

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОБЩАЯ ХИМИЯ; БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

по специальности

*32.05.01 Медико-профилактическое дело*

Является частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки *32.05.01 Медико-профилактическое дело*, утвержденной ученым советом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России

протокол № 11 от «22» июня 2018

Оренбург

# 1. Методические рекомендации к лекционному курсу

## Модуль № 1 Основные закономерности протекания химических реакций в жидких средах организма

### Лекция № 1.

**Тема:** Химическая термодинамика и её применение к биосистемам

**Цель:** Сформировать знания химических закономерностей, определяющих направленность самопроизвольно протекающих химических реакций и необходимых для понимания биоэнергетических и биохимических процессов в организме человека в норме и патологии.

#### Аннотация лекции:

1. Химическая термодинамика её практическое значение.
2. Основные понятия термодинамики:
  - термодинамическая система;
  - окружающая среда;
  - термодинамические параметры;
  - термодинамическое состояние;
  - термодинамический процесс;
  - внутренняя энергия;
  - энтальпия (определение, классификация, примеры).
3. Первое начало термодинамики:
  - связь с законом сохранения энергии;
  - формулировки.
4. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.
5. Значение и сущность 2 начала термодинамики. Необратимость самопроизвольных процессов.
6. Свободная и связанная энергия. Физический смысл 2 закона термодинамики.
7. Энтропия с точки зрения классической термодинамики (энтропия как мера связанной энергии):
  - определение энтропии;
  - расчет энтропии веществ в различных процессах (изотермический, изобарный, изохорный);
  - стандартная энтропия;
  - расчет  $\Delta S$  химической реакции.
8. Энергия Гиббса. Уравнение Гиббса.  $\Delta G$  как критерий самопроизвольного протекания изобарно-изотермических процессов.
9. Экзергонические и эндергонические процессы.

**Форма организации лекции традиционная (тематическая, объяснительная).**

#### Методы обучения, применяемые на лекции:

- словесные: объяснение, разъяснение;

- объяснительно-иллюстративные.

### **Средства обучения:**

- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

### **Лекция № 2.**

**Тема:** Химическая кинетика и её значение для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов

**Цель:** Сформировать знания кинетических закономерностей, определяющих скорость химических реакций и необходимых для понимания механизмов биологических процессов.

#### **Аннотация лекции:**

1. Химическая кинетика и её роль в изучении скоростей и механизмов биохимических процессов.

2. Классификация химических реакций. Типы реакций (определение, примеры):

- обратимые и необратимые;
- гомогенные и гетерогенные;
- простые и сложные;
- последовательные;
- цепные;
- сопряженные.

3. Скорость химической реакции:

- определение скорости реакции;
- средняя скорость;
- истинная скорость.

4. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ (закон действующих масс):

- формулировка;
- расчетные формулы;
- примеры.

5. Молекулярность элементарного акта реакции:

- определение понятия «молекулярность»;
- моно-, ди- и тримолекулярные реакции (примеры).

6. Порядок реакции:

- определение понятия «порядок реакции»;
- кинетические уравнения реакции: нулевого, первого и второго порядков;

7. Зависимость скорости реакции от температуры:

- правило Вант-Гоффа;
- особенности температурного коэффициента для биохимических процессов;
- уравнение Аррениуса.

8. Химическое равновесие. Константа химического равновесия.

9. Уравнение изотермы химической реакции.

10. Прогнозирование смещения химического равновесия (принцип Ле-Шателье).

**Форма организации лекции традиционная (тематическая, объяснительная).**

**Методы обучения, применяемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

### **Лекция № 3.**

**Тема:** Буферные системы и их роль в организме человека

**Цель:** Сформировать знания механизмов действия буферных систем организма, их взаимосвязи и роли в поддержании кислотно-основного гомеостаза.

**Аннотация лекции:**

1. Буферные системы:
  - определение;
  - состав;
  - классификация;
  - примеры.
2. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха для расчета рН буферных систем:
  - кислотные буферные системы;
  - основные буферные системы.
3. Механизм действия буферных систем:
  - при добавлении кислоты (на примере ацетатной, аммиачной и белковой);
  - при добавлении щелочи (на примере ацетатной, аммиачной и белковой);
  - разбавлении водой.
4. Буферная емкость и факторы на нее влияющие. Зона буферного действия:
  - буферная емкость: определение буферной емкости, расчетные формулы;
  - факторы, влияющие на буферную емкость;
  - зона буферного действия: определение, примеры.
5. Буферные системы крови:
  - состав
  - классификация
  - рН
  - механизм действия гидрокарбонатной, фосфатной и белковой буферных систем при взаимодействии с кислотами и щелочами (ионная форма).
6. Понятие о кислотно-основном состоянии организма:
  - определение

- механизмы
- регуляция.
- щелочной резерв крови (%<sub>о</sub>, ммоль/л)
- коррекция КОС при его нарушениях.

**Форма организации лекции традиционная (тематическая, объяснительная).**

**Методы обучения, применяемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

**Модуль № 2. Основные типы химических равновесий и процессов в жизнедеятельности организма. Физико-химия дисперсных систем и растворов ВМС**

#### **Лекция № 4.**

**Тема:** Комплексные соединения в организме человека и их применение в медицине

**Цель:** Сформировать представление о единстве состава, структуры и свойств комплексных соединений как основы для понимания связи пространственного строения жизненно важных комплексов с их биологической активностью.

**Аннотация лекции:**

1. Комплексные соединения и комплексные частицы:
  - а) определение;
  - б) примеры.
2. Координационная теория Вернера. Структура комплексных соединений.
3. Пространственное строение комплексных частиц:
  - а) виды конформаций:
    - линейная;
    - квадрат;
    - тетраэдр;
    - октаэдр;
  - б) примеры.
4. Внутриккомплексные соединения:
  - а) определение;
  - б) примеры;
  - в) роль процессов хелатирования в организме человека;
  - г) значение процессов хелатирования в медицине.
5. Константы нестойкости и устойчивости комплексных частиц:
  - а) определение;

- б) расчетные формулы;
- в) примеры;
- г) значение.
- 6. Термодинамические принципы хелатотерапии.
- 7. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения:
  - а) определение металло-лигандного гомеостаза;
  - б) причины его нарушения:
    - дефицит эссенциальных микроэлементов;
    - избыток эссенциальных микроэлементов;
    - наличие токсических лигандов;
  - в) примеры.

**Форма организации лекции традиционная (тематическая, объяснительная).**

**Методы обучения, применяемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

**Модуль № 3** Теоретические основы строения органических соединений, определяющие их реакционную способность. Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.

**Модуль № 4.** Биологически важные классы органических соединений. Биополимеры и их структурные компоненты.

**Лекция №1.**

**Тема:** Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Липиды. Омыляемые липиды.

**Цель:** Ознакомить студентов с классификацией, номенклатурой, изомерией карбоновых кислот, их реакционной способностью, ролью в организме и применении в медицинской практике. Изучение этой темы вооружает студентов необходимыми знаниями по строению, реакционной способности карбоновых кислот, играющих важную роль в процессах жизнедеятельности.

Сформировать знания строения и химических свойств омыляемых липидов и их структурных компонентов для изучения структуры биологических мембран и процессов липидного обмена. Липиды содержатся во многих тканях живых организмов, выполняя функцию структурных компонентов клетки. Они являются поставщиками и источниками биологически активных веществ: гормонов, витаминов, незаменимых ВЖК. Липиды особенно ТАГ участвуют в терморегуляции.

**Аннотация лекции:**

1. Карбоновые кислоты, их классификация, номенклатура, изомерия, применение.
2. Реакционная способность карбоновых кислот. Реакции окисления, нуклеофильного замещения, качественная реакция на карбоновые кислоты.
3. Основные природные высшие жирные кислоты, входящие в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Понятие о пентаеновых и гексаеновых высших жирных карбоновых кислотах.
4. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.  $\beta$ -окисление насыщенных кислот.
5. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов.
6. Фосфолипиды. Фосфатидные кислоты. Фосфатидилколламины (кефалины), фосфотидилсерины, фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран.

**Форма организации лекции традиционная (тематическая, объяснительная).**

**Методы, используемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- видеометод: просмотр;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- дидактические: презентация
- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

**Лекция №2.**

**Тема:** Углеводы: моносахариды, ди- и полисахариды.

**Цель:** Сформировать знания стереохимического строения таутомерных форм и важнейших свойств моносахаридов как основу для понимания их превращений в организме. Сформировать знания принципов строения и основных свойств дисахаридов и полисахаридов как основу для понимания их биологических функций.

**Аннотация лекции:**

1. Стереои́зомерия моносахаридов. D и L –стереохимическме ряды.
2. Открытые и циклические формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ ,  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо-таутомерия. Конформации пиранозных форм моносахаридов.
3. Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза), аминсахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин).
4. Нуклеофильное замещение у аномерного центра в циклических формах моносахаридов.  
О- и N-гликозиды. Гидролиз гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аминсахаров.

5. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота.

6. Восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит).

7. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение. цикло-, оксо-таутомерия. Восстановительные свойства. Гидролиз. Конформационное строение мальтозы и целлобиоза.

8. Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и аминопектин), гликоген, декстран, целлюлоза. Пектины (полигалактуроновая кислота). Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза).

9. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Первичная структура. Представление о строении гепарина. Понятие о смешанных биополимерах (протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды).

**Форма организации лекции** традиционная (тематическая, объяснительная).

**Методы, используемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- видеометод: просмотр;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- дидактические: презентация
- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

### **Лекция №3.**

**Тема:** Аминокислоты, пептиды и белки.

**Цель:** Сформировать знания строения и свойств важнейших  $\alpha$ -аминокислот и химических основ структурной организации белковых молекул

**Аннотация лекции:**

1. Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура.
2. Стереоизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура.
3. Классификация с учетом различных признаков:
  - по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей (алифатические, ароматические, гетероциклические, содержащие гидроксильную, карбонильную или амидную группу, серусодержащие)
  - по полярности радикалов
  - по кислотно-основным свойствам
  - биологическая классификация.
4. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот из кетонокислот:
  - реакции восстановительного аминирования и реакции
  - трансаминирования. Пиридоксальный катализ.
5. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Образование внутрикомплексных солей. Реакции этирификации, ацилирования, алкилирования, образования иминов. Взаимодействие с азотистой кислотой и формальдегидом, значение этих реакций для анализа аминокислот.



4. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот:  
- реакции дезаминирования  
- реакции гидроксирования  
- декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламина, гистамина, триптамина, серотонина, кадаверина,  $\alpha$ -аланина,  $\alpha$ -аминомасляной кислоты).

5. Пептиды. Электронное и пространственное строение пептидной группы. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов.

6. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Установление первичной структуры пептидов. Определение кислотной последовательности. Понятие о стратегии пептидного синтеза.

**Форма организации лекции** традиционная (тематическая, объяснительная).

**Методы, используемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- видеометод: просмотр;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- дидактические: презентация
- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

#### **Лекция №4.**

**Тема:** Биологически активные гетероциклы. Нуклеиновые кислоты.

**Цель:** Сформировать знания строения и химических свойств нуклеиновых кислот и их мономерных единиц – нуклеотидов как химическую основу для усвоения различных уровней структурной организации макромолекул нуклеиновых кислот и действие нуклеотидных коферментов.

**Аннотация лекции:**

1. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот: пиримидиновые – урацил, тимин, цитозин; пуриновые – аденин, гуанин. Ароматические свойства. Лактим-лактаминная таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность, водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований.

2. Нуклеозиды. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком: конфигурация гликозидного центра. Гидролиз нуклеозидов.

3. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Номенклатура. Гидролиз.

4. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

5. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородной связи в формировании вторичной структуры.

6. Нуклеотид-моно- и полифосфаты: АМФ, АДФ, АТФ. Нуклеотид-циклофосфаты (ц-АМФ). Особенности строения этих нуклеотидов, позволяющих им выполнять функции макроэргических соединений и внеклеточных биорегуляторов.

7. Никотинамиднуклеотидные коферменты. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАД<sup>+</sup>Ф<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup>-НАДН, гидридный перенос как одна из стадий биологических реакций окисления-восстановления с участием этой системы.

**Форма организации лекции** традиционная (тематическая, объяснительная).

**Методы, используемые на лекции:**

- словесные: объяснение, разъяснение;
- видеометод: просмотр;
- объяснительно-иллюстративные.

**Средства обучения:**

- дидактические: презентация
- материально-технические: мел, доска, мультимедийный проектор.

## 2. Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

Модуль № 1. Основные закономерности протекания химических реакций в жидких средах организма

Тема 1. Растворы и их роль в жизнедеятельности.

Вид учебного занятия лабораторная работа

Цель: Сформировать знания теории растворов как основу для понимания электролитного гомеостаза организма человека, и роли растворов в процессах жизнедеятельности.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Выходной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие её уникальную роль как единственного биорастворителя.<br>2. Автопротолиз (автоионизация) воды. Константа автопротолиза (автоионизации) воды: вывод, зависимость от температуры. Водородный показатель.<br>3. Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Закон Рауля: формулировки, расчетные формулы.<br>4. Следствие из закона Рауля: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора.<br>5. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа для осмотического давления.<br>Отработка практических умений и навыков<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. В 300 г водного раствора содержится 50 г сахарозы.<br><u>Рассчитайте</u> молярную долю растворителя.<br><u>Определите</u> давление насыщенного пара растворителя над раствором при температуре 20 °С, если давление пара растворителя над растворителем в тех же условиях равно 18,11 мм рт. ст.<br>2. Раствор, содержащий 43 г неэлектролита в 500 мл воды, замерзает при $t = -1,36$ °С.<br><u>Рассчитайте</u> относительную молекулярную массу |

растворенного вещества.  $K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ кг}\cdot\text{К}/\text{моль}$ .

3. Осмотическое давление раствора объемом 0,5 л, в котором содержится 40 г гемоглобина, при 4 °С равно 2634 Па.

Установите молярную массу гемоглобина.

Лабораторные работы

### **Опыт 1. Осмос и осмотическое давление**

**Цель работы:** Изучить процесс односторонней диффузии через полупроницаемую перегородку.

#### **Теоретическая часть.**

Осмозом называется преимущественно одностороннее проникновение молекул растворителя (диффузия) через полупроницаемую мембрану из растворителя в раствор или из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией.

Для изучения явления осмоса используется мембрана, проницаемая только для молекул растворителя, в частности для молекул воды.

В процессе осмоса вода диффундирует через полупроницаемую мембрану в обоих направлениях. Но (в соответствии с законом Фика), по градиенту химического потенциала больше молекул воды переходит туда, где её концентрация меньше, т.е. из растворителя в раствор или из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор, т.е. в направлении падения химического потенциала.

С точки зрения термодинамики движущей силой осмоса является стремление системы к выравниванию концентраций.

Поскольку система переходит в менее упорядоченное состояние, то её энтропия возрастает ( $\Delta S > 0$ ), в результате чего энергия Гиббса уменьшается ( $\Delta G < 0$ ), а химические потенциалы выравниваются. Поэтому осмос – самопроизвольный процесс.

**Ход работы.** Сосуд, дном которого является полупроницаемая мембрана, наполните 70% раствором сахарозы, закройте пробкой, в отверстие которой вставлена тонкая трубка, и погрузите в большой сосуд с водой так, чтобы уровни жидкостей в сосудах совпали.

В результате осмоса объём раствора во внутреннем сосуде увеличивается, и столб жидкости постепенно повышается. При этом создаётся препятствующее осмосу дополнительное гидростатическое давление ( $p_{\text{гидр}}$ ) столба жидкости высотой  $h$ . При некоторой высоте  $h_{\text{макс}}$  гидростатическое давление достигает такого значения, при котором осмос прекратится, т.е. наступит осмотическое равновесие.

Дополнительное гидростатическое давление столба жидкости можно рассчитать по формуле

$$p_{\text{г}} = h \cdot \rho \cdot g,$$

где  $p_{\text{г}}$  – гидростатическое давление (дополнительное), Н/м<sup>2</sup>;

$h$  – высота столба жидкости, м;

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

|   |   |
|---|---|
|   | <p><math>g</math> – ускорение силы тяжести, равное <math>9,8 \text{ м/с}^2</math>.</p> <p>Гидростатическое давление столба жидкости при осмотическом равновесии определяет осмотическое давление.</p> <p><u>Отметьте</u> уровень раствора в трубке до погружения сосуда в воду и через 1 час после погружения.</p> <p><u>Измерьте</u> высоту столба жидкости.</p> <p><u>Рассчитайте</u> величину гидростатического давления столба жидкости.</p> <p><u>Объясните</u>, является ли установленное в опыте гидростатическое давление осмотическим давлением.</p> <p><b>Опыт 2. Рост искусственной клетки траубе</b></p> <p><b>Цель работы:</b> Изучить явление осмоса через искусственную полупроницаемую мембрану, состоящую из неорганической соли.</p> <p><b>Теоретическая часть.</b></p> <p>Требованиям полупроницаемости в большей или меньшей степени отвечают различные оболочки растительного или животного происхождения, а также некоторые материалы, полученные искусственно, например, пленка коллодия. Примером искусственной полупроницаемой оболочки может служить оболочка из гексацианоферрата(II) меди, полученного по реакции:</p> $2\text{CuSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ <p><b>Ход работы:</b> В пробирку налить около 3мл 5%-го раствора <math>\text{CuSO}_4</math> и опустить в раствор кристаллики <math>\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math>. На поверхности кристалла образуется сплошная пленка <math>\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math>, пропускающая воду, но задерживающая частицы солей. Через час зарисовать в тетрадь образующуюся полость.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>  |

### Средства обучения:

- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*, водяная баня.

\*Реактивы: 70 % раствор сахарозы 100 мл, 5 % раствор  $\text{CuSO}_4$  100 мл, сухой порошок  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  10 г, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

### Тема 2. Химическая термодинамика и её применение к биосистемам

#### Вид учебного занятия лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания химических закономерностей, определяющих направленность самопроизвольно протекающих химических реакций и необходимых для понимания биоэнергетических и биохимических процессов в организме человека в норме и патологии.

#### План проведения учебного занятия

| №<br>п/п | Этапы и содержание занятия  |
|----------|---|
| 1        | <p><b>Организационный момент.</b><br/>Объявление темы, цели занятия.<br/>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p>  |
| 2        | <p><b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b></p>  |
| 3        | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b><br/><i>Закрепление теоретического материала</i><br/>Вопросы для рассмотрения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химическая термодинамика её практическое значение.</li> <li>2. Основные понятия термодинамики: термодинамическая система, окружающая среда, термодинамические параметры, термодинамическое состояние, термодинамический процесс, внутренняя энергия, энтальпия (определение, классификация, примеры).</li> <li>3. Первое начало термодинамики: связь с законом сохранения энергии, формулировки.</li> <li>4. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.</li> <li>5. Значение и сущность 2 начала термодинамики. Необратимость самопроизвольных процессов. Свободная и связанная энергия.</li> <li>6. Энтропия с точки зрения классической термодинамики (энтропия как мера связанной энергии). Определение энтропии, расчет энтропии веществ в различных процессах (изотермический, изобарный, изохорный), стандартная энтропия, расчет <math>\Delta S</math> химической реакции.</li> <li>7. Энергия Гиббса. Уравнение Гиббса. <math>\Delta G</math> как критерий самопроизвольного протекания изобарно-изотермических процессов. Экзергонические и эндергонические процессы.</li> </ol> <p><b><i>Отработка практических умений и навыков</i></b><br/>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Вычислите</u> <math>\Delta H^{\circ}_{298}</math> образования оксида углерода (II) по реакции <math display="block">\text{MnO}_2(\text{т}) + 2\text{C}(\text{т}) = \text{Mn}(\text{т}) + 2\text{CO}(\text{г}), \text{ если}</math> <math display="block">\Delta H^{\circ}_{298}(\text{р}) = 301 \text{ кДж}, \Delta H^{\circ}_{298}\text{обр}(\text{MnO}_2) = -522 \text{ кДж/моль}.</math> </li> <li>2. <u>Рассчитайте</u> <math>\Delta S^{\circ}_{298}</math> реакции <math>2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})</math>, если: <math display="block">S^{\circ}_{298}(\text{NO}, \text{г}) = 210,6 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},</math> <math display="block">S^{\circ}_{298}(\text{O}_2, \text{г}) = 205 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},</math> <math display="block">S^{\circ}_{298}(\text{NO}_2, \text{г}) = 240,2 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.</math> </li> <li>3. <u>Определите</u> <math>\Delta G^{\circ}_{298}</math> реакции <math>\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} = 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2</math>, если:</li> </ol> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p> <math>\Delta G^{\circ}_{298}(\text{Fe}_3\text{O}_4) = -1014 \text{ кДж/моль}</math>,<br/> <math>\Delta G^{\circ}_{298}(\text{CO}) = -137,2 \text{ кДж/моль}</math>,<br/> <math>\Delta G^{\circ}_{298}(\text{CO}_2) = -394 \text{ кДж/моль}</math>.<br/> <u>Установите</u> возможность самопроизвольного протекания процесса в стандартных условиях.         </p> <p>           4. Анаэробный гликолиз (превращение глюкозы в молочную кислоту без участия кислорода) протекает в организме человека в 11 стадий.<br/> <u>Составьте</u> суммарное уравнение реакции для данного процесса.<br/> <u>Подтвердите</u> корректность его написания формулировкой соответствующего закона.<br/> <u>Рассчитайте</u> тепловой эффект реакции.<br/> <u>Назовите</u> составные части выделившейся энергии и пути их использования.<br/> <u>Подтвердите</u> Ваш ответ соответствующим уравнением.<br/> <u>Укажите</u> название конечного продукта по ЗН ИЮПАК.<br/> <math>\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{гл.}) = -1274,41 \text{ кДж/моль}</math>; <math>\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{м.к.}) = -673 \text{ кДж/моль}</math>.         </p> <p>           5. <u>Установлено</u>, что для гидролиза АТФ (при <math>36^{\circ}\text{C}</math> и физиологических значениях pH) <math>\Delta H = -4800 \text{ ккал/моль}</math>, <math>\Delta G = -7000 \text{ ккал/моль}</math>.<br/> <u>Вычислите</u> величину <math>\Delta S</math> процесса (кДж/К) для указанных условий.<br/> <u>Сделайте</u> вывод об изменении энтропии (увеличивается или уменьшается).<br/> <u>Объясните</u> (исходя из полученного результата) как меняется при этом неупорядоченность системы.<br/> <u>Подтвердите</u> Ваш тезис соответствующей схемой реакции гидролиза.         </p> <p>           6. В биологическом полимере (белке) имеет место следующее превращение:<br/>           нативное состояние <math>\rightleftharpoons</math> денатурированное состояние.<br/> <u>Установите</u> знак <math>\Delta S^{\circ}</math> процесса, если <math>\Delta G^{\circ} &lt; 0</math>, а <math>\Delta H^{\circ} &gt; 0</math> (при <math>t = 60^{\circ}\text{C}</math>).<br/> <u>Объясните</u>, что это означает с точки зрения структуры белка.         </p> <p> <b>Примечание:</b> Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).         </p> |
| 4 | <p> <b>Заключительная часть занятия:</b><br/>           – подведение итогов занятия;<br/>           – выставление текущих оценок в учебный журнал.         </p>  |

### Средства обучения:

- материально-технические (мел, доска).
- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).

**Тема 3.** Химическая кинетика и её значение для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания кинетических закономерностей, определяющих скорость химических реакций и необходимых для понимания механизмов биологических процессов.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Предмет химической кинетики. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов.<br>2. Классификация химических реакций. Реакции обратимые и необратимые, гомогенные и гетерогенные, простые и сложные, последовательные, цепные, сопряженные: определение, примеры.<br>3. Скорость химической реакции: определение, средняя и истинная скорости.<br>4. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ (закон действующих масс).<br>5. Молекулярность элементарного акта реакции. Определение молекулярности сложной реакции.<br>6. Порядок реакции. Кинетические уравнения реакции нулевого, первого и второго порядков.<br>7. Зависимость скорости реакции от температуры: правило Вант-Гоффа, особенности температурного коэффициента для биохимических процессов, уравнение Аррениуса.<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. <u>Рассчитайте</u> изменение скорости реакции $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$ при разбавлении смеси реагирующих веществ в 3 раза.<br>2. * <u>Рассчитайте</u> изменение скорости газовой реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ при увеличении давления в 3 раза.<br>3. Температурный коэффициент некоторой газовой реакции равен 3.<br><u>Рассчитайте</u> изменение скорости этой реакции при понижении температуры реакционной смеси от 140 °С до 100 °С.<br><b>Примечание:</b> Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для |



решения (бонусная).

Лабораторные работы

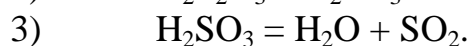
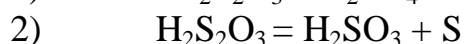
### **Опыт 1. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ**

**Цель работы:** Изучить зависимость скорости разложения тиосульфата натрия от его концентрации.

**Теоретическая часть.**

Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ изучается на примере взаимодействия тиосульфата натрия с раствором серной кислоты.

Эта реакция протекает в три стадии:



Скорость всего процесса определяется скоростью наиболее медленной второй реакции, т.е. реакцией самопроизвольного разложения тиосерной кислоты.

Так как разложение тиосерной кислоты сопровождается выделением эквивалентного количества коллоидной серы, то по плотности её суспензии можно судить о количестве разложившейся серной кислоты, и, следовательно, тиосульфата натрия.

**Ход работы.** В пять пробирок налейте из бюреток 0,1 М раствор  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и воду в объемах, указанных в таблице.

В другие 5 пробирок налейте из бюретки по 5 мл 1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Объедините попарно приготовленные растворы  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (первый раствор приливайте ко второму) и отсчитайте время до начала помутнения содержимого каждой пробирки.

Результаты опыта запишите в таблицу.

| № пробирки | Объем раствора, мл                |                      |                         | Конечная концентрация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , моль/л | Время до начала помутнения, сек | $V_{\text{усл}}$ , сек |
|------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|--|---------------------------------|------------------------|
|            | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{H}_2\text{SO}_4$ |  |                                 |                        |
| 1          | 1                                 | 4                    | 5                       | 0,01   |                                 |                        |
| 2          | 2                                 | 3                    | 5                       | 0,02   |                                 |                        |
| 3          | 3                                 | 2                    | 5                       | 0,03   |                                 |                        |
| 4          | 4                                 | 1                    | 5                       | 0,04   |                                 |                        |
| 5          | 5                                 | 0                    | 5                       | 0,05   |                                 |                        |

Составьте суммарное уравнение изучаемой реакции.

Установите её молекулярность.

Напишите кинетическое уравнение реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой.

Рассчитайте условную скорость реакции разложения тиосульфата натрия ( $V_{\text{усл}}$ ) по уравнению:  $V_{\text{усл}} = 1/t$ , где  $t$  – время до начала помутнения, сек.

Постройте график зависимости условной скорости реакции от

|   |  |
|---|--|
|   | концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .   |
| 4 | <b>Заключительная часть занятия:</b><br>– подведение итогов занятия;<br>– выставление текущих оценок в учебный журнал. |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: 0,1 М раствор  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  10 мл, 0,1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 мл, дистиллированная вода по 100 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

### Тема 3. Химическое равновесие

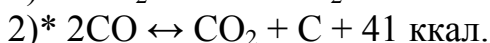
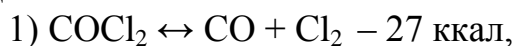
**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания кинетических закономерностей, определяющих скорость химических реакций и необходимых для понимания механизмов биологических процессов, в том числе равновесных.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Выходной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Химическое равновесие. Константа химического равновесия.<br>2. Уравнение изотермы химической реакции.<br>3. Прогнозирование смещения химического равновесия (принцип Ле-Шателье).<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. <u>Объясните</u> влияние температуры на равновесное состояние обратимых реакций:<br>1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3 \quad \Delta H_p = -196,6 \text{ кДж}$ ,<br>2)* $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO} \quad \Delta H_p = 180,7 \text{ кДж}$ .<br>2. <u>Объясните</u> влияние давления на равновесное состояние обратимых реакций:<br>1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$ ,<br>2)* $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$ . |

3. Объясните влияние концентрации CO на смещение равновесия реакций:



**Примечание:** Задания, отмеченные звездочкой, необязательны для решения (бонусные).

Лабораторные работы

### **Опыт 1. Влияние концентрации на смещение химического равновесия**

**Цель работы:** Изучить влияние концентрации веществ, участвующих в обратимой реакции образования тиоцианата железа (III), на смещение химического равновесия.

#### **Теоретическая часть.**

Направление смещения химического равновесия регламентируется принципом Ле-Шателье.

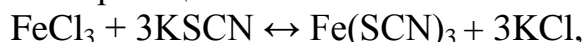
Его формулировка: если на систему, находящуюся в состоянии химического равновесия оказать какое-либо воздействие (изменить температуру, давление или концентрацию), то равновесие сдвигается в сторону протекания той реакции, которая ослабляет это воздействие.

Для каждого из трёх факторов существует частная формулировка принципа Ле-Шателье.

Влияние концентрации. Увеличение концентрации одного из исходных веществ или уменьшение концентрации одного из продуктов реакции смещает равновесие в сторону прямой реакции.

И наоборот, уменьшение концентрации одного из исходных веществ или увеличение концентрации одного из продуктов реакции смещает равновесие в сторону обратной реакции.

Влияние концентрации на смещение химического равновесия изучается на примере обратимой реакции



в которой участвующие вещества имеют следующую окраску: KSCN и KCl – бесцветные, Fe(SCN)<sub>3</sub> – красного цвета, FeCl<sub>3</sub> – желтого. При изменении концентрации одного из реагирующих веществ окраска раствора меняется, что указывает на направление смещения равновесия.

**Ход работы:** К 20 мл воды в небольшом стакане прибавьте по несколько капель насыщенных растворов FeCl<sub>3</sub> и KSCN до появления розового цвета. Полученный раствор разлейте в 4 пробирки. В первую добавьте несколько капель концентрированного раствора FeCl<sub>3</sub>, во вторую – несколько капель концентрированного раствора KSCN, в третью – немного кристаллического KCl, четвертую оставьте для сравнения.

Результаты внесите в таблицу.

| № пробирки | Добавленный раствор | Изменение интенсивности окраски раствора (увеличение или уменьшение) | Направление смещения равновесия (указывается стрелками) |
|------------|---------------------|--|---|
|            |                     |  |   |

|   |                   |  |  |
|---|-------------------|--|--|
| 1 | FeCl <sub>3</sub> |  |  |
| 2 | KSCN              |  |  |
| 3 | KCl               |  |  |
| 4 | -                 |  |  |

**Результаты и их обсуждение:**

Напишите уравнение изучаемой реакции.

Укажите цвета, участвующих в реакции веществ, под соответствующими формулами.

Объясните изменение интенсивности окраски раствора тиоцианата железа (III) при добавлении указанных веществ.

**Опыт 2. Влияние температуры на смещение химического равновесия**

**Цель работы:** Изучить влияние температуры на смещение равновесия реакции взаимодействия йода с крахмалом.

**Теоретическая часть.**

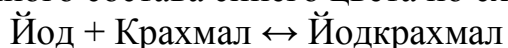
При повышении температуры равновесие обратимого процесса смещается в сторону прохождения той реакции, которая ослабляет данное воздействие, т.е. будет снижать температуру.

Снижение температуры происходит за счет поглощения энергии, следовательно, будет протекать эндотермическая реакция.

Аналогичные рассуждения приведут к тому, что понижение температуры приведет к смещению равновесия в сторону экзотермической реакции.

Следовательно, повышение температуры смещает равновесие в сторону эндотермической реакции, а понижение температуры – в сторону экзотермической реакции. Данное положение является частной формулировкой принципа Ле-Шателье для температуры.

Влияние температуры на смещение химического равновесия изучается на примере реакции взаимодействия йода с крахмалом, в результате чего образуется вещество сложного состава синего цвета по схеме:



**Ход работы:** В 2 пробирки налейте по 4-5 мл раствора крахмала и добавьте несколько капель 0,1 М раствора йода до получения бледно-синего цвета.

Первую пробирку нагрейте, затем охладите, а вторую оставьте для сравнения.

**Результаты и их обсуждение:**

Укажите окраску раствора при нагревании и при охлаждении.

Объясните, в каком направлении смещается процесс при изменении температуры.

Установите тепловой эффект прямой и обратной химической реакции, согласовав смещение равновесия с изменением окраски раствора.

Напишите термохимическое уравнение изучаемой обратимой реакции.

4

**Заключительная часть занятия:**

- подведение итогов занятия;
- выставление текущих оценок в учебный журнал.

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*, водяная баня.

\*Реактивы: насыщенный раствор  $\text{FeCl}_3$  100 мл, насыщенный раствор  $\text{KSCN}$  100 мл, кристаллический  $\text{KCl}$  10 г, 0,1 М раствора йода 10 мл, 1 % раствор крахмала, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 4.** Буферные системы: классификация, состав, свойства.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания состава, свойств и механизмов действия буферных систем организма для понимания для понимания их биологической роли.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Буферные системы: определение, состав, классификация.<br>2. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха для расчета рН кислотных и основных буферных систем.<br>3. Механизм действия буферных систем при добавлении кислоты и щелочи (на примере ацетатной, аммиачной и белковой), разбавлении водой.<br>4. Буферная емкость и факторы на нее влияющие. Зона буферного действия.<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. *Аммиачная буферная система состоит из двух составных частей.<br><u>Классифицируйте</u> её по составу и природе компонентов.<br><u>Укажите</u> интервал значений рН, внутри которого эта система обладает буферной емкостью.<br><u>Напишите</u> уравнения реакций, отражающих механизм её действия (ионная форма).<br><u>Объясните</u> , почему аммиачная буферная система не входит в состав крови.<br>2. К 7 мл 0,2 М раствора гидроксида аммония добавили 3 мл |

хлорида аммония той же концентрации.

Укажите название полученного буферного раствора.

Рассчитайте его pH.

Определите цвет метилового красного в данном буфере, учитывая, что зона перемены окраски индикатора равна, pH: 4,2 – 6,3.

$K_d(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/л;  $\lg 1,8 = 0,25$ ;  $\lg 3 = 0,48$ ;  $\lg 7 = 0,85$ .

3. Рассчитайте изменение pH фосфатной буферной системы при уменьшении концентрации кислотного компонента в 20 раз ( $\lg 20 = 1,3$ ).

4. \*Рассчитайте изменение pH аммиачной буферной системы при увеличении концентрации основного компонента в 10 раз.

**Примечание:** Задачи, отмеченные звездочкой, необязательны для решения (бонусные).

Лабораторные работы

### **Опыт 1. Приготовление буферных растворов**

**Цель работы:** Освоить методику приготовления буферных растворов. Установить зависимость pH буферных растворов от различных факторов.

#### **Теоретическая часть.**

Буферными называются растворы, достаточно стойко поддерживающие на постоянном уровне концентрацию ионов  $\text{H}^+$ , а, следовательно, pH при добавлении к ним небольших количеств щелочей и сильных кислот, а также при разбавлении.

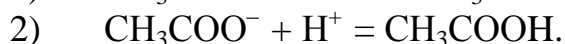
Буферные растворы препятствуют изменению концентрации ионов  $\text{H}^+$  только в определённом интервале значений pH, который называется зоной буферного действия.

Компоненты буферного раствора, противодействующие изменению pH, называются буферной системой.

#### **Пример:**

Ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты, ацетата натрия и воды.

Ацетатная буферная система состоит из уксусной кислоты и ацетат-аниона. Нейтрализация щелочей и сильных кислот происходит по уравнениям:



pH кислотных буферных растворов рассчитывается по уравнению Гендерсона–Гассельбаха, которое имеет два варианта:

$$\text{а) } \quad \text{pH} = \text{p}K_{\text{к}} + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{к} - \text{та}]}$$

$$\text{б) } \quad \text{pH} = \text{p}K_{\text{к}} - \lg \frac{[\text{к} - \text{та}]}{[\text{соль}]}$$

Если компоненты буферного раствора имеют одинаковые молярные концентрации эквивалентов, то уравнение Гендерсона–Гассельбаха примет следующий вид:

$$\text{в) } \quad \text{pH} = \text{p}K_{\text{к}} + \lg \frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{к}}}$$

Уравнение Гендерсона–Гассельбаха используется для приготовления буферных растворов.

**Ход работы:** В семь пробирок одинакового диаметра налейте 0,2 М растворы уксусной кислоты и ацетата натрия в объёмах указанных в таблице №1.

| № пробирки                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6   | 7   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|-----|-----|
| CH <sub>3</sub> COOH, мл  | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0,5 | 0,2 |
| CH <sub>3</sub> COONa, мл | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 9,5 | 9,8 |
| Цвет индикатора           |   |   |   |   |   |     |     |
| pH по индикатору          |   |   |   |   |   |     |     |
| Расчётное значение pH     |   |   |   |   |   |     |     |

Прибавьте во все пробирки по 3 капли индикатора метилового красного. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Окраску буферных растворов отметьте в таблице. Пользуясь таблицей 2, найдите значение pH для каждого раствора.

| pH   | 4,0     | 4,5              | 5,0       | 5,5             | 6,0    | 6,5            |
|------|---------|------------------|-----------|-----------------|--------|----------------|
| Цвет | Красный | Оранжево-красный | Оранжевый | Оранжево-желтый | Желтый | Лимонно-желтый |

Рассчитайте значения pH в каждой из семи пробирок, используя уравнение Гендерсона–Гассельбаха.

Укажите зону буферного действия ацетатной буферной системы.

Объясните, почему в 5, 6 и 7 пробирках индикатор метиловый красный имеет один и тот же цвет.

**Примечания:**

$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,85 \cdot 10^{-5}$ ;  $\lg 1,85 = 0,27$ ;  $\lg 3 = 0,48$ ;  $\lg 5 = 0,70$ ;  $\lg 7 = 0,85$ ;  $\lg 9 = 0,95$ ;  $\lg 19 = 1,28$ ;  $\lg 49 = 1,69$ .

**Вывод:** Укажите факторы, влияющие на pH буферного раствора.

4

**Заключительная часть занятия:**

- подведение итогов занятия;
- выставление текущих оценок в учебный журнал.

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).

- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами.\*

\*Реактивы: уксусная кислота 0,2 М 200 мл, ацетат натрия 0,2 М 200 мл, метиловый красный 1 % 10 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

#### Тема 4. Роль буферных систем в организме человека.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания механизмов действия буферных систем организма, их взаимосвязи и роли в поддержании кислотно-основного гомеостаза.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Буферные системы крови: состав, классификация, распределение в плазме и эритроцитах, механизм действия гидрокарбонатной, фосфатной, белковой буферных систем в избытке кислот и оснований (ионная форма), рН крови в норме, рН артериальной и венозной крови.<br>2. Механизм буферного действия системы гемоглобин-оксигемоглобин в легких и периферических тканях.<br>3. Понятие о кислотно-основном состоянии организма: определение, механизмы, регуляция.<br>4. Щелочной резерв крови (% , ммоль/л), коррекция КОС при его нарушениях.<br>5. Механизм буферного действия системы гемоглобин-оксигемоглобин.<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. $V_{щ}$ ацетатного буферного раствора равна 0,05 моль/л.<br><u>Рассчитайте</u> объем (мл) 0,2 М раствора NaOH, который необходимо добавить к 50 мл буферного раствора, чтобы изменить его рН от 4,1 до 5,2.<br>2. <u>Рассчитайте</u> , приблизительно в каком интервале находятся зоны буферного действия ацетатного и аммиачного буферного растворов.<br>$K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $\lg 1,8 = 0,25$ .<br>3. *Концентрации кислотного и солевого компонентов фосфатной буферной системы относятся как 1:19.<br><u>Объясните</u> , будет ли рН данной буферной системы входить в зону буферного действия ( рН: 6,2 – 8,2).<br><u>Подтвердите</u> ваше предположение расчетами.<br>$K_d(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л; $\lg 6,2 = 0,79$ ; $\lg 19 = 1,28$ .<br>4. Концентрация ионов водорода в крови больного равняется $2,46 \cdot 10^{-8}$ моль/л.<br><u>Рассчитайте</u> рН крови ( $\lg 2,46 = 0,39$ ). |



Назовите состояние, возникающее при данном нарушении КОС.

Укажите, чем характеризуется это состояние с точки зрения протолитического гомеостаза.

**Примечание:** Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).

Лабораторные работы

**Опыт 1. Влияние разбавления на pH буферного раствора.**

**Цель работы:** Установить зависимость pH буферного раствора от разбавления его водой.

**Ход работы.** В пробирке приготовьте буферный раствор, состоящий из 5 мл 0,2 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 5 мл 0,2 М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . 2 мл этого раствора перенесите в другую пробирку, в которую добавьте 6 мл воды. В третью пробирку налейте 2 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты и также добавьте 6 мл воды. Во все три пробирки прилейте по 2 капли индикатора метилового оранжевого. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Сравните окраску растворов. Результаты внесите в таблицу.

| № пробирки | Исходные реактивы                                  | Объем исходных реактивов, мл | Объем добавляемой воды, мл | Индикатор      | Окраска раствора |
|------------|--|------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|
| 1          | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ | 8                            | -                          | Метилоранжевый |                  |
| 2          | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ | 2                            | 6                          | Метилоранжевый |                  |
| 3          | $\text{CH}_3\text{COOH}$                           | 2                            | 6                          | Метилоранжевый |                  |

**Вывод:** Объясните постоянство pH буферных растворов, используя уравнение Гендерсона-Гассельбаха.

Объясните изменение pH раствора уксусной кислоты при разбавлении.

**Опыт 2. Влияние кислоты и щелочи на pH буферного раствора.**

**Цель работы:** Изучить влияние кислоты и щелочи на pH буферного раствора.

**Теоретическая часть.**

При добавлении сильной кислоты к кислотному буферному раствору в реакцию вступает солевой компонент. При этом сильная кислота превращается в эквивалентное количество слабой кислоты, являющейся компонентом буферной системы.

При добавлении щелочи к кислотному буферному раствору срабатывает кислотный компонент. В результате реакции щелочь превращается в эквивалентное количество воды, и

**Ход работы:** В трех пробирках приготовьте по 10 мл ацетатного буферного раствора. Для этого добавьте 5 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты к 5 мл 0,2 М раствора ацетата натрия. В первую пробирку прибавьте 5 капель 0,1 М раствора соляной кислоты, во вторую – 5 капель 0,1 М

раствора едкого натра, в третью – 5 капель воды. Во все пробирки внесите по 2 капли индикатора метилового красного. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Сравните окраску растворов. Результаты впишите в таблицу.

| № пробирки | Исследуемый раствор | Добавляемый реактив | Индикатор          | Окраска раствора |
|------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| 1          | Ацетатная БС        | HCl                 | Метилорыый красный |                  |
| 2          | Ацетатная БС        | NaOH                | Метилорыый красный |                  |
| 3          | Ацетатная БС        | H <sub>2</sub> O    | Метилорыый красный |                  |

**Результаты:**

Напишите уравнения реакций (молекулярная и ионная формы).

Объясните механизм действия ацетатной буферной системы.

**Вывод:** Объясните полученные результаты, используя понятие «зона буферного действия».

4

**Заключительная часть занятия:**

- подведение итогов занятия;
- выставление текущих оценок в учебный журнал.

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: уксусная кислота 0,2 М 200 мл, ацетат натрия 0,2 М 200 мл, метилорыый красный 1 % 10 мл, соляная кислота 0,1 М 50 мл, едкий натр 0,1 М 50 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 5. Рубежный контроль №1.**

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Контроль знаний по предшествующим темам.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия) |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков.</b>  |

|   |  |
|---|--|
| 3 | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Рубежный контроль №1 (перечень вопросов прилагается в ФОС)                  |
| 4 | <b>Заключительная часть занятия:</b><br>– подведение итогов занятия;<br>– выставление текущих оценок в учебный журнал. |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска.

**Модуль № 2.** Основные типы химических равновесий и процессов в жизнедеятельности организма. Физико-химия дисперсных систем и растворов ВМС

**Тема 1.** Комплексные соединения в организме человека и их применение в медицине

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать представление о единстве состава, структуры и свойств комплексных соединений как основы для понимания связи пространственного строения жизненно важных комплексов с их биологической активностью.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Входной контроль, выходной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Комплексные соединения и комплексные частицы.<br>2. Координационная теория Вернера (с учетом современных представлений о строении атомов и молекул): основные положения, примеры. Комплексные соединения в организме человека (примеры).<br>3. Пространственное строение комплексных частиц.<br>4. Внутрикомплексные соединения: определение, примеры. Роль процессов хелатирования в организме человека и их значение в медицине.<br>5. Константы нестойкости и устойчивости комплексных частиц: определение, примеры, использование для установления возможности протекания реакций (в том числе при нарушении металло-лигандного гомеостаза и в хелатотерапии).<br>6. Биоконкомплексные соединения: гемоглобин и его производные, карбоангидраза, витамин В12 (пространственное строение, функции, электронное строение, тип гибридизации и координационное число комплексообразователя). Связь конфигурации биоконкомплексов с их |

биологической функцией.

7. Термодинамические принципы хелатотерапии.

8. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения.

***Отработка практических умений и навыков***

Задачи:

1. При взаимодействии хлорида железа (II) с цианидом калия образуется комплексное соединение с координационным числом комплексообразователя равным шести.

Составьте соответствующее уравнение реакции.

Напишите уравнения реакций первичной и вторичной диссоциации полученного комплексного продукта.

Напишите выражение константы нестойкости.

Рассчитайте координационное число комплексообразователя.

Приведите примеры комплексных соединений железа организма человека.

2. Составьте формулу комплексной частицы состоящей из трехзарядного кобальта, четырех молекул воды и двух хлорид-анионов.

Рассчитайте её заряд.

Укажите комплексообразователь и лиганды.

Напишите уравнение реакции диссоциации предложенного Вами комплекса.

Напишите выражение константы нестойкости.

Назовите ионы, которые могут входить во внешнюю сферу соединения с данным комплексом.

Предложите примеры возможных комплексных соединений с указанными Вами ионами.

Приведите пример комплексного соединения кобальта в организме человека.

3. Напишите структурную формулу комплексного соединения, имеющего название диглицинатомедь.

Объясните причину отсутствия у него внешней сферы.

Классифицируйте лиганд, входящий в состав данного комплекса, по числу образуемых им связей и его свойствам.

4. Напишите структурную формулу трилона Б.

Объясните причину проявления им дентатности равной 4 и 6.

Приведите примеры ионов, с которыми реализуется каждый вид дентатности.

Напишите уравнение реакции взаимодействия трилона Б с катионом кальция.

Изобразите графически пространственное строение полученного продукта.

Укажите медицинское значение данного процесса.

5. Определите заряд комплексообразователя и его координационное число в комплексном ионе  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})_2]^{3-}$ .

Изобразите пространственное строение комплекса.

Составьте уравнение реакции его диссоциации.

|   |  |
|---|--|
|   | <p><u>Напишите</u> выражение константы нестойкости.</p> <p><u>Приведите</u> примеры комплексных соединений железа организма человека.</p> <p><b>Примечание:</b> Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).</p> <p>Лабораторные работы</p> <p><b>Опыт 1. Получение сульфата тетраамминмеди (II)</b></p> <p>К 3 каплям раствора сульфата меди (II) прибавьте 2 капли раствора аммиака. Выпадает осадок основной соли <math>(\text{CuOH})_2\text{SO}_4</math>.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p>К полученному осадку добавьте по каплям избыток раствора аммиака.</p> <p><u>Отметьте</u> происходящие изменения.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p><u>Напишите</u> выражение константы нестойкости комплексного иона.</p> <p><b>Опыт 2. Получение хлорида димминсеребра (I)</b></p> <p>К 1 капле раствора нитрата серебра прибавьте 2 капли раствора хлорида натрия. Выпадает осадок.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p>К полученному осадку прибавьте концентрированный раствор аммиака до полного его растворения.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p><u>Напишите</u> выражение константы нестойкости комплексного иона.</p> <p><b>Опыт 3. Получение тетрагидроплатината (II) калия</b></p> <p>К 2-3 каплям раствора нитрата свинца (II) прибавьте 2 капли раствора йодида калия. Выпадает осадок.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p>Осадок разделите на 2 пробирки.</p> <p>В первую добавьте избыток KI до полного растворения осадка.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции. <u>Укажите</u> её эффект.</p> <p><u>Напишите</u> выражение <math>K_n</math> и <math>K_y</math>.</p> <p>Во вторую пробирку прибавьте 5-6 капель воды.</p> <p>Смесь нагрейте до полного растворения осадка, затем охладите водой под краном. Осадок <math>\text{PbI}_2</math> выпадает в виде золотисто-желтых чешуек.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>   |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: нитрат серебра 3 % 50 мл, сульфат меди 5 % 50 мл, нитрат свинца 5 % 50 мл, хлорид натрия 5 % 50 мл, йодид калия 5 % 50 мл, аммиак 3 % 50 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

## Тема 2. Химические свойства и биологическая роль биогенных элементов

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать представление о единстве взаимосвязи электронного строения химических элементов и их свойств как основы для понимания роли биогенных элементов в организме человека.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <p><b>Организационный момент.</b><br/>           Объявление темы, цели занятия.<br/>           Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p>  |
| 2     | <p><b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b></p>  |
| 3     | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b><br/> <b>Закрепление теоретического материала</b><br/>           Вопросы для рассмотрения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие биогенности химических элементов. Классификация химических элементов по степени важности для процессов жизнедеятельности. Биогенные элементы в периодической системе.</li> <li>2. Концентрирование биогенных элементов живыми системами.</li> <li>3. Классификация биогенных элементов по их содержанию в организме и по функциональной роли.</li> <li>4. Биологическая роль натрия, калия, кальция, магния.</li> <li>5. Химическое сходство и биологический антагонизм (натрий-калий, магний-кальций).</li> <li>6. Железо, кобальт, хром, марганец, цинк, медь, молибден в организме: содержание, биологическая роль.</li> </ol> <p><b>Отработка практических умений и навыков</b><br/>           Упражнения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитические реакции катионов d-элементов:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) на <math>\text{Cu}^{2+}</math> с избытком гидроксида аммония,</li> <li>б) на <math>\text{Cr}^{3+}</math> с пероксидом водорода в щелочной среде при нагревании,</li> <li>в) на <math>\text{Mn}^{2+}</math> со щавелевой кислотой,</li> <li>г) на <math>\text{Zn}^{2+}</math> со щелочами,</li> <li>д) на <math>\text{Fe}^{3+}</math> с гексацианоферратом (II) калия,</li> <li>е) на <math>\text{Fe}^{3+}</math> с тиоцианатом калия,</li> <li>ж) на <math>\text{Fe}^{2+}</math> с гексацианоферратом (III) калия,</li> <li>з) на <math>\text{Co}^{2+}</math> со щелочами.</li> </ol> </li> </ol> <p><u>Укажите эффект реакций.</u><br/>           В окислительно-восстановительных реакциях коэффициенты расставляются с применением метода электронного баланса.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Аналитические реакции анионов и катионов p-элементов:</li> </ol> |

- а)  $\text{CN}^-$  (с нитратом серебра),
  - б)  $\text{Pb}^{+2}$  (с хроматом калия),
  - в)  $\text{NO}_2^-$  (с перманганатом калия в кислой среде),
  - г)  $\text{NO}_3^-$  (с медью и серной кислотой),
  - д)  $\text{AsO}_4^{3-}$  (реакция Марша),
- Укажите эффект реакций.

В окислительно-восстановительных реакциях коэффициенты расставляются с применением метода электронного баланса.

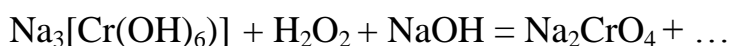
Лабораторные работы

### **Опыт 1. Аналитические реакции катионов d-элементов**

**Цель:** Приобрести системные знания о химических свойствах d-элементов и их соединений. Сформировать представления о роли биогенных d-элементов в живом организме.

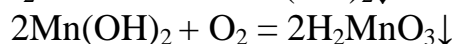
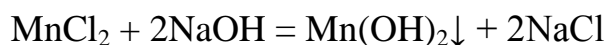
#### **1.1. Качественная реакция на катион $\text{Cr}^{+3}$ окислением его в $\text{CrO}_4^{-2}$ пероксидом водорода в щелочной среде.**

К 4-5 каплям раствора соли хрома (III) прибавить 4-5 капель раствора едкого натра, чтобы выпавший осадок  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  растворился с образованием комплексной соли:  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ . Напишите уравнения реакций. К раствору прилить 5-6 капель 3% раствора пероксида водорода. Смесь нагревают до тех пор пока раствор из зеленого (цвет комплексного иона) не станет желтым (цвет  $\text{CrO}_4^{-2}$ ). Допишите уравнение реакции и подберите коэффициенты в нем.

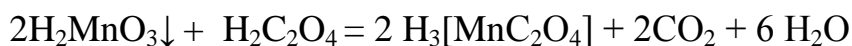


#### **1.2. Качественная реакция на катион $\text{Mn}^{+2}$ со щавелевой кислотой $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$**

К 5-6 каплям раствора марганца добавить 2-3 капли раствора едкого натра. Смесь тщательно перемешать стеклянной палочкой до образования бурого осадка марганцовистой кислоты.



К бурому осадку прибавить 3-4 капли раствора щавелевой кислоты (не встряхивать). Образуется раствор комплексного соединения марганца розового цвета



#### **1.3. Качественная реакция на катион $\text{Fe}^{2+}$ с калий гексацианоферратом $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$**

К 5-6 каплям раствора соли  $\text{Fe}^{2+}$  прибавить 2-3 капли  $\text{HCl}$  или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (для подавления гидролиза соли) и 2-3 капли реактива. Тотчас выпадает темно-синий осадок турбулевой сини  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ .

Напишите ионное и молекулярное уравнения реакций, укажите название образующегося комплексного соединения.

#### **1.4. Качественная реакция на катион $\text{Fe}^{3+}$ с тиоцианатом калия $\text{KSCN}$**

К 4-5 каплям раствора соли  $\text{Fe}^{3+}$  добавить 2-3 капли соляной кислоты (во избежание выпадения осадка  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) и 6-7 капель раствора реактива. Образуется растворимое в воде комплексное соединение железа кроваво-

красного цвета (реакция специфична). Напишите ионное и молекулярное уравнения реакции.

### **1.5. Качественная реакция на катион $Zn^{2+}$ с едкой щелочью**

К 4-5 каплям раствора соли  $Zn^{2+}$  добавить по каплям раствор щелочи до образования белого аморфного осадка гидроксида цинка. Полученный осадок разделите на 2 части: в одну добавьте раствор кислоты, а в другую раствор щелочи до полного растворения осадка. Учитывая гидратацию иона  $Zn^{2+}$  в растворе, напишите ионные и молекулярные уравнения реакций, укажите названия этих соединений. Эта реакция подтверждает кислотно – основные (амфотерные) свойства гидроксида цинка.

### **1.6. Качественная реакция на катион $Cu^{2+}$ с гексацианоферратом (II) калия**

К 4-5 каплям раствора соли  $Cu^{2+}$  добавить 6-7 капель реактива. Образуется красно-бурый осадок  $Cu_2[Fe(CN)_6]$ .

Напишите ионное и молекулярное уравнения реакций, укажите название образующегося комплексного соединения.

### **Опыт 2. Аналитические реакции анионов и катионов р-элементов.**

**Цель:** Приобрести системные знания о химических свойствах р-элементов и их соединений. Сформировать представления о роли биогенных р-элементов в живом организме.

#### **1.1. Качественная реакция на анион $CO_3^{2-}$ с кислотами**

К 5-6 каплям р-ра  $Na_2CO_3$  прибавить столько же капель 2М р-ра  $HCl$ . Пробирку быстро закрыть пробкой с притертой пипеткой, в которой находится 1-2 капли известковой или баритовой воды. Наблюдается помутнение раствора  $Ca(OH)_2$  или  $Ba(OH)_2$

Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций.

#### **1.2. Качественная реакция на анион $PO_4^{3-}$ с нитратом серебра**

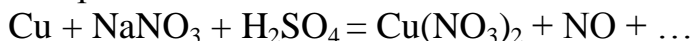
К 4-5 каплям р-ра  $Na_2HPO_4$  прибавить столько же капель р-ра  $AgNO_3$ . Наблюдается выпадение желтого осадка  $Ag_3PO_4$ .

Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций.

#### **1.3. Качественная реакция на анион $NO_3^-$ с медью и серной кислотой**

К 4-5 каплям р-ра соли  $NO_3^-$  добавить 5-6 капель конц.  $H_2SO_4$  и кусочек меди. Смесь нагреть (под тягой!) и наблюдать выделение азота (IV), который образуется окислением оксида азота (II), выделяющегося при реакции.

Допишите уравнение реакции



Напишите уравнение реакции окисления оксида азота (II) до оксида азота (IV).

#### **1.4. Качественная реакция на анион $SO_4^{2-}$ с хлоридом бария**

К 4-5 каплям р-ра соли  $SO_4^{2-}$  (или серной кислоты) прибавить столько же капель р-ра хлорида бария. Выпадает белый осадок  $BaSO_4$ , нерастворимый в разбавленных соляной и азотной кислотах.

Напишите ионные и молекулярные уравнение реакций.

#### **1.5. Качественная реакция на анион на галогенидион с нитратом серебра**



|   |  |
|---|--|
|   | <p>К 4-5 каплям р-ра соли, содержащей <math>\text{Cl}^-</math> прибавить столько же капель р-ра азотнокислого серебра. Выпадает творожистый осадок <math>\text{AgCl}</math> белого цвета. Если взять раствор соли анионов <math>\text{Br}^-</math> или <math>\text{I}^-</math>, то выпадает осадок <math>\text{AgBr}</math> (<math>\text{AgI}</math>) бледно-желтого цвета. <math>\text{AgCl}</math> в отличие от <math>\text{AgBr}</math> и <math>\text{AgI}</math> растворяется в 10% растворе <math>(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3</math> с образованием комплексного соединения: хлорида диаминсеребра (I).</p> <p>Напишите ионные и молекулярные уравнение реакций.</p> <p><b>Примечания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для реакций обмена уравнения <u>напишите</u> в молекулярном и ионном (полное, сокращенное) виде.</li> <li>2. Коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях <u>расставьте</u>, используя метод электронного баланса.</li> <li>3. <u>Укажите</u> эффект всех реакций.</li> </ol> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>   |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: 5 % сульфат хрома 50 мл, 10 % едкий натр 50 мл, 3 % перекись водорода, 5 % хлорид марганца 50 мл, 20 % щавелевая кислота 50 мл, 10 % сульфат железа (II) 50 мл, 10 % и 2 М соляная кислота по 50 мл, 10 % хлорид железа (III) 50 мл, 5 % сульфат цинка 50 мл, 10 % сульфат меди 50 мл, 10 % гексацианоферрат (II) калия 50 мл, 10 % тиоцианат калия 50 мл, 5 % карбонат натрия 50 мл, известковая вода 50 мл, 5 % гидрофосфат натрия 50 мл, 3 % нитрат серебра 50 мл, 5 % нитрат натрия 50 мл, конц. серная кислота 10 мл, медь металлическая, 25 % хлорид бария 50 мл, 25 % сульфат натрия 50 мл, 1 % натрия хлорид 50 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 3.** Дисперсные системы: классификация, свойства, получение, очистка. Коллоиды в организме человека

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания теоретических основ коллоидно-дисперсных систем.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <p><b>Организационный момент.</b><br/>Объявление темы, цели занятия.<br/>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p> |

|   |  |
|---|--|
| 2 | <p><b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b></p>   |
| 3 | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b><br/> <b>Закрепление теоретического материала</b><br/>     Вопросы для рассмотрения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дисперсные системы: определение, классификация (по степени дисперсности, по агрегатному состоянию фаз), примеры.</li> <li>2. Получение коллоидных растворов. Дисперсионные методы: механический, ультразвуковой, пептизации. Конденсационные методы: физические (замены растворителя), химические (гидролиза, двойного обмена).</li> <li>3. Формулы мицелл зелей, полученных химическими конденсационными методами.</li> <li>4. Строение мицеллы. Электротермодинамический и электрокинетический потенциалы: места возникновения, свойства, зависимость от различных факторов.</li> </ol> <p><b>Отработка практических умений и навыков</b><br/>     Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Напишите</u> коллоидно-химические формулы мицелл зелей, полученных по реакциям:<br/>       I. <math>\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} =</math><br/>       II. <math>\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 =</math><br/>       III. <math>*\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} =</math><br/>       IV. <math>\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} =</math><br/> <u>Приведите</u> их строение.<br/> <u>Назовите</u> методы их получения.</li> </ol> <p>Примечание:<br/>     1) В вариантах I – III необходимо написать формулы мицелл в избытке каждого из исходных веществ.</p> <p><b>Примечание:</b> Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).</p> <p>Лабораторные работы<br/> <b>Опыт 1. Получение золя канифоли методом замены растворителя</b><br/> <b>Цель работы:</b> Изучить физический метод конденсации, получения коллоидных растворов. Установить факторы, влияющие на условия его получения.</p> <p><b>Теоретическая часть.</b><br/>     Метод замены растворителя относится к конденсационным методам получения коллоидных растворов, т.е. к методам, условия которых способствуют объединению частиц дисперсной фазы (атомов, молекул) до агрегатов соответствующей степени дисперсности (<math>10^{-7} - 10^{-9}</math> м).<br/>     Этим методом коллоидный раствор можно получить из истинного раствора, добавив к нему большой объём нового растворителя, в котором частицы растворённого вещества нерастворимы или плохо растворимы. Третьим условием должна быть хорошая растворимость растворителей друг в друге.</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Таким образом, для получения коллоидного раствора методом замены растворителя необходимы следующие условия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объем истинного раствора должен быть намного меньше объема нового растворителя.</li> <li>2. Дисперсная фаза должна быть плохо растворима в новом растворителе.</li> <li>3. Оба растворителя должны хорошо смешиваться друг с другом.</li> </ol> <p>Методом замены растворителя получают высокодисперсные коллоидные растворы многих веществ: серы, фосфора, канифоля и др.</p> <p><b>Ход работы:</b> В пробирку с 10 мл дистиллированной воды, прилить несколько капель 2 %-го спиртового раствора канифоли. Смесь тщательно перемешать. Образование коллоидного раствора можно установить по появлению опалесценции. Конденсация коллоидных частиц происходит из спиртового раствора канифоли, плохо растворимой в воде.</p> <p><b>Опыт 2. Получение золя гидроксида железа (III) методом гидролиза</b></p> <p><b>Цель работы:</b> Получить золь гидроксида железа методом химической конденсации.</p> <p><b>Теоретическая часть.</b></p> <p>Методы химической конденсации основаны на конденсационном выделении новой фазы из пересыщенного раствора. В отличие от физических методов, вещество, образующее дисперсную фазу, появляется в результате химической реакции. Реакция окисления, гидролиза, диссоциации, двойного обмена и другие приводят к образованию дисперсных систем.</p> <p><b>Ход работы:</b> В пробирку налейте 10 мл воды и нагрейте её до кипения. В кипящую воду внесите 1 мл 2 % раствора хлорида железа (III). Содержимое пробирки разделите на 2 части. К одной половине золя добавьте 1 мл 1 % раствора сульфата калия. Через некоторое время наблюдается коагуляция золя, с последующей седиментацией. От добавленного электролита золь коагулирует.</p> <p><u>Напишите</u> уравнение гидролиза хлорида железа (III).</p> <p><u>Напишите</u> уравнение реакции образования иона-стабилизатора.</p> <p><u>Напишите</u> коллоидно-химическую формулу мицеллы хлорида железа (III).</p> <p><u>Приведите</u> строение мицеллы хлорида железа (III).</p> <p><u>Назовите</u> ион-коагулянт, содержащийся в сульфате калия.</p> <p><u>Объясните</u> механизм коагуляции.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>   |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: 2 % спиртовой раствор канифоли 20 мл, 2 % раствор хлорида железа (III) 50 мл, 1 % раствор сульфата калия 50 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

#### Тема 4. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания теоретических основ коллоидно-дисперсных систем.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <p><b>Организационный момент.</b><br/>Объявление темы, цели занятия.<br/>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p>  |
| 2     | <p><b>Выходной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b></p>   |
| 3     | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b><br/><b>Закрепление теоретического материала</b><br/>Вопросы для рассмотрения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устойчивость дисперсных систем. Виды устойчивости коллоидных растворов: кинетическая (седиментационная), агрегативная и конденсационная. Факторы устойчивости.</li> <li>2. Коагуляция. Виды коагуляции: скрытая и явная. Порог коагуляции, пороговая концентрация. Седиментация.</li> <li>3. Правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция.</li> <li>4. Биологическое значение коагуляции. Коллоидная защита и пептизация, значение этих явлений в медицине.</li> </ol> <p><b>Отработка практических умений и навыков</b><br/>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Имеются 3 коллоидных раствора: гидроксида железа (III), полученного гидролизом <math>\text{FeCl}_3</math>, иодида серебра, полученного в избытке <math>\text{KI}</math>, и иодида серебра, полученного в избытке <math>\text{AgNO}_3</math>.<br/><u>Предложите</u> два варианта взаимной коагуляции.<br/><u>Объясните</u>, используя формулы мицелл.</li> <li>2. Пороговая концентрация <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> для коллоидного раствора гидроксида алюминия равняется 0,63 ммоль/л.<br/><u>Рассчитайте</u> объем 0,01М раствора дихромата калия, вызывающего видимую коагуляцию 200 мл золя.<br/><u>Установите</u> заряд гранулы, учитывая, что коагулирующим действием обладает дихромат-анион.<br/><u>Объясните</u>, используя формулы мицелл.</li> <li>3. *Известны пороговые концентрации следующих электролитов, ммоль/л: <math>\text{KNO}_3</math> – 50; <math>\text{CaCl}_2</math> – 0,715; <math>\text{Na}_3\text{PO}_4</math> – 43; <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math> – 49; <math>\text{MgSO}_4</math> – 0,81;</li> </ol> |

$AlCl_3$  – 0,099.

Установите заряд гранулы исследуемого коллоидного раствора, применяя правило Шульце-Гарди.

**Примечание:** Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).

Лабораторные работы

### **Опыт 1. Эффект Фарадея-Тиндаля**

**Цель работы:** Изучить оптические свойства коллоидных систем.

**Теоретическая часть.**

Исследование оптических свойств коллоидных систем имеет большое значение для изучения их структур, определения размеров и формы частиц, а также их концентрации. При боковом освещении коллоидных растворов узким пучком света наблюдается характерное переливчатое (обычно голубых оттенков) свечение, называемое опалесценцией, в виде конуса, называемого конусом Тиндаля. Явление это обусловлено светорассеянием в коллоидных растворах, которое вызвано явлением дифракции, т.е. лучи света огибают коллоидные частицы и изменяют свое направление.

**Ход работы:** В химически чистый стакан налейте 50 мл дистиллированной воды. Осветите узким пучком света сбоку и наблюдайте «оптическую» пустоту воды. Затем в этот стакан прибавьте 5 капель спиртового раствора канифоли, перемешайте стеклянной палочкой и снова наблюдайте при боковом освещении. Нарисуйте конус Тиндаля.

### **Опыт 2. Взаимная коагуляция зольей**

**Цель работы:** Изучить коагуляцию зольей.

**Теоретическая часть.** Если к золю с отрицательно заряженными частицами добавить золь с положительно заряженными частицами, то произойдет их взаимная коагуляция. На многих водоочистных станциях к воде, содержащей отрицательно заряженные органические смеси, добавляют положительно заряженные золи гидроксида алюминия или железа, после взаимной коагуляции образовавшиеся хлопья легко отфильтровываются на песчаных фильтрах.

**Ход работы:** В пяти пробирках смешать золи гидроксида железа и берлинской лазури в количествах, указанных в таблице:

| № пробирки | Кол-во золя гидроксида железа, мл | Кол-во золя берлинской лазури, мл | Степень коагуляции | Окраска жидкости над осадком |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1          | 4,5                               | 0,5                               |                    |                              |
| 2          | 4,0                               | 1,0                               |                    |                              |
| 3          | 2,5                               | 2,5                               |                    |                              |
| 4          | 1,0                               | 4,0                               |                    |                              |
| 5          | 0,5                               | 4,5                               |                    |                              |

Через 30 мин записать в таблицу результаты коагуляции: (+неполная, +++ полная) и цвет жидкости над осадком.

4

### **Заключительная часть занятия:**

- подведение итогов занятия;
- выставление текущих оценок в учебный журнал.

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).  
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*. химический стакан (5 шт).

\*Реактивы: 2 % спиртовой раствор канифоли 20 мл, 30 % гидроксид железа (III) 100 мл, золь берлинской лазури 100 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

### Тема 5. Растворы ВМС. Свойства биополимеров

#### Вид учебного занятия лабораторная работа

**Цель:** Сформировать представление о единстве состава, структуры и свойств высокомолекулярных соединений организма человека.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br><b>Закрепление теоретического материала</b><br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Механизм набухания и растворения ВМС. Факторы, влияющие на набухание: температура, рН, электролиты.<br>2. Аномальная вязкость растворов ВМС. Вязкость крови.<br>3. Осмотическое давление растворов биополимеров. Онкотическое давление плазмы крови.<br>4. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения.<br>5. Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание биополимеров из растворов: определение, механизм и факторы, определяющие этот процесс (температура, электролиты, неэлектролиты).<br>6. Застудневание растворов ВМС: механизм и факторы процесса (форма макромолекул, температура, концентрация, рН, электролиты).<br>Свойства студней: тиксотропия и синерезис.<br><b>Отработка практических умений и навыков</b><br>Задачи:<br>1. <u>Объясните</u> , как заряжаются молекулы альбумина плазмы крови при рН < 4,64 и при рН > 4,64.<br><u>Напишите</u> соответствующие схемы реакций. ИЭТ <sub>альбумина</sub> = 4,64. |

2. ИЭТ гемоглобина и альбумина плазмы крови соответственно равны 6,8 и 4,64.

Укажите направление перемещения указанных ВМС при электрофорезе в буферной системе с  $pH = 5,1$ .

3. \*Желатин помещен в 0,01М раствор HCl.

Определите знак заряда молекул ВМС, если ИЭТ = 4,7.

**Примечание:** Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).

Лабораторные работы

### Опыт 1. Влияние pH на набухание ВМС

**Цель работы:** Изучить набухание ВМС при действии реагентов с различными значениями pH среды.

**Теоретическая часть.** На набухание амфотерных веществ большое влияние оказывает pH среды. Влияние pH на набухание хорошо изучено для белков и белковых веществ. Кривая набухания как функция pH проходит через минимум, который лежит в области ИЭТ. Например, для желатина он находится при  $pH = 4,7$ . Появление опухолей при ожоге крапивой или укуса муравья объясняется повышением набухания тканей вследствие локального изменения pH.

**Ход работы:** в три мерные пробирки поместить по 0,5г порошка желатина (высота порошка 1см), в 1-ю – прилить 8мл 0,1М р-ра HCl, во 2-ю – 8мл 0,1М р-ра  $CH_3COOH$ , в 3-ю – 4мл 0,1М р-ра  $CH_3COONa$ . Содержимое пробирок тщательно перемешать и оставить на час. Через час измерить высоту набухания желатина. Результаты записать в лабораторный журнал по форме:

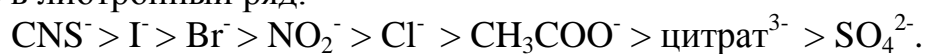
| № пробирки | Высота слоя сух. Желатина, $h_1$ | Добавляемый реактив    | Время набухания, мин | Высота слоя набухшего желатина, $h_2$ | Набухание, $\Delta h = h_2 - h_1$ |
|------------|----------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1          | 1 см                             | HCl                    | 60                   |                                       |                                   |
| 2          | 1 см                             | NaOH                   | 60                   |                                       |                                   |
| 3          | 1 см                             | $CH_3COOH + CH_3COONa$ | 60                   |                                       |                                   |

### Опыт 2. Влияние электролитов на набухание вмс

**Цель работы:** Изучить влияние анионов на процесс набухания желатина.

**Теоретическая часть.**

Влияние электролитов на набухание ВМС хорошо изучено для белков и белковых веществ. На процесс набухания наибольшее влияние оказывают анионы. По интенсивности влияния на набухание анионы можно расположить в лиотропный ряд:



Ионы, стоящие слева от  $Cl^-$ , усиливают набухание, расположенные справа – тормозят этот процесс.

**Ход работы.** В четыре пробирки поместить по 0,5 г желатина (высота желатина 1см). В 1-ю – прилить 6 мл 0,5М р-ра  $K_2SO_4$ , во 2-ю – 8мл 0,5М р-ра

KCl, в 3-ю - 8мл 0,5М р-ра KBr, в 4-ю - 8мл 0,5М р-ра NH<sub>4</sub>CNS. Содержимое пробирок тщательно перемешать и оставить на час. Через час измерить высоту набухания желатина. Результаты записать.

**Вывод:**

### Опыт 3. Влияние кислот и щелочей на застудневание

**Цель работы:** Изучить скорость застудневания раствора желатина при действии кислот и щелочей.

**Теоретическая часть.** На застудневание растворов оказывает влияние рН раствора, легче всего оно протекает при рН, отвечающем изоэлектрическому состоянию.

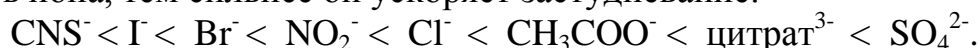
**ХОД РАБОТЫ:** в три пробирки налить по 5мл теплого 3%-го желатина и прилить в 1-ю – 1 мл дистиллированной воды, во 2-ю – 1мл 0.1М р-ра HCl, в 3-ю – 1мл 0.1М р-ра NaOH. Содержимое пробирок перемешать, пробирки поместить в кружку с водой, температура которой 40 °С, затем охладить их до 10 °С и отметить время застудневания. Результаты измерений записать в журнал:

| № пробирки | Исследуемый раствор | Добавляемый раствор | Время застудневания |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1          | Желатин             | Дист. вода          |                     |
| 2          | Желатин             | HCl                 |                     |
| 3          | Желатин             | NaOH.               |                     |

### Опыт 4. Влияние электролитов на застудневание

**Цель работы:** Изучить влияние различных электролитов на застудневание желатина.

**Теоретическая часть.** Электролиты оказывают существенное влияние на скорость застудневания. Ионы одних электролитов ускоряют, других – замедляют процесс застудневания. Действие ионов на застудневание связано с их расположением в лиотропном ряду: чем выше гидратирующая способность иона, тем сильнее он ускоряет застудневание:



Ионы расположены в порядке усиления их действия на застудневание.

**Ход работы.** В пять пробирок отмерить по 2,5 мл теплого 6%-го р-ра желатина и прилить в них по 2,5мл 1М растворов: в 1-ю - K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, во 2-ю – KCl, в 3-ю – KI, в 4-ю - NH<sub>4</sub>CNS, в 5-ю (для сравнения) – дистиллированной воды. Наблюдать за процессом застудневания постоянно. Результаты записать в журнал:

| № пробирки | Исследуемый раствор | Добавляемый раствор            | Время застудневания |
|------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1          | Желатин             | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |                     |
| 2          | Желатин             | KCl                            |                     |
| 3          | Желатин             | KI                             |                     |
| 4          | Желатин             | NH <sub>4</sub> CNS            |                     |
| 5          | Желатин             | дистиллированная вода          |                     |



|   |  |
|---|--|
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul> |
|---|--|

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: желатин сухой 20 г, 3 % и 6 % желатин 100 мл, 0,1 М соляная кислота 50 мл, 0,1 М уксусная кислота 50 мл, 0,1 М ацетат натрия 50 мл, 0,5 М и 1 М хлорид калия по 50 мл, 0,5 М и 1 М бромид калия по 50 мл, 0,5 М и 1 М сульфат калия по 50 мл, 0,5 М и 1 М тиоцианат аммония по 50 мл, 0,1 М едкий натр 50 мл, дистиллированная вода по 500 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 6. Рубежный контроль №2.**

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Контроль знаний по предшествующим темам.

**План проведения учебного занятия**

| №<br>п/п | Этапы и содержание занятия   |
|----------|--|
| 1        | <p><b>Организационный момент.</b><br/>Объявление темы, цели занятия.<br/>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p>   |
| 2        | <p><b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков.</b></p>  |
| 3        | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b><br/>Рубежный контроль №2 (перечень вопросов прилагается в ФОС)</p>  |
| 4        | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul> |

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска.

**Модуль № 3** Теоретические основы строения органических соединений, определяющие их реакционную способность. Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования

**Тема 1.** Классификация, номенклатура и пространственное строение органических соединений. Конформация циклических соединений.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать представление о единстве строения, конфигурации и конформации как основы для понимания связи пространственного строения соединений с их биологической активностью. Изучить основные принципы химической номенклатуры и уметь их использовать в названиях органических, в том числе биологически активных, веществ.

### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Классификация органических соединений:<br>а) по строению углеродного скелета<br>б) по наличию функциональных групп.<br>2. Номенклатура органических соединений и ее виды.<br>Тривиальные названия.<br>3. Основные понятия номенклатуры ИЮПАК: органический радикал, родоначальная структура, функциональная группа, характеристическая группа, заместитель.<br>4. Заместительная номенклатура:<br>а) формирование названий органических соединений по их строению<br>б) написание структурных формул по названию соединения.<br>5. Радикально-функциональная номенклатура.<br>6. Понятие о строении органических соединений.<br>7. Конфигурации и конформации.<br>8. Стереохимические и перспективные формулы.<br>Проекционные формулы Ньюмена.<br>9. Конформации соединений с открытой цепью. Заслоненные, заторможенные и скошенные конформации. Торсионное (питцеровское) и Ван-дер-Ваальсовое напряжения.<br>10. Конформации (кресло, ванна) циклических соединений: циклогексан и его производные (1,3-диаксиальное взаимодействие).<br>Отработка практических умений и навыков<br>Упражнения: |

|   |  |
|---|--|
|   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В состав гормона окситоцина входит аминокислота изолейцин <math>\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}</math>. Назовите его по ЗН ИЮПАК и укажите функциональные группы.</li> <li>2. Двухосновная гидроксикислота – яблочная имеет формулу <math>\text{HOOC} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}</math>. Назовите ее по ЗН ИЮПАК и укажите функциональные группы.</li> <li>3. Аминокислота метионин служит источником метильных групп в биосинтетических процессах. Его название по ЗН ИЮПАК 2-амино-4-метилтиобутановая кислота. Напишите структурную формулу метионина и укажите функциональные группы.</li> <li>4. В качестве подсластителя продуктов для больных сахарным диабетом используется ксилит, называемый по ЗН ИЮПАК пентанпентаолом – 1,2,3,4,5. Напишите структурную формулу ксилита. К какому классу он относится?</li> <li>5. Для кратковременного наркоза применяется 1,1,2, - трихлорэтен. Напишите его структурную формулу и укажите, к какому классу оно относится.</li> <li>6. Промежуточным продуктом в синтезе ряда соединений служит акролеин <math>\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COH}</math>. Назовите его по ЗН номенклатуре.</li> <li>7. Приведите строение конформаций кресла 3-аминоциклогексанкарбальдегида.</li> <li>8. Приведите строение конформаций кресла циклогександиола-1,3.</li> <li>9. Приведите строение конформаций кресла 4-фенилциклогексанола.</li> <li>10. Приведите строение конформаций кресла 1,2-дибром-4-метилциклогексана</li> <li>11. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию 3-аминопропантиола-1 и дайте им энергетическую характеристику.</li> <li>12. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию 2-хлорэтанола и дайте им энергетическую характеристику.</li> <li>13. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию 3-меркаптопропаналя и дайте им энергетическую характеристику.</li> <li>14. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию этандиола-1,2 и дайте им энергетическую характеристику.</li> <li>15. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию 3-хлорпропаналя и дайте им энергетическую характеристику.</li> <li>16. Изобразите в проекциях Ньюмена конформацию 2-гидроксипропановой кислоты и дайте им энергетическую характеристику.</li> </ol> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал;</li> <li>– задание для самостоятельной подготовки обучающихся</li> </ul> <p>рекомендуется выполнить задания: «Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии». Под ред. Н.А. Тюкавкиной, М., 1985, с. 26 № 1.3., 1.5.; с. 27 № 2.3.-2.5.; с. 30 № 3.1.-3.4.; с. 33 № 4.3.-4.5.</p>   |

**Средства обучения:**

-материально-технические (мел, доска).

**Тема 2.** Сопряжение. Электронные эффекты. Кислотные и основные свойства органических соединений.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Получить знания об электронном строении химических связей, видах сопряжения и электронных эффектах, уметь их использовать для качественной оценки термодинамической устойчивости, ре-акционной способности и свойств органических соединений, в том числе биологически активных веществ. Закрепить знания о кислотно-основных свойствах соединений на примере органических веществ и уметь их использовать при изучении химических реакций, в том числе, протекающих в живых организмах.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Сопряжение. Виды сопряжения (л,л и р,л). Энергия сопряжения.<br>2. Системы с открытой цепью сопряжения.<br>3. Сопряженные системы с замкнутой цепью.<br>4. Ароматичность. Критерии ароматичности.<br>5. Ароматичность аренов, небензоидных и гетероциклических соединений.<br>6. Биологически важные соединения, являющиеся сопряженными системами (порфин и др.)<br>7. Взаимное влияние атомов. Индуктивный и мезомерный эффекты.<br>8. Электронодонорные (ЭД) и электроноакцепторные (ЭА) заместители.<br>9. Кислотность и основность по Бренстеду:<br>а) классификация кислот по Бренстеду<br>б) факторы, влияющие на кислотность<br>в) классификация оснований по Бренстеду<br>г) факторы, влияющие на основность |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>10. Кислоты и основания Льюиса (самостоятельно)</p> <p>Отработка практических умений и навыков</p> <p>Упражнения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сопряжение. Виды сопряжения (л,л и р,л).</li> <li>2. Системы с открытой цепью сопряжения. Примеры.</li> <li>3. Системы с замкнутой цепью сопряжения. Примеры.</li> <li>4. Ароматичность. Критерии ароматичности на примере бензола.</li> <li>5. Обосновать, является ли пиридин ароматическим соединением. Электронное строение пиридинового атома азота.</li> <li>6. Обосновать, является ли пиррол ароматическим соединением. Электронное строение пиррольного атома азота.</li> <li>7. Взаимное влияние атомов. Индуктивный и мезомерный эффекты.</li> <li>8. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.</li> <li>9. Классификация кислот по Бренстеду.</li> <li>10. Факторы, влияющие на кислотность.</li> <li>11. Классификация оснований по Бренстеду.</li> <li>12. Факторы, влияющие на основность.</li> </ol> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал</li> </ul>   |

#### Средства обучения:

- дидактические: таблицы (электронные эффекты заместителей), схемы (критерии ароматичности на примере бензола, пиридина, пиррола);
- материально-технические (*мел, доска*).

**Тема 3.** Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Ознакомить студентов с общими принципами реакционной способности органических соединений, как химической основой их биологического функционирования.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <p><b>Организационный момент.</b></p> <p>Объявление темы, цели занятия.</p> <p>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)</p> |
| 2     | <p><b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b></p>   |
| 3     | <p><b>Основная часть учебного занятия.</b></p> <p>Закрепление теоретического материала</p>   |

Вопросы для рассмотрения:

1. Основные понятия - субстрат, реагент, реакционный центр.
2. Типы реагентов - электрофильные, нуклеофильные.
3. Механизмы реакций:
  - реакции свободнорадикального замещения;
  - реакции окисления;
  - реакции электрофильного присоединения и замещения;
  - реакции нуклеофильного замещения и элиминирования в спиртах;
  - реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах;
  - реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах.

Отработка практических умений и навыков

Упражнения:

1. Напишите схемы и опишите механизм реакции гидратации (галогенирования, гидрогалогенирования) пропена-2. Укажите статистический и динамический факторы, стадии процесса, приведите современную формулировку правила Марковникова.
2. Напишите схемы и опишите механизм реакции гидратации (галогенирования, гидрогалогенирования) этилена. Укажите статистический и динамический факторы, стадии процесса, приведите современную формулировку правила Марковникова.
3. Напишите схемы и опишите механизм реакции гидрогалогенирования (галогенирования, гидротации) кротоновой (бутен-2-овой) кислоты. Укажите статистический и динамический факторы, стадии процесса, приведите современную формулировку правила Марковникова.
4. Напишите схемы и опишите механизм реакции галогенирования бензола. Приведите уравнения реакции образования  $E^+$ , стадии реакции, названия продуктов реакции.
5. Напишите схемы и опишите механизм реакции алкилирования бензола пропенем в кислой среде. Приведите уравнения реакции образования  $E^+$ , стадии реакции, названия продуктов реакции.
6. Напишите схемы и опишите механизм реакции алкилирования бензола йодистым метилом. Приведите уравнения реакции образования  $E^+$ , стадии реакции, названия продуктов реакции.
7. Напишите схемы и опишите механизм реакции алкилирования бензола третичным изобутиловым спиртом в кислой среде. Приведите уравнения реакции образования  $E^+$ , стадии реакции, названия продуктов реакции.
8. Напишите схему и опишите механизм реакции элиминирования (E):
  - 8.1. дегидрогалогенирования 2,3-диметил-2-хлорбутана;
  - 8.2. дегидрогалогенирования 2-метил-3-хлорбутана;
  - 8.3. дегидрогалогенирования 3-хлорпентана;

|   |   |
|---|---|
|   | 8.4. дегидрогалогенирования 2-хлор-3-этилпентана;<br>8.5. дегидрохлорирования 2-хлор-3-этилпентана;<br>8.6. дегидрохлорирования 2-хлор-3-этилпентана;<br>8.7. дегидратации пропанола-2;<br>8.8. дегидратации 2-метилпропанола-2.<br>8.9. дегидрогалогенирования 3-метил-2-хлорбутана;<br>8.10. дегидрогалогенирования 3-бром-2-метилпентана;<br>8.11. дегидрогалогенирования 2-метил-3-хлорбутана;<br>8.12. дегидратации 2-метилбутанола-2;<br>8.13. дегидратации 2-метилбутана;<br>8.14. дегидратации 2-метил-бутанола-2;<br>8.15. дегидратации 2-метилпентанола-3;<br>8.16. дегидратации 3-этилпентанола-3;<br>8.17. дегидратации бутанола-2;<br>8.18. дегидратации 3-метилбуанола-2. |
| 4 | <b>Заключительная часть занятия:</b><br>– подведение итогов занятия;<br>– выставление текущих оценок в учебный журнал.  |

#### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические мел, доска.

**Модуль № 4** Теоретические основы строения органических соединений, определяющие их реакционную способность. Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования

**Тема 4.** Омыляемые липиды.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания строения и химических свойств омыляемых липидов и их структурных компонентов для изучения структуры биологических мембран и процессов липидного обмена.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия) |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:                  |

1. Липиды. Классификация липидов. Функции липидов.
2. Высшие жирные карбоновые кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, пента- и гекса-еновые кислоты.
3. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.  $\beta$ -окисление насыщенных кислот.
4. Фосфолипиды. Фосфатидные кислоты. Фосфатидилколедины (кефалины), фосфотидилсерин, фосфатидилхолин (лецитин)
5. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов.
6. Основные природные высшие жирные кислоты, входящие в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.
7. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.  $\beta$ -окисление насыщенных кислот.
8. Фосфолипиды. Фосфатидные кислоты. Фосфатидилколедины (кефалины), фосфотидилсерин, фосфатидилхолин (лецитин) – структурные компоненты клеточных мембран.

Отработка практических умений и навыков  
Лабораторная работа

### **Опыт 1 Растворимость жира**

**Материалы и реактивы.** Говяжье сало, растительное масло, спирт, бензол, хлороформ. Штатив с пробирками и пробками для пробирок, водяная баня.

**Ход работы.** В четыре пробирки помещают кусочек сала размером со спичечную головку. В первую пробирку добавляют 2 мл воды, во вторую - 2 мл спирта, в третью – 2 мл бензола и в четвертую – 2 мл хлороформа. Смесь в пробирках хорошо встряхивают, отмечая наблюдаемые изменения. Результаты записывают в журнал. Опыт повторяют с растительным маслом (взять 5-7 капель масла). В первой пробирке образуется нестойкая, быстро расслаивающаяся эмульсия, во второй – мутный раствор, что указывает на плохую растворимость масла в спирте, в третьей и четвертой пробирках образуются прозрачные растворы в результате хорошей растворимости масла в бензоле и хлороформе.

### **Опыт 2 Проба на глицерин**

**Материалы и реактивы.** Говяжье сало, кристаллический  $\text{KHSO}_4$  или борная кислота, аммиачный раствор азотнокислого серебра  $\text{AgNO}_3$ , сухая пробирка, спиртовка.

**Ход работы.** Небольшой кусочек говяжьего сала смешать с кристаллическим  $\text{KHSO}_4$  или борной кислотой, внести смесь в сухую пробирку и нагреть на пламени горелки. При этом наблюдается резкий своеобразный запах акролеина. В выделяющиеся из пробирки пары внести бумажку, смоченную аммиачным раствором азотнокислого серебра. Бумажка чернеет в результате восстановления акролеином



|   |  |
|---|--|
|   | <p>серебра.</p> <p><b>Опыт 3 Проба на ненасыщенные жирные кислоты</b></p> <p><b>Материалы и реактивы.</b> Растительное масло, спиртовой раствор йода, крахмальный клейстер, бромная вода, штатив с пробирками, пипетки.</p> <p><b>Ход работы.</b> К смеси 1 мл растительного масла и 1 мл воды добавить 2 капли спиртового раствора йода. После непродолжительного встряхивания содержимое пробирки проверить на реакцию с крахмалом. Раствор крахмала не дает синего окрашивания, то есть не обнаруживает присутствия свободного йода.</p> <p>К 1 мл растительного масла добавить несколько капель бромной воды. Вода обесцвечивается.</p> <p><b>Опыт 4 Омыление жиров в водно-спиртовом растворе щелочи</b></p> <p><b>Материалы и реактивы.</b> Жир, 15%-ный спиртовой раствор щелочи, насыщенный раствор поваренной соли. Пробирка, стеклянная палочка, пробка с трубкой-холодильником, водяная баня.</p> <p><b>Ход работы.</b> В пробирку поместить 2 г жира и прилить 6 мл 15%-ного спиртового раствора щелочи. Перемешать смесь стеклянной палочкой, пробирку со смесью закрыть пробкой с трубкой-холодильником, поставить в водяную баню и нагревать 12-15 минут до кипения. Омыление вести до тех пор, пока жидкость не станет однородной.</p> <p>Для определения конца омыления налить в пробирку несколько капель полученной смеси, добавить 6 мл воды и нагревать раствор. Если взятая смесь растворяется в воде, без выделения капель жира, то омыление можно считать законченным. Если в растворе есть капли жира, то смесь продолжить нагревать на водяной бане еще несколько минут.</p> <p>К полученной густой жидкости добавить насыщенный раствор NaCl. Жидкость мутнеет и выделяется слой мыла, всплывающий на поверхность.</p> <p><b>Опыт 5. Гидролиз спиртового раствора мыла</b></p> <p><b>Материалы и реактивы.</b> Хозяйственное мыло, этанол, фенолфталеин. Пробирка, стеклянная палочка, пипетка.</p> <p><b>Ход работы.</b> В пробирку поместить небольшой кусочек хозяйственного мыла, добавить 5 капель этанола и 1 каплю фенолфталеина. Перемешать смесь стеклянной палочкой. Смесь не окрашивается, что указывает на то, что мыло не содержит свободной щелочи и имеет реакцию среды, близкую к нейтральной. Добавить 10 капель воды к содержимому пробирки. После добавления воды смесь окрашивается в малиновый цвет, интенсивность окрашивания зависит от количества приливаемой (по каплям) воды. Следовательно, при добавлении воды происходит гидролиз «мыла» с образованием свободной щелочи, благодаря чему происходит изменение окраски фенолфталеина.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <p>– подведение итогов занятия;</p>  |

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*<sup>\*</sup>; водяная баня.

\*Реактивы: Говяжье сало 10 г, растительное масло, бензол, хлороформ этанол по 10 мл на рабочий стол; водный раствор фенола 5 мл; кристаллический  $\text{KHSO}_4$  или борная кислота, аммиачный раствор азотнокислого серебра  $\text{AgNO}_3$  по 1 мл на рабочий стол; раствор ацетата натрия по 10 мл на рабочий стол; спиртовой раствор йода, крахмальный клейстер, бромная вода по 5 мл на рабочий стол; 15%-ный спиртовой раствор щелочи, насыщенный раствор поваренной соли по 5 мл на рабочий стол; фенолфталеин 5 мл; дистиллированная вода по 50 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 5.** Углеводы: моносахариды и дисахариды.

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания стереохимического строения таутомерных форм и важнейших свойств моносахаридов как основу для понимания их превращений в организме.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Моносахариды. Классификация.<br>2. Стереои́зомерия моносахаридов. D- и L-стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса.<br>3. Стереои́зомерия моносахаридов. Фуранозы и пиранозы; $\alpha$ , $\beta$ -аномеры.<br>4. Стереои́зомерия моносахаридов. Цикло-оксотаутомерия, конформация пиранозных форм моносахаридов.<br>5. Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза, дезоксирибоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза).<br>6. Строение оксикарбонильных и циклических форм: |

глюкозамин, маннозамин, галактозамин.

7. SN у аномерного центра в циклических формах моносахаридов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аминсахаров.

8. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Гликоновые, гликаровые, глюкуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота.

9. Восстановление моносахаридов: ксилит, сорбит, маннит.

10. Взаимопревращения альдоз и кетоз. Реакции альдольного типа в ряду моносахаридов: альдольное присоединение дигидроксисацетона к глицериновому альдегиду, альдольное расщепление фруктозы.

Отработка практических умений и навыков

Лабораторная работа

**Опыт № 1 Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе**

**Материалы и оборудование:** Раствор глюкозы, 2 н раствор гидроксида натрия, 0,2 н раствор сульфата меди. Пробирка, пипетки.

**Ход работы:** В пробирку внести 5 капель 0,5 % раствора глюкозы и 10 капель 2 н раствора гидроксида натрия. К полученной смеси добавить 5 капель 0,2 н раствора сульфата меди. Образовавшейся вначале осадок голубого цвета немедленно растворяется и образуется прозрачный раствор сахарата меди синего цвета. Растворение гидроксида меди указывает на наличие гидроксильных групп в глюкозе.

Полученный раствор сохранить для следующего опыта.

**Опыт № 2 Окисление глюкозы гидроксидом меди (II) (проба Троммера)**

**Материалы и оборудование:** полученный в предыдущем опыте раствор сахарата меди, дистиллированная вода. Пробирка, спиртовка, держатель для пробирок (водяная баня).

**Ход работы:** К части полученного в предыдущем опыте щелочному синему раствору сахарата меди добавить дистиллированной воды, чтобы высота слоя жидкости была 20 мм. Нагреть пробирку на пламени спиртовки (или поместить на водяную баню) так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля. Содержимое верхней части пробирки окрашивается в зелено-желтый цвет, переходящий в кирпично-красный, а затем в черно-бурый. Вначале выпадает желтый осадок вследствие образования  $\text{CuOH}$ , а затем черный осадок оксида меди (I). Одновременно с постепенным восстановлением гидроксида меди, происходит окисление глюкозы с образованием глюконовой кислоты

**Опыт № 3 Реакция Селиванова на фруктозу**

**Материалы и оборудование:** 1% водный раствор фруктозы, 5% водный раствор резорцина, концентрированная соляная кислота.

|   |   |
|---|---|
|   | <b>Ход работы:</b> В пробирку внести 5 капель 1% водного раствора фруктозы, 5 капель 5 % водного раствора резорцина и 1-2 капли конц. соляной кислоты. Содержимое пробирки осторожно нагреть до начала кипения, не допуская закипания жидкости. Фруктоза при нагревании с соляной кислотой и резорцином дает вишнево-красное окрашивание (в красный цвет окрашен продукт конденсации резорцина с фурфуролом, образовавшимся из фруктозы). |
| 4 | <b>Заключительная часть занятия:</b><br>– подведение итогов занятия;<br>– выставление текущих оценок в учебный журнал.  |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*, водяная баня.

\*Реактивы: Раствор глюкозы, 2 н раствор гидроксида натрия, 0,2 н раствор сульфата меди по 10 мл на рабочий стол; 1% водный раствор фруктозы, 5% водный раствор резорцина, концентрированная соляная кислота по 5 мл на рабочий стол; вода дистиллированная по 50 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

### Тема 6. Углеводы: гомо и гетерополисахариды.

#### Вид учебного занятия лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания принципов строения и основных свойств дисахаридов и полисахаридов как основу для понимания их биологических функций. Сформировать знания принципов строения и основных свойств дисахаридов и полисахаридов. Получить представление о взаимосвязи пространственного строения углеводов ди- и полисахаридов с их биологическими функциями.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия   |
|-------|--|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)  |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>  |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Дисахариды: мальтоза, лактоза. Строение, цикло-оксотаутомерия. Восстанови-тельные свойства. Гидролиз. |

Конформационное строение мальтозы.

2. Дисахариды: целлобиоза, сахароза. Строение. Цикло-оксотаутомерия и восстановительные свойства целлобиозы, ее конформационное строение. Гидролиз дисахаридов.

3. Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, декстран. Первичная структура. Гидролиз.

4. Гомополисахариды. Пектины (полигалактуроновая кислота). Целлюлоза. Первичная структура. Гидролиз.

5. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Первичная структура. Представление о строении гепарина.

6. Фосфолипиды. Фосфатидные кислоты. Фосфатидилколламины (кефалины), фосфотидилсерины, фосфатидилхолины (лецитины)

Отработка практических умений и навыков

Лабораторная работа

### **Опыт № 1 Восстанавливающая способность лактозы**

**Материалы и оборудование:** 1%-ный раствор лактозы, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди. Пробирка, спиртовка, держатель для пробирок (водяная баня).

**Ход работы.** Внести в пробирку 1 каплю 1%-ного раствора лактозы, 4 капли 10%-ного раствора гидроксида натрия и добавить 1 каплю 2%-ного раствора сульфата меди. Образующийся голубой осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при встряхивании пробирки растворяется, образует прозрачный синий раствор комплексной соли  $\text{Cu}^{2+}$  с лактозой. Добавить для разбавления несколько капель воды до высоты слоя жидкости 20 мм. Осторожно нагреть пробирку (до кипения) над пламенем спиртовки так, чтобы нагревалось только верхняя часть раствора, а нижняя часть оставалась для контроля. При нагревании цвет верхней части раствора переходит в кирпично-красный цвет.

### **Опыт № 2 Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы**

**Материалы и оборудование:** 1%-ный раствор сахарозы, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди. Пробирка, спиртовка, держатель для пробирок (водяная баня).

**Ход работы.** Внести в пробирку 2 капли 1%-ного водного раствора сахарозы, 10 капель 10%-ного раствора гидроксида натрия, добавить для разбавления 10 капель воды и прибавить 2 капли 2%-ного раствора сульфата меди. Образуется прозрачный раствор комплексной соли  $\text{Cu}^{2+}$  с сахарозой. Осторожно нагреть пробирку над пламенем спиртовки, не допуская кипячения жидкости. Окраска раствора не изменяется.

### **Опыт № 3 Реакции крахмала**

**Материалы и оборудование:** крахмал, этиловый спирт, раствор йода в йодистом калии, разбавленный раствор щелочи, раствор

|   |   |
|---|---|
|   | <p>сернокислой меди, стакан или колба V=100 мл, пробирки, водяная баня.</p> <p><b>Ход работы.</b> Около 1г сухого крахмала взбалтывают с 5-6 мл воды, выливают суспензию крахмала в 50 мл воды, нагретой до кипения в стакане или колбе. Образуется почти прозрачный, слегка опалесцирующий крахмальный клейстер.</p> <p>Охладив раствор, проводят с ним следующие реакции.</p> <p>А. К 1-2 мл раствора крахмала добавляют каплю раствора йода. Полученную темно-синюю жидкость нагревают. Окраска исчезает, но при охлаждении снова появляется.</p> <p>Б. Другую пробу раствора крахмала (1-2 мл) смешивают с 1 мл спирта. Последующее добавление йода дает лишь слабое буроватое окрашивание.</p> <p>В. К 1-2 мл крахмального клейстера добавляют несколько капель щелочи и нагревают смесь до кипения. Жидкость не обнаруживает изменений или лишь слегка желтеет.</p> <p>Г. К 1-2 мл клейстера добавляют несколько капель щелочи и 1-2 капли раствора сернокислой меди и нагревают смесь в кипящей воде 2-3 мин. Раствор остается почти не окрашенным, голубые хлопья нерастворившегося гидроксида меди при нагревании чернеют, красного или желтого осадка не образуется.</p> <p><b>Опыт № 4 Образование декстрина и его реакции</b></p> <p><b>Материалы и оборудование:</b> см. предыдущий опыт.</p> <p><b>Ход работы.</b> Около 0,5 г сухого крахмала очень осторожно, при постоянном встряхивании, нагревают в сухой пробирке на пламени горелки до начала пожелтения порошка. Дают пробирке остыть. К образовавшемуся декстрину добавляют 5-6 мл холодной воды. Смесь сильно встряхивают 1-2 мин. И фильтруют. Прозрачный фильтрат делят на 4 части и проводят с ним реакции, как в предыдущем опыте: с йодом, со спиртом, со щелочью при нагревании и с солью меди (II) в щелочном растворе при нагревании. Во всех случаях наблюдается различие между отношением крахмала и декстрина к этим реактивам.</p> <p>А. Йод окрашивает раствор декстрина в бурый или красноватый цвет.</p> <p>Б. Спирт осаждает из водного раствора хлопья декстрина.</p> <p>В. При кипячении со щелочью раствор декстрина окрашивается в ярко-желтый или коричневый цвет.</p> <p>Г. Окисная медь восстанавливается декстрином до закисной, и смесь при нагревании краснеет.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>  |

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).

- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*, водяная баня.

\*Реактивы: 1%-ный раствор лактозы, 1%-ный раствор сахарозы, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди по 10 мл на рабочий стол; крахмал 2 г; этиловый спирт, раствор йода в йодистом калии, по 5 мл на рабочий стол; вода дистиллированная по 50 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

**Тема 7. Аминокислоты, пептиды, белки.**

**Вид учебного занятия** лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания строения и свойств важнейших  $\alpha$ -аминокислот и химических основ структурной организации белковых молекул. Сформировать знания пространственного строения  $\alpha$ -аминокислот. Сформировать знания специфических химических свойств  $\alpha$ -аминокислот. Получить представление о взаимосвязи пространственного строения  $\alpha$ -аминокислот с их биологическими функциями.

**План проведения учебного занятия**

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура. Стереоизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Классификация с учетом различных признаков: по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей (алифатические, ароматические, гетероциклические, содержащие гидроксильную, карбонильную или амидную группу, серосодержащие), по полярности радикалов, по кислотно-основным свойствам, биологическая классификация.<br>2. Биосинтетические пути образования $\alpha$ -аминокислот из кетонокислот:<br>- реакции восстановительного аминирования и реакции<br>- трансаминирования. Пиридоксальный катализ.<br>3. Химические свойства $\alpha$ -аминокислот. Образование внутрикислотных солей. Реакции этирификации, ацилирования, алкилирования, образования иминов. Взаимодействие с азотистой |

кислотой и формальдегидом, значение этих реакций для анализа аминокислот.

4. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции дезаминирования. Реакции гидроксирования. Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламина, гистамина, триптамина, серотонина, кадаверина,  $\alpha$ -аланина,  $\alpha$ -аминомасляной кислоты).

5. Пептиды. Электронное и пространственное строение пептидной группы. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Установление первичной структуры пептидов. Определение кислотной последовательности. Понятие о стратегии пептидного синтеза.

Закрепление теоретического материала

Лабораторная работа

#### **Опыт 1 Отношение белков к кислотам и щелочам**

**Материалы:** белки (растворы), концентрированная уксусная кислота, 15%-ный раствор сернокислого аммония, разбавленный раствор щелочи.

**Ход работы.** К 2-3 мл раствора белка добавляют по каплям, при встряхивании, концентрированную уксусную кислоту. Во всех растворах наблюдается выпадение белка в осадок в виде мути или хлопьев. При дальнейшем добавлении кислоты осадок белка снова растворяется.

Полученный кислый раствор делят на две части. Одну из них нагревают до кипения. В отличие от исходного раствора свертывания белка не наблюдается. При добавлении к горячей кислой жидкости 1-2 капель раствора сернокислого аммония наблюдается свертывание.

К другой части кислого раствора белка осторожно добавляют по каплям, при встряхивании, разбавленный раствор щелочи. При постепенной нейтрализации избытка кислоты образуется осадок белка, снова растворяющийся в избытке щелочи. Добавив 1-2 мл раствора щелочи, нагревают полученную щелочную жидкость до кипения. При этом белок не свертывается.

Если раствор белка не слишком разбавлен, то при кипячении с избытком щелочи обнаруживается отщепление аммиака и сероводорода.

#### **Опыт 2 Осаждение белков солями тяжелых металлов**

Соли тяжелых металлов уже в очень малых концентрациях осаждают белки, образуя с ними нерастворимые в воде солеобразные соединения. Поэтому белки являются противоядием при отравлениях солями многих тяжелых металлов.

**Материалы:** белки (растворы), насыщенный водный раствор сернокислой меди, 20%-ный водный раствор уксуснокислого свинца.

**Ход работы.** Поместив в две пробирки по 1-1,5 мл исследуемого



раствора белка, добавляют в одну из них раствор сернокислой меди, а в другую – раствор уксуснокислого свинца. Добавление реактива в обоих случаях производят медленно, по каплям, при встряхивании. Первоначально образуется хлопьевидный осадок или раствор мутнеет вследствие выделения малорастворимого соединения белка с солью меди (голубого цвета) или с солью свинца (белого цвета). При дальнейшем добавлении реактива осадок снова растворяется.

### **Опыт 3 Биуретовая реакция белков**

Биуретовая реакция обнаруживает наличие в молекуле белка пептидных группировок  $-CO-NH-$ . Продукты распада белка – полипептиды также дают биуретовую реакцию, причем цвет образующихся медных комплексов определяется числом аминокислот, связанных пептидной связью. Дипептиды дают синюю окраску, трипептиды – фиолетовую, а тетрапептиды и более сложные пептиды – красную.

**Материалы:** белки (растворы), концентрированный раствор щелочи, раствор сернокислой меди.

**Ход работы.** А. К 1-2 мл раствора белка добавляют равный объем концентрированного раствора щелочи и затем каплю (не больше!) раствора сернокислой меди. Жидкость окрашивается в ярко-фиолетовый цвет, который заметен даже в окрашенной водной вытяжке из мяса.

Б. При малом содержании белка и недостаточной яркости и отчетливости получаемой окраски снова смешивают в чистой пробирке растворы белка и щелочи, наклоняют пробирку и осторожно приливают по ее стенке из пипетки 0,5-1 мл раствора сернокислой меди так, чтобы он образовал в пробирке верхний слой, не смешиваясь с остальной жидкостью. В этом случае на границе слоев появляется очень отчетливое фиолетовое прозрачное кольцо.

### **Опыт 4 Ксантопротеиновая реакция белков**

Ксантопротеиновая реакция обнаруживает наличие в белке одиночных или конденсированных ароматических ядер, т. е. остатки таких аминокислот, как фенилаланин, тирозин, триптофан. Желтое окрашивание появляется в результате нитрования этих ядер азотной кислотой и образования полинитросоединений. Переход в щелочной среде желтой окраски подобных веществ в оранжевую обусловлен образованием более интенсивно окрашенных анионов.

**Материалы:** белки (растворы), концентрированная азотная кислота, концентрированный раствор щелочи.

**Ход работы.** К 1 мл раствора белка добавляют 0,2-0,3 мл концентрированной азотной кислоты, появляется белый осадок или раствор мутнеет. Затем нагревают смесь на горелке до кипения и поддерживают его в течение 1-2 мин. При этом раствор и осадок окрашиваются в ярко-желтый цвет. При кипячении выделившийся осадок может полностью или частично раствориться в результате гидролиза, но характерная желтая окраска раствора сохраняется.

|   |  |
|---|--|
|   | Охладив смесь, осторожно по каплям добавляют к кислой жидкости избыток (1-2 мл) концентрированного раствора щелочи. Выпадает осадок кислотного альбумината, образующий с избытком щелочи ярко-оранжевый раствор. |
| 4 | <b>Заключительная часть занятия:</b><br>– подведение итогов занятия;<br>– выставление текущих оценок в учебный журнал.   |

### Средства обучения:

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска, лабораторные столы, пробирки (20 шт.), штативы для пробирок (5 шт.), спиртовка (5 шт.), держатель для пробирок (5 шт.); склянки с реактивами\*.

\*Реактивы: белки (растворы), 15%-ный раствор сернокислого аммония, разбавленный раствор щелочи по 10 мл на рабочий стол; насыщенный водный раствор сернокислой меди, 20%-ный водный раствор уксуснокислого свинца по 5 мл на рабочий стол; концентрированная уксусная кислота, концентрированная азотная кислота, концентрированный раствор щелочи, по 5 мл на рабочий стол; вода дистиллированная по 50 мл на рабочий стол.

\*Расчет рабочей посуды и реактивов произведен на 5 рабочих групп по 2 человека в каждой.

### Тема 8. Биологически активные гетероциклы. Нуклеиновые кислоты.

#### Вид учебного занятия лабораторная работа

**Цель:** Сформировать знания строения и особенностей химического поведения гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью. Сформировать знания специфических химических свойств биологически активных гетероциклов.

#### План проведения учебного занятия

| № п/п | Этапы и содержание занятия  |
|-------|---|
| 1     | <b>Организационный момент.</b><br>Объявление темы, цели занятия.<br>Мотивационный момент (актуальность изучения темы занятия)   |
| 2     | <b>Входной контроль, актуализация опорных знаний, умений, навыков (тестирование).</b>   |
| 3     | <b>Основная часть учебного занятия.</b><br>Закрепление теоретического материала<br>Вопросы для рассмотрения:<br>1. Гетероциклы с одним гетероатомом:<br>1.1. Пиррол, индол, пиридин, хинолин. Понятие о строении тетрапиррольных соединений (гем, порфин).<br>1.2. Биологически важные производные пиридина – |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.</p> <p>1.3. Производные 8-гидроксихинолина–антибактериальные средства комплексобразующего действия.</p> <p>2. Гетероциклы с несколькими гетероатомами:</p> <p>2.1. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин.</p> <p>2.2. Пиразолон-5 - основа ненаркотических анальгетиков.</p> <p>2.3. Барбитуровая кислота и ее производные.</p> <p>2.4. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочева кислота).</p> <p>3. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пиримидиновые – урацил, тимин, цитозин;</li> <li>- пуриновые – аденин, гуанин. Ароматические свойства. Лактим-лактаманная таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность, водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований.</li> </ul> <p>4. Нуклеозиды. Характер связи нуклеинового основания с углеводным остатком: конфигурация гликозидного центра. Гидролиз нуклеозидов.</p> <p>5. Нуклеотиды. Строение моонуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Номенклатура. Гидролиз.</p> <p>6. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.</p> <p>7. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородной связи в формировании вторичной структуры.</p> <p>8. Нуклеотид-моно- и полифосфаты: АМФ, АДФ, АТФ. Нуклеотид- циклофосфаты (ц-АМФ). Особенности строения этих нуклеотидов, позволяющих им выполнять функции макроэргических соединений и внеклеточных биорегуляторов.</p> <p>9. Никотинамиднуклеотидные коферменты. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДН Ф<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup>-НАДН, гидридный перенос как одна из стадий биологических реакций окисления-восстановления с участием этой системы.</p> |
| 4 | <p><b>Заключительная часть занятия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подведение итогов занятия;</li> <li>– выставление текущих оценок в учебный журнал.</li> </ul>  |

**Средства обучения:**

- дидактические: раздаточный материал (варианты тестов).
- материально-технические: мел, доска.