C) кислота:
- 1) гексановая;
  - 2) 5-аминопентановая;
  - 3) янтарная (бутандиовая);
  - 4) малоновая (пропандиовая).

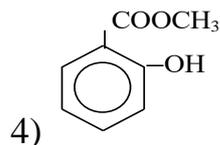
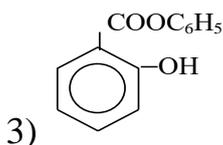
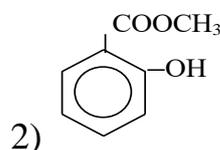
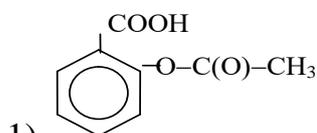
64. При нагревании янтарной кислоты с аммиаком образуется

- 1) янтарный ангидрид
- 2) янтарный амин
- 3) сукцинат аммония
- 4) сукцинимид.

65. При нагревании малоновой кислоты образуется:

- 1) пропановая кислота
- 2) малоновый ангидрид
- 3) уксусная кислота
- 4) молочная кислота.

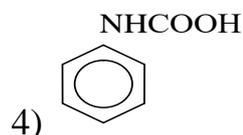
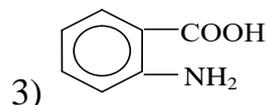
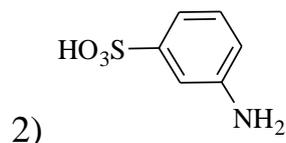
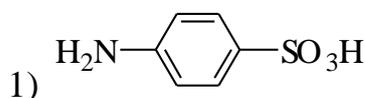
66. Формула ацетилсалициловой кислоты (аспирина)



67. Продукт, образующийся при нагревании фталевой кислоты с аммиаком:

- 1) фталат аммония
- 2) фталевый ангидрид
- 3) бензойная кислота
- 4) фталемид.

68. Формула сульфаниловой кислоты:



69. Лактид может образоваться при нагревании

- 1) 4-гидроксигексановой кислоты
- 2) 2-гидроксипентановой кислоты
- 3) 3-гидроксипентановой кислоты
- 4) 3-гидроксигексановой кислоты.

70. При разложении лимонной кислоты при нагревании в присутствии серной образуется:
- 1) ацетондикарбоновая кислота
  - 2) уксусная кислота
  - 3) пировиноградная кислота
  - 4) щавелевая кислота.
71. Лактон образуется при нагревании
- 1) 4-гидроксигексановой кислоты
  - 2) 2-гидроксипентановой кислоты
  - 3) 3-гидроксипентановой кислоты
  - 4) 3-гидроксигексановой кислоты.
72. При нагревании  $\beta$ -гидроксибутановой кислоты образуется:
- 1) бутен-2-овая кислота
  - 2) пропановая кислота
  - 3) пропанол-2
  - 4) бутановая кислота.
73. Яблочная кислота образуется при:
- 1) гидролизе fumarовой кислоты;
  - 2) восстановлении пировиноградной кислоты;
  - 3) окислении молочной кислоты;
  - 4) разложении лимонной кислоты.
74. Специфической реакцией при нагревании  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот является:
- 1) образование лактама;
  - 2) образование лактона;
  - 3) образование лактида;
  - 4) образование дикетопиперазина.
75. Способ получения оксокислот:
- 1) разложение  $\alpha$ -гидроксикислот
  - 2) гидролиз лактонов
  - 3) гидролиз галогензамещенных кислот
  - 4) окисление гидроксикислот.

76. При нагревании пировиноградной кислоты с разбавленной серной кислотой образуются:
- 1)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{-CHO} + \text{CO}_2$
  - 3)  $\text{HOOC-COOH} + \text{CO}_2$
  - 4)  $\text{HOOC-CHO} + \text{CO}$
77. Какая из приведенных схем реакций ацетоуксусного эфира **не верна**:
- 1)  $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5 + \text{HCN} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OCN)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5$
  - 3)  $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5 + \text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH(ONa)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C(OH)=CHCOOC}_2\text{H}_5$
78. Енольный изомер ацетоуксусного эфира называется
- 1) этиловый эфир- $\beta$ -гидроксипутен-2-овой кислоты;
  - 2) этиловый эфир- $\beta$ -оксобутановой кислоты;
  - 3) метиловый эфир- $\beta$ -гидроксипутен-2-овой кислоты;
  - 4) метиловый эфир- $\beta$ -оксобутановой кислоты.
79. Кислотные свойства енольной формы ацетоуксусного эфира характеризуют реакции:
- 1) с бромной водой;
  - 2) с раствором гидроксида натрия;
  - 3) ацетилхлоридом;
  - 4) с раствором соляной кислоты.
80. Оптическая изомерия *не характерна* для
- 1) 2-аминопропановой кислоты
  - 2) аминокетановой кислоты
  - 3) 2-аминобутановой кислоты
  - 4) 3-аминобутановой кислоты.
81. Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот:
- 1) ксантопротеиновая;
  - 2) биуретовая;
  - 3) с нингидрином;
  - 4) с азотистой кислотой;
  - 5) гидроксидом натрия;
  - 6) с соляной кислотой.

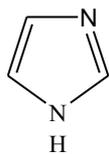
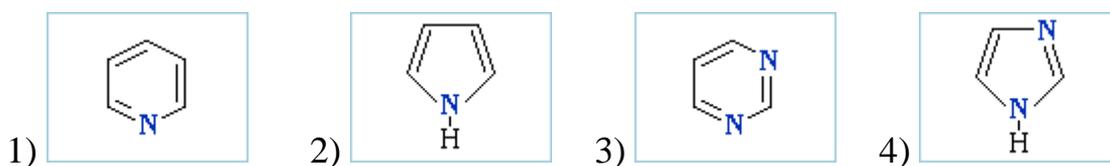
82. Дикетопиперазин образуется при нагревании аминокислоты:

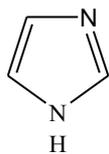
- 1) 2-аминопропаной;
- 2) 3-аминопропановой ;
- 3) 3-аминобутановой;
- 4) 4-аминобутановой.

83. Образует лактам при нагревании:

- 1) 2-аминобутановая кислота;
- 2) 3-аминобутановая кислота;
- 3) 4-аминобутановая кислота;
- 4) 2-гидроксипропановая кислота.

84. Амфотерными свойствами обладает соединение



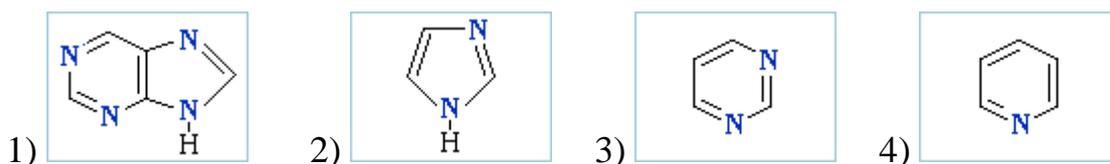
85. Имидазол  обладает свойствами:

- 1) амфотерного соединения;
- 2) основания;
- 3) ароматического соединения;
- 4) кислоты.

86. Барбитуровая кислота (2,4,6-тригидроксиимидазин) в реакции с гидроксидом натрия при комнатной температуре образует:

- 1) продукты расщепления цикла;
- 2) соль малоновой кислоты, аммиак и карбонат натрия;
- 3) аммиак и карбонат натрия;
- 4) натриевую соль барбитуровой кислоты

87. Цитозин, тимин и урацил являются производными цикла



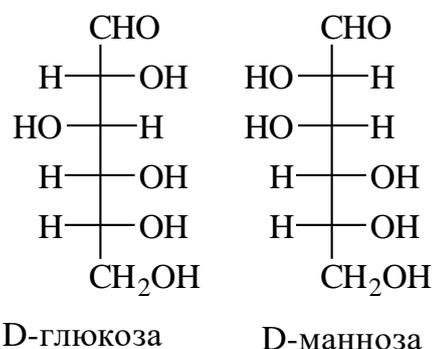
88. Никотиновая кислота (пиридин-3-карбоновая кислота) может быть получена при:

- 1) восстановлению пиридина;
- 2) окислению 4-метилпиридина;
- 3) ацилированию пиридина;
- 4) окислению 3-метилпиридина.

89. Углевод, не относящийся к моносахаридам:

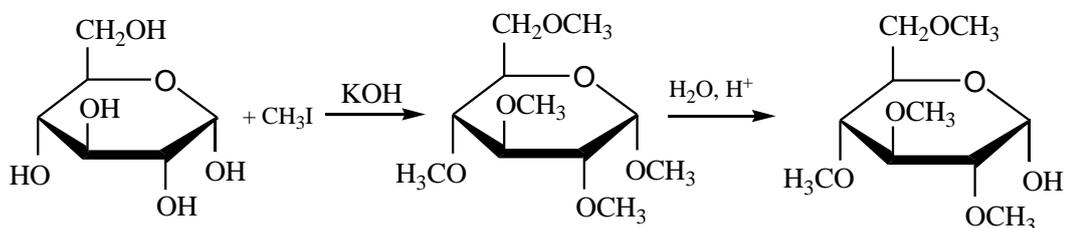
- 1) галактоза
- 2) фруктоза
- 3) манноза
- 4) лактоза.

90. Вещества, формулы которых изображены ниже по отношению друг к другу



- 1) конформерами;
- 2) эпимерами;
- 3) энантиомерами;
- 4) аномерами.

91. Название конечного продукта реакции:



- 1) метил-2,3,4,6-тетра-О-метил--D-глюкопиранозид;
- 2) 2,3,4,6-тетра-О-метил- $\alpha$ -D-глюкопираноза;
- 3) 2,3,4,6-тетра-О-этил- $\alpha$ -D-глюкопираноза;
- 4) 2,3,4,6-тетра-С-метил- $\alpha$ -D-глюкопираноза

92. При восстановлении глюкозы образуется:

- 1) глюкаровая кислота;
- 2) глюконовая кислота;
- 3) глюцит;
- 4) озазон.

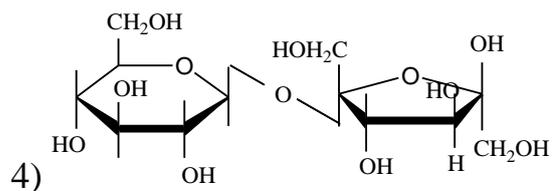
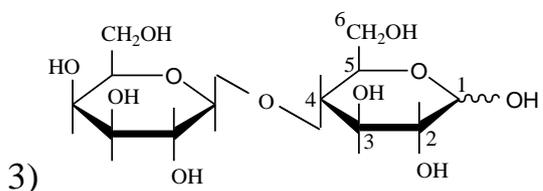
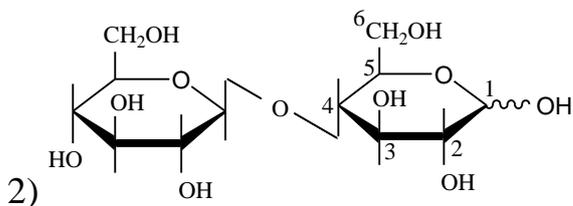
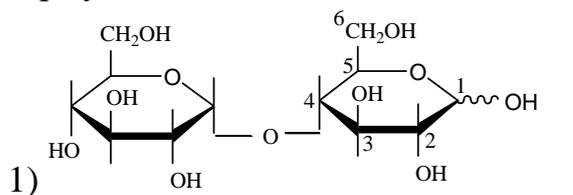
93. Наличие какой функциональной группы в молекуле глюкозы дает возможность провести реакции окисления и восстановления?

- 1) карбонильной;
- 2) карбоксильной;
- 3) гидроксильной;
- 4) аминогруппы

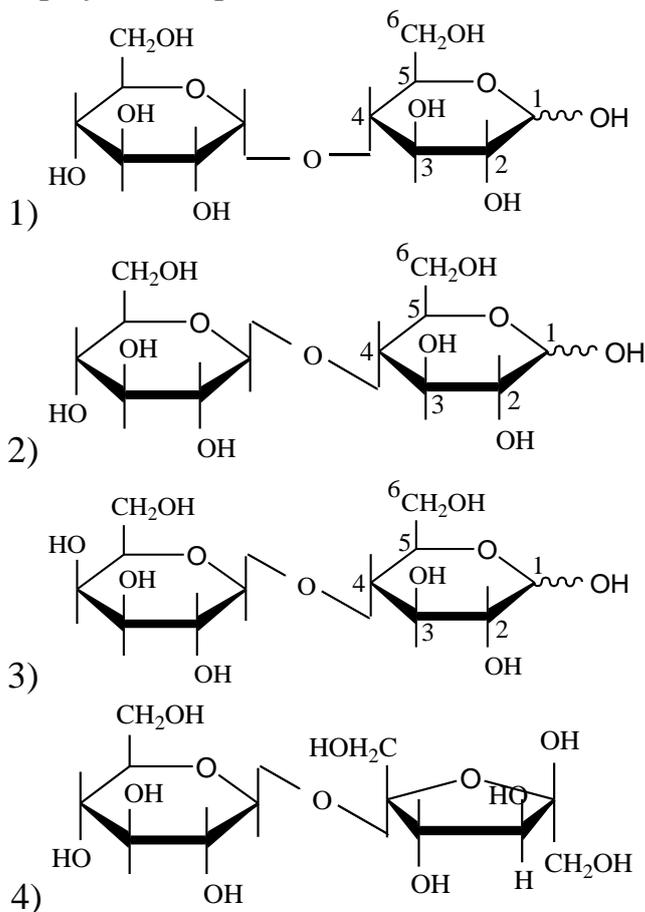
94. Молекулы D-глюкозы и D-галактозы являются:

- 1) энантиомерами;
- 2) одним и тем же веществом;
- 3) аномерами;
- 4) эпимерами.

95. Формула лактозы



96. Формула сахарозы



97. Полисахаридом является углевод

- 1) крахмал
- 2) сахароза
- 3) фруктоза
- 4) глюкоза.

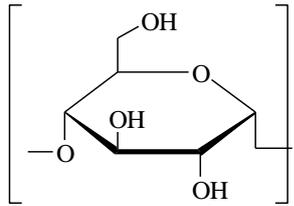
98. К невосстанавливающим дисахаридам относится

- 1) лактоза;
- 2) мальтоза ;
- 3) целлобиоза;
- 4) сахароза.

99. Мальтоза может быть классифицирована как:

- 1) моносахарид;
- 2) невосстанавливающий дисахарид;
- 3) кетогексоза;
- 4) восстанавливающий дисахарид.

100. Неверное утверждение относительно амилозы



- 1) это линейный полисахарид;
- 2) молекулы амилозы в растворе образуют спирали;
- 3) молекулы соединены между собой  $\alpha(1\rightarrow4)$  гликозидными связями;
- 4) конечным продуктом гидролиза амилозы является  $\alpha$ -D-глюкопираноза.

**Физические величины и единицы измерения,  
наиболее часто используемые в классических методах анализа**

| Наименование              | Обозначение    | Единицы измерения |
|---------------------------|----------------|-------------------|
| Молярные                  |                |                   |
| Количество вещества       | $n, \nu$       | моль, моль        |
| Молярная масса            | $M$            | г/моль            |
| Молярная концентрация     | $C$            | моль/л            |
| Объем, вместимость        | $V$            | л, мл             |
| Массовые                  |                |                   |
| Масса                     | $M$            | г, мг             |
| Массовая концентрация     | $T$            | г/л, г/мл         |
| Плотность                 | $P$            | г/см <sup>3</sup> |
| Относительные             |                |                   |
| Массовая доля             | $W$            | ед., %            |
| Молярная доля             | $\chi, N$      | ед., %            |
| Относительная погрешность | $\Delta_{отн}$ | %                 |

Таблица 2

**Константы ионизации некоторых слабых электролитов  
в водных растворах при 25 °С**

| Электролит  | K                          | pK = -lgK |
|---|----------------------------|-----------|
| Аммония гидроксид NH <sub>4</sub> OH                              | $1,8 \cdot 10^{-5}$        | 4,75      |
| Азотистая кислота HNO <sub>3</sub>                                | $4,0 \cdot 10^{-4}$        | 3,40      |
| Двухромовая кислота H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | $K_2 = 2,3 \cdot 10^{-2}$  | 1,64      |
| Кремниевая кислота H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                | $K_1 = 2,2 \cdot 10^{-10}$ | 9,66      |
|   | $K_2 = 1,6 \cdot 10^{-12}$ | 11,80     |
| Муравьиная кислота HCOOH  | $1,77 \cdot 10^{-4}$       | 3,75      |
| Сернистая кислота H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                  | $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-2}$  | 1,8       |
|   | $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$  | 7,21      |
| Серная кислота H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                     | $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$  | 1,92      |
| Угольная кислота H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                   | $K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$  | 6,35      |
|   | $K_2 = 4,7 \cdot 10^{-11}$ | 10,33     |
| Уксусная кислота CH <sub>3</sub> COOH                             | $1,8 \cdot 10^{-5}$        | 4,75      |
| Фосфорная кислота H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>                  | $K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$  | 2,12      |
|   | $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$  | 7,20      |
|   | $K_3 = 1,3 \cdot 10^{-12}$ | 11,89     |
| Фтороводородная кислота HF  | $6,6 \cdot 10^{-4}$        | 3,18      |
| Хлорноватистая кислота HClO                                       | $5,0 \cdot 10^{-8}$        | 7,30      |
| Хромовая кислота H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                  | $K_1 = 1 \cdot 10^{-1}$    | -1        |
|   | $K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$  | 6,5       |
| Циановодородная кислота HCN                                       | $7,9 \cdot 10^{-10}$       | 9,10      |
| Щавелевая кислота H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>    | $K_1 = 5,4 \cdot 10^{-2}$  | 1,27      |
|   | $K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$  | 4,27      |
| Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH                            | $1,01 \cdot 10^{-10}$      | 10        |

Таблица 3

**Стандартные электродные потенциалы (E)  
в водных растворах по отношению к водородному электроду**

| Элемент | Электродный процесс                                  | E, В  |
|---------|--|-------|
| Al      | $Al^{3+} + 3e = Al$                                  | -1,66 |
| Bi      | $BiO^{3-} + 6H^{+} + 2e = Bi^{3+} + 3H_2O$           | +1,80 |
|         | $Bi(OH)_3 + 3e = Bi + 3OH^{-}$                       | -0,46 |
| Br      | $Br_2 + 2e = 2Br^{-}$                                | +1,09 |
|         | $BrO_3^{-} + 6H^{+} + 6e = Br^{-} + 3H_2O$           | +1,45 |
| Cl      | $Cl_2 + 2e = 2Cl^{-}$                                | +1,36 |
|         | $ClO_4^{-} + 8H^{+} + 8e = Cl^{-} + 4H_2O$           | +1,38 |
| Cr      | $Cr^{3+} + 3e = Cr$                                  | -0,74 |
|         | $Cr_2O_7^{2-} + 14H^{+} + 6e = 2Cr^{3+} + 7H_2O$     | +1,33 |
|         | $CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e = [Cr(OH)_4]^{-} + 4OH^{-}$ | -0,13 |
| Cu      | $Cu^{2+} + 2e = Cu$                                  | +0,34 |
|         | $Cu^{2+} + 1e = Cu^{+}$                              | +0,15 |
|         | $Cu^{2+} + I^{-} + e = CuI\downarrow$                | +0,86 |
| F       | $F_2 + 2e = 2F^{-}$                                  | +2,87 |
| Fe      | $Fe^{2+} + 2e = Fe$                                  | -0,44 |
|         | $Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$                              | +0,77 |
|         | $Fe(OH)_3 + e = Fe(OH)_2 + OH^{-}$                   | -0,56 |
| H       | $2H^{+} + 2e = H_2$                                  | 0,00  |
|         | $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^{-}$                         | -0,83 |
| I       | $I_2 + 2e = 2I^{-}$                                  | +0,54 |
|         | $2IO_3^{-} + 12H^{+} + 10e = I_2 + 6H_2O$            | +1,19 |
|         | $2IO_3^{-} + 6H^{+} + 6e = 2I^{-} + 3H_2O$           | +1,08 |
|         | $2IO_3^{-} + 3H_2O + 6e = 2I^{-} + 6OH^{-}$          | +0,26 |
| Mn      | $Mn^{2+} + 2e = Mn$                                  | -1,18 |
|         | $MnO_4^{-} + e = MnO_4^{2-}$                         | +0,56 |
|         | $MnO_4^{-} + 8H^{+} + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$          | +1,51 |
|         | $MnO_4^{-} + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^{-}$           | +0,60 |
|         | $MnO_4^{-} + 4H^{+} + 3e = MnO_2 + 2H_2O$            | +1,69 |

| Элемент | Электродный процесс   | E, В  |
|---------|---|-------|
|         | $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O}$                        | +1,23 |
| N       | $\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$                     | +0,94 |
|         | $\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$                       | +0,80 |
|         | $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$                   | +0,01 |
|         | $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$                        | +0,96 |
|         | $\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$                  | +0,67 |
|         | $\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$                           | +1,00 |
| O       | $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$                            | +1,77 |
|         | $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e} = 2\text{OH}^-$   | +0,88 |
|         | $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{O}_2$                                     | +0,68 |
|         | $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$              | -0,08 |
| Pb      | $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e} = \text{Pb}$  | -0,13 |
|         | $\text{Pb}^{4+} + 2\text{e} = \text{Pb}^{2+}$   | +1,80 |
|         | $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$                   | +1,46 |
| S       | $\text{S} + 2\text{e} = \text{S}^{2-}$  | -0,48 |
|         | $\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{S}$   | +0,14 |
|         | $\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$         | +0,17 |
|         | $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$             | -0,93 |
|         | $\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$                     | +0,36 |
|         | $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 2\text{e} = 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$                              | +0,10 |
|         | $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e} = 2\text{SO}_4^{2-}$                                       | +2,01 |
| Sn      | $\text{Sn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Sn}$  | -0,14 |
|         | $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e} = \text{Sn}^{2+}$   | +0,15 |
|         | $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-} + 2\text{e} = \text{HSnO}_2^- + 3\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$ | -0,90 |
| Zn      | $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Zn}$  | -0,76 |
|         | $\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$                  | -1,22 |

Таблица 4

**Константы растворимости  $K_s^0$  (произведения растворимости)  
некоторых солей при 20 °С**

| Формула соли                                    | $K_s^0$               | $pK_s^0$ | Формула соли  | $K_s^0$              | $pK_s^0$ |
|---|-----------------------|----------|---|----------------------|----------|
| AgBr  | $5,3 \cdot 10^{-13}$  | 12,28    | CdS   | $1,6 \cdot 10^{-28}$ | 27,8     |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                 | $1,2 \cdot 10^{-12}$  | 11,09    | Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | $2,5 \cdot 10^{-29}$ | 28,60    |
| AgCl  | $1,78 \cdot 10^{-10}$ | 9,75     | α-CoS   | $4,0 \cdot 10^{-21}$ | 20,40    |
| Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                | $1,1 \cdot 10^{-12}$  | 11,95    | β-CoS   | $2,0 \cdot 10^{-25}$ | 24,70    |
| AgI   | $8,3 \cdot 10^{-17}$  | 16,08    | Cr(OH) <sub>3</sub>   | $6,3 \cdot 10^{-31}$ | 30,20    |
| AgIO <sub>3</sub>                               | $3,0 \cdot 10^{-8}$   | 7,52     | CuBr  | $5,25 \cdot 10^{-9}$ | 8,23     |
| Ag <sub>2</sub> O                               | $1,6 \cdot 10^{-8}$   | 7,80     | CuCO <sub>3</sub>   | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | 9,6      |
| Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                 | $1,3 \cdot 10^{-20}$  | 19,89    | CuCl  | $1,2 \cdot 10^{-6}$  | 5,92     |
| Ag <sub>2</sub> S                               | $2,0 \cdot 10^{-50}$  | 49,7     | CuI   | $1,1 \cdot 10^{-12}$ | 11,96    |
| AgSCN   | $1,1 \cdot 10^{-12}$  | 11,97    | Cu(OH) <sub>2</sub>   | $2,2 \cdot 10^{-20}$ | 19,66    |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | $1,6 \cdot 10^{-5}$   | 4,80     | CuS   | $6,3 \cdot 10^{-36}$ | 35,20    |
| Al(OH) <sub>3</sub>                             | $1 \cdot 10^{-32}$    | 32,0     | Cu <sub>2</sub> S   | $2,5 \cdot 10^{-48}$ | 47,60    |
| AlPO <sub>4</sub>                               | $5,75 \cdot 10^{-19}$ | 18,24    | CuSCN   | $4,8 \cdot 10^{-15}$ | 14,32    |
| BaCO <sub>3</sub>                               | $5 \cdot 10^{-9}$     | 8,3      | Fe(OH) <sub>2</sub>   | $8 \cdot 10^{-16}$   | 15,1     |
| BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                 | $1,1 \cdot 10^{-7}$   | 6,96     | Fe(OH) <sub>3</sub>   | $6,3 \cdot 10^{-38}$ | 37,2     |
| BaCrO <sub>4</sub>                              | $1,2 \cdot 10^{-10}$  | 9,93     | FeS   | $5 \cdot 10^{-18}$   | 17,3     |
| Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | $6 \cdot 10^{-39}$    | 38,22    | Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>                               | $5,8 \cdot 10^{-23}$ | 22,24    |
| BaSO <sub>4</sub>                               | $1,1 \cdot 10^{-10}$  | 9,97     | Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>                               | $1,3 \cdot 10^{-18}$ | 17,88    |
| CaCO <sub>3</sub>                               | $3,8 \cdot 10^{-9}$   | 8,42     | Hg <sub>2</sub> O   | $1,6 \cdot 10^{-23}$ | 22,8     |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                 | $2,3 \cdot 10^{-9}$   | 8,64     | KgO   | $3,0 \cdot 10^{-26}$ | 25,52    |
| CaF <sub>2</sub>                                | $4,0 \cdot 10^{-11}$  | 10,40    | HgS   | $1,6 \cdot 10^{-52}$ | 51,8     |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | $2,0 \cdot 10^{-29}$  | 28,70    | Hg <sub>2</sub> S   | $1 \cdot 10^{-47}$   | 47       |
| CaSO <sub>4</sub>                               | $2,5 \cdot 10^{-5}$   | 4,6      | Kg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                               | $6,8 \cdot 10^{-7}$  | 6,17     |
| CdCO <sub>3</sub>                               | $1,0 \cdot 10^{-12}$  | 12,0     | K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>                              | $8 \cdot 10^{-3}$    | 2,1      |

|  |                      |       |                          |                       |       |
|--|----------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|
| $\text{CdC}_2\text{O}_4$   | $1,5 \cdot 10^{-83}$ | 7,8   | $\text{MgCO}_3$          | $2,1 \cdot 10^{-5}$   | 4,67  |
| $\text{MgC}_2\text{O}_4$   | $8,5 \cdot 10^{-5}$  | 4,07  | $\text{PbSO}_4$          | $1,6 \cdot 10^{-8}$   | 7,80  |
| $\text{Mg(OH)}_2$  | $6,0 \cdot 10^{-10}$ | 9,22  | $\text{Sn(OH)}_2$        | $6,3 \cdot 10^{-27}$  | 26,20 |
| $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$   | $2,5 \cdot 10^{-13}$ | 12,6  | $\text{Sn(OH)}_4$        | $1 \cdot 10^{-57}$    | 57    |
| $\text{MnS}$   | $2,5 \cdot 10^{-10}$ | 9,6   | $\text{SrCO}_3$          | $1,1 \cdot 10^{-10}$  | 9,96  |
| $\text{Ni(C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$<br>(диметилглиок-<br>симат) | $2,3 \cdot 10^{-25}$ | 24,64 | $\text{SrC}_2\text{O}_4$ | $1,6 \cdot 10^{-7}$   | 6,80  |
| $\alpha\text{-NiS}$  | $3,2 \cdot 10^{-19}$ | 18,50 | $\text{SrSO}_4$          | $3,2 \cdot 10^{-7}$   | 6,49  |
| $\beta\text{-NiS}$   | $1 \cdot 10^{-24}$   | 24,0  | $\text{ZnCO}_3$          | $1,45 \cdot 10^{-11}$ | 10,84 |
| $\text{PbCO}_3$  | $7,5 \cdot 10^{-14}$ | 13,13 | $\text{ZnC}_2\text{O}_4$ | $2,75 \cdot 10^{-8}$  | 7,56  |
| $\text{PbC}_2\text{O}_4$   | $4,8 \cdot 10^{-10}$ | 9,32  | $\text{Zh(OH)}_2$        | $1,2 \cdot 10^{-17}$  | 16,92 |
| $\text{PbCrO}_4$   | $1,8 \cdot 10^{-14}$ | 13,75 | $\alpha\text{-ZnS}$      | $1,6 \cdot 10^{-24}$  | 23,80 |
| $\text{Pb(OH)}_2$  | $5 \cdot 10^{-16}$   | 15,3  | $\beta\text{-ZnS}$       | $2,5 \cdot 10^{-22}$  | 21,60 |
| $\text{PbS}$   | $2,5 \cdot 10^{-27}$ | 26,60 |                          |                       |       |

*Учебное издание*

**Михеева Лариса Алексеевна  
Брынских Галина Тимофеевна**

## **ХИМИЯ**

**Методические указания  
для самостоятельной работы студентов 1-го курса медицин-  
ского факультета специальности 31.05.02. «Педиатрия»**

Директор Издательского центра *Т. В. Максимова*

*Издано в авторской редакции*

Подписано в печать 19.04.21

Формат 60×84/16. Гарнитура Times New Roman Cyr.

Усл.печ.л. 4,1. Тираж 100 экз.

Заказ № 13

Отпечатано с оригинал-макета  
в Лаборатории оперативной полиграфии  
Ульяновского государственного университета  
432970, г.Ульяновск, ул. Л.Толстого, 42