

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра общей химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ К
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Дисциплина Химия.

Специальность (код, название) 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Курс 1

Семестр 1, 2

Уфа

Рецензенты:

1. Чемерис Алексей Викторович - главный научный сотрудник Института биохимии и генетики - обособленного структурного подразделения ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор
2. Башкатов Сергей Александрович, декан биологического факультета ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии, доктор биологических наук, профессор

Автор: доцент Сафиулова Г.И.

Утверждено на заседании кафедры общей химии №7 от «29» марта 2023 г.

Занятие №1

Растворы. Титриметрический анализ.

1. Тема и ее актуальность Учение о растворах важно для медика, т.к. важнейшие биологические жидкости: кровь, лимфа, слюна и другие, являются растворами; биохимические реакции протекают в растворах, усвоение пищи связано с переходом питательных веществ в растворенное состояние, биожидкости транспортируют питательные вещества, лекарственные препараты к органам и тканям, а также выводят метаболиты.

Свойства растворов зависят от числа и количества компонентов. Важной характеристикой растворов является их концентрация. Для определения концентраций используется метод объемного анализа.

2. Учебные цели: приобретение практических навыков расчета и приготовления растворов заданной концентрации; ознакомление с методикой титриметрического метода анализа.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать**:

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;
- основные понятия: раствор, растворитель, растворенное вещество;
- способы выражения концентраций;
- сущность титриметрического анализа, закон эквивалентов;
- методы нейтрализации.

Уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;
- рассчитывать концентрации растворов.

Владеть:

- самостоятельной работой с учебной и справочной литературой;
- навыками работы с химической измерительной посудой.
- и овладеть следующими **компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Растворы, растворитель, растворенное вещество.
 2. Концентрация, способы выражения концентрации.
 3. Сущность титриметрического метода анализа, классификация методов анализа.
 4. Титр, титрант, стандартизация раствора.
 5. Точка эквивалентности, индикаторы, закон эквивалентов.
- 4. Вид занятия:** практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

бюретка на 25 мл, пипетка на 10 мл, три конических колбы для титрования.	на группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования :

раствор серной кислоты неизвестной концентрации	на группу
---	-----------

6.5. Реактивы:

0,1н. раствор Na ₂ CO ₃ ,индикатор-метилоранж	На группу
---	-----------

7. Содержания занятия:

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Молярная концентрация - это

- 1) масса вещества в 1 л раствора,
- 2) количество вещества в 1 л раствора,
- 3) масса вещества в 1 мл раствора,
- 4) количество вещества в 1кг растворителя.

2.Фактор эквивалентности для Al₂(SO₄)₃

- 1) 1 2) 1/2 3) 1/3 4) 1/6

3. В основе титриметрического метода анализа лежит закон.

- 1) Авогадро 2) эквивалентов 3)действия масс 4) Вант-Гоффа

4. В методе нейтрализации используют реакции

- 1) осаждения 2) комплексообразования

3) окисления-восстановления 4. кислотно-основного взаимодействия

5. Титр измеряется в

- 1) % 2) моль/л 3) г/мл 4) г/л.

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Растворы, классификация растворов.

2. Способы выражения концентраций.

3. Сущность титриметрического метода анализа, закон эквивалентов, реакции, лежащие в основе, титрант, титрование, индикаторы, точка эквивалентности.

7.3. Лабораторная работа.

Определение концентрации H₂SO₄ по 0,1н. раствору соды.



Бюретку заполнить 0,1н. раствором соды. В коническую колбу с помощью пипетки и резиновой груши перенести 10 мл раствора H₂SO₄ неизвестной концентрации, затем 2 капли метилоранжа. При перемешивании прикапывать из бюретки раствор соды к раствору кислоты до тех пор, пока раствор не станет из розового желтым . Записать объем титранта V(Na₂CO₃). Титрование повторить трижды. Для расчета взять среднее арифметическое из трех опытов.

$$C_{\text{H}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_{\text{H}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{CO}_3) / V(\text{H}_2\text{SO}_4).$$

Сделайте вывод.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

1. Молярная концентрация эквивалента и молярная концентрация одинаковы для:
1) NaOH, Ca(OH)₂; 2) NaOH, NaOH; 3) NaOH, KOH; 4) KCl, K₂SO₄.
2. Растворимость измеряется в
1) % 2) г/100г растворителя 3) моль/л 4) г/мл
3. Массовая доля NaCl в растворе, содержащем 10г NaCl в 500 мл раствора (плотность 1,06 г/мл)
1) 1,88 2) 1,78 3) 1,68 4) 2,18
4. Классификация методов титриметрического метода анализа основана на:
1) применении определенного вида индикаторов,
2) использовании конкретного способа титрования,
3) типах реакций, лежащих в основе определения,
4) применении определенного титранта.
5. Объем 4М HCl, требующийся для нейтрализации 10 г NaOH
1) 62,5 мл; 2) 52,5 мл; 3) 42,5 мл; 4) 32,5 мл.

Типовые задачи.

1. Рассчитать массу вещества, содержащегося в 1 л 0,2 М раствора MgSO₄.
2. Рассчитать массы хлорида натрия и воды, которые надо взять для приготовления 400 г 0,9% раствора хлорида натрия (физиологический раствор).
3. Сколько граммов Na₂SO₄·10H₂O следует растворить в 250г воды для получения 5%-ного раствора Na₂SO₄?
4. Сколько граммов Na₂CO₃ содержится в 500 мл 0,1н. раствора?
5. Сколько мл 0,1н. раствора H₃PO₄ можно приготовить из 80 мл 0,75н. раствора H₃PO₄?
6. Вычислить молярность, моляльность и нормальность 40%-го раствора H₃PO₄ (ρ = 1,25 г/мл).
7. Сколько мл 0,1н. раствора щелочи потребуется для осаждения в виде Fe(OH)₃ всего железа, содержащегося в 250 мл 0,2н. раствора FeCl₃?
8. На нейтрализацию 50 мл 0,5н. раствора кислоты пошло 25 мл раствора едкого натра. Сколько граммов едкого натра содержит 1 л этого раствора?
9. Образец дигидрата щавелевой кислоты массой 0,700 г растворили в мерной колбе на 100 мл. На титрование 10,0 мл полученного раствора затрачено 10,6 мл 0,1 молярного раствора NaOH. Рассчитайте массовую долю вещества в образце.
10. Для определения общей кислотности желудочного сока 5,0 мл его оттитровали 0,095 моль/л раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

На реакцию израсходовано 2,8 мл раствора щелочи. Рассчитайте кислотность анализируемого сока в титриметрических единицах.

11. На нейтрализацию 40,0 мл раствора щелочи израсходовано 25,0 мл 0,5 моль/л серной кислоты по эквиваленту. Какова молярная концентрация эквивалента раствора щелочи? Какой объем 0,2 моль/л раствора щелочи потребовался бы для той же цели?

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6 Задание на дом. Коллигативные свойства растворов.

Место проведение самоподготовки: читальный зал и др.

Литература.

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	

4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliruycshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ
----	--	---	--	-----------------------

Занятие № 2

Коллигативные свойства растворов.

1. Тема и ее актуальность. Коллигативные свойства-это такие свойства растворов, которые не зависят от химической природы растворенных веществ, а зависят только от их концентрации. Основные законы, определяющие коллигативные свойства растворов – закон Рауля , закон Вант-Гоффа. Явление осмоса играет важную роль в биологических системах. Благодаря осмосу регулируется поступление воды в клетки. Тургор клеток, обеспечивающий эластичность тканей, обусловлен осмотическим давлением. Гипертонические растворы находят применение в хирургии для удаления гноя, микроорганизмов и продуктов распада из ран. Ослабляющее действие глауберовой ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и горькой ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) солей также основано на явлении осмоса. Все растворы, используемые в качестве кровезаменителей, являются изотоничными крови.

2. Учебные цели: научиться рассчитывать температуры кипения и замерзания растворов, осмотическое давление, прогнозировать поведение клеток в различных растворах; научиться определять и рассчитывать рН различных солей; пользоваться справочной литературой.

В результате усвоения темы обучающийся должен **знать:**

- закон Ф.М. Рауля и следствие
- закон осмотического давления Я. Ван-Гоффа.
- понятия: изо-, гипо-, и гипертонические растворы

уметь:

- рассчитывать повышение температуры кипения и понижения температуры замерзания растворов;
- рассчитывать осмотическое давление.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной и справочной литературой;
- математическими расчетами.

и

овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Закон Рауля. Криометрия и эбулиометрия. Осмос. Закон Вант-Гоффа.
2. Изотонические, гипер- и гипотонические растворы. Лизис, плазмолиз.
3. Электролитическая диссоциация. Степень и константа диссоциации. Закон разведения Освальда.
4. Изотонический коэффициент. Коллигативные свойства растворов электролитов.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы

Термометр, прибор для измерения температуры плавления, спиртовка, капиллярная трубка.	На группу
---	-----------

6.4. Объекты исследования

Камфора, бензойная кислота	на группу
0,1 М растворы HCl, CH ₃ COOH, NaOH, NH ₄ OH, солей Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SiO ₃ , NaHCO ₃ , NH ₄ Cl, CH ₃ COONa, Al ₂ (SO ₄) ₃ , FeCl ₃ , CH ₃ COONH ₄ , MgSO ₄ .	на группу

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Изотонический коэффициент больше единицы у
 - 1) C₆H₁₂O₆;
 - 2) CO(NH₂)₂;
 - 3) NaCl;
 - 4) C₂H₅OH.
2. Идеальные растворы:
 - 1) конц H₂SO₄
 - 2) очень разб H₂SO₄
 - 3) 10% NaCl
 - 4) 0,002% C₆H₁₂O₆
3. По какой формуле вычисляется осмотическое давление растворов электролитов?
 - 1) P_{осм}=iCRT
 - 2) P_{осм}=CRT
 - 3) P_{осм}=iωRT
 - 4) P_{осм}=C/(RT)
4. Одностороннее движение молекул растворителя через полупроницаемую мембрану под действием разности концентраций
 - 1) броуновское движение
 - 2) диффузия
 - 3) осмос
 - 4) хаотическое движение
 - 5) электрофорез
5. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания раствора пропорционально
 - 1) молярной концентрации
 - 2) молярной концентрации эквивалента

- 3) моляльной концентрации 4) молярной доле 5) массовой доле

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия:

1. Какие растворы называют идеальными? Закон Рауля.
2. Следствия из закона Рауля: криометрия, эбулиометрия.
3. Осмос. Закон Вант-Гоффа. Изо-, гипер- и гипотонические растворы.
4. Осмомолярность и осмомоляльность растворов жизнедеятельности.
5. Изотонический коэффициент.
6. Коллигативные свойства растворов электролитов.

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 1. Определение молярной массы бензойной кислоты.

Определение температуры плавления раствора вещества в камфоре.

Так как камфора плавится при 179°C , охлаждающей смеси не нужно. Значение криоскопической постоянной камфоры составляет 40, так что понижения температур плавления, создаваемые веществами, велики и могут быть измерены обычным термометром.

Выполнение: смесь, состоящую из 0,05 г бензойной кислоты и 0,5 г камфоры гомогенизируют плавлением. После охлаждения часть твердой смеси перенесите в капилляр и определите температуру плавления.

Молярную массу кислоты рассчитайте по формуле

$$M = (1000 \cdot m_{\text{в-ва}} \cdot K) / (\Delta t_{\text{плав}} \cdot m_{\text{р-ля}}), \text{ г/моль.}$$

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

1. При помещении клетки в гипотонический раствор происходит процесс
1) лизис 2) плазмолиз 3) гемолиз 4) ничего
2. Будут ли изотоничны 3% растворы глюкозы и мочевины?
1) да 2) нет 3) требуются дополнительные условия.
3. Растворы с одинаковым осмотическим давлением
1) изотонические 2) гипертонические
3) гипотонические 4) насыщенные
4. Вычислите температуру замерзания 0,9%-ного раствора NaCl, применяемого в медицине, если $i=1,95$; $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$; $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$.
1) $-0,56^{\circ}\text{C}$ 2) $+0,56^{\circ}\text{C}$ 3) $100,16^{\circ}\text{C}$ 4) $-100,16^{\circ}\text{C}$.
5. Коллигативные свойства растворов зависят от
1) природы растворенного вещества 2) температуры
3) концентрации растворенного вещества 4) давления

Типовые задачи.

1. Давление пара воды при 25°C составляет 3167 Па. Вычислите для той же температуры давление пара раствора, в 450 г которого содержится 90 г глюкозы.

2. Давление пара эфира при 30°C равно $8,64 \cdot 10^4$ Па. Какое количество неэлектролита надо растворить в 50 моль эфира, чтобы понизить давление пара при данной температуре на 2666 Па?
3. Вычислите температуру замерзания 0,9%-ного раствора NaCl, применяемого в медицине, если $i=1,95$; $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$; $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$.
4. Вычислите температуру кипения и температуру замерзания 4,6%-ного раствора глицерина в воде. $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$; $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$.
5. При растворении 13 г неэлектролита в 400 г диэтилового эфира температура кипения повысилась на 0,453°. Вычислите молярную массу неэлектролита.
6. Сколько граммов рибозы следует растворить в 180 г воды, чтобы получить раствор, кипящий при 100,1°C ?
7. Осмотическое давление крови в норме равно 740-780 кПа. Вычислите осмолярность крови при 310 К.
8. Что произойдет с эритроцитами при 310 К в 2%-ном растворе глюкозы ($\rho=1,006$ г/мл)?
9. Рассчитайте осмотическое давление 20%-ного водного раствора глюкозы ($\rho=1,08$ г/мл) при 310 К, применяемого для внутривенного введения, например при отеке легкого. Каким будет этот раствор (гипо-, гипер-, изотоническим) по отношению к крови, если учесть, что $p_{\text{осм.}}$ крови равно 740-780 кПа?
10. Плазма крови начинает замерзать при -0,59°C. Какова осмолярность плазмы и каково ее осмотическое давление при температуре 37°C ?
11. В равных количествах воды растворено: в одном случае 0,5 моль сахарозы, а в другом 0,2 моль CaCl_2 . Температуры замерзания обоих растворов одинаковы. Вычислите степень диссоциации CaCl_2 .
12. Изотонический коэффициент раствора содержащего 178,5 г KBr в 900 г воды равен 1,7. Определите давление водяного пара над этим раствором при 50°C, если давление паров при 50°C равно 123334 Па.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Протолитические равновесия в воде. Гидролиз.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

	785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).				
Дополнительная					
п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиот еке	на кафед ре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа,2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 3

Протолитические равновесия в воде. Гидролиз.

1. Тема и ее актуальность. Гидролиз характерен для многих классов неорганических и органических соединений. Гидролиз неорганических соединений важен для оценки их токсичности. Гидролиз играет важную роль в жизнедеятельности живых организмов. Особенно важен ферментативный гидролиз жиров, белков, углеводов. Энергия, необходимая для жизнедеятельности, высвобождается вследствие гидролиза АТФ.

2. Учебные цели: научиться определять и рассчитывать рН различных солей; пользоваться справочной литературой.

В результате усвоения темы обучающийся должен **знать:**
- сущность протолитической теории кислот и оснований

- основные случаи гидролиза

уметь:

- рассчитывать константу гидролиза, степень гидролиза солей;

- определять кислотность растворов солей;

- рассчитывать рН растворов.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной и справочной литературой;

- математическими расчетами.

и

овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Строение и физико-химические свойства воды.
2. Диссоциация воды. Водородный показатель среды. Константа автопротолиза. Общая, активная и потенциальная кислотности.
3. Теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури и Льюиса.
4. Теория сильных электролитов.
5. Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов.
6. Основные типы гидролиза солей.
7. Расчет константы гидролиза, степени гидролиза и рН.
8. Влияние на гидролиз солей температуры, концентрации.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы

Пробирки. Индикаторная бумага. Лакмус.	На группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования

0,1 М растворы HCl, CH ₃ COOH, NaOH, NH ₄ OH, солей Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SiO ₃ , NaHCO ₃ , NH ₄ Cl, CH ₃ COONa, Al ₂ (SO ₄) ₃ , FeCl ₃ , CH ₃ COONH ₄ , MgSO ₄ .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

- Доля молекул электролита, распавшихся на ионы
 - мольная доля;
 - степень диссоциации;
 - степень гидролиза;
 - константа диссоциации;
- Электролитами являются растворы
 - нитрата калия;
 - мочевины;
 - сахарозы;
 - глицина
- Ионное произведение воды при 25°C
 - 10^{-7} ;
 - 10^{-10} ;
 - 10^{-12} ;
 - 10^{-14} ;
 - 10^{-16} .
- pH меньше 7 для раствора
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
 - CuSO_4
 - Na_2CO_3
 - Al_2S_3
- Степень гидролиза FeCl_3 уменьшится при добавлении небольших количеств:
 - HCl
 - NaOH
 - H_2O
 - Na_2CO_3

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия:

- Теория сильных электролитов. Ионная сила растворов, коэффициент активности, активность.
- Основные типы гидролиза солей.
- Расчет константы гидролиза, степени гидролиза и pH.
- Влияние на гидролиз солей температуры, концентрации.
- Написать уравнение гидролиза растворов солей: KCN , NH_4Cl , Al_2S_3 , указать pH среды.
- Написать уравнения ступенчатого гидролиза растворов солей: FeCl_3 , K_2CO_3 .

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 1. Определение pH растворов кислот, оснований, солей.

С помощью универсального индикатора или pH-метра определите pH ряда растворов, рассчитайте для них же pH, запишите результаты в таблицу:

№	вещество	C, M	pH _{эксп.}	pH _{расчет}	K _г	α _г
1	H_2O					
2	HCl					
3	NaOH					
4	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$					
5	CH_3COOH					
6	NaCl					
7	NH_4Cl					
8	FeCl_3					
9	Na_2CO_3					

10	NaHCO ₃					
11	CH ₃ COONH ₄					

Сравните измеренные и вычисленные значения рН. Объясните, почему в медицине для приема внутрь и полосканий используют NaHCO₃, а не Na₂CO₃.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

1. рН РАСТВОРА - ЭТО
 - 1) натуральный логарифм активной концентрации ионов водорода;
 - 2) десятичный логарифм активной концентрации ионов водорода;
 - 3) отрицательный натуральный логарифм активной концентрации ионов водорода;
 - 4) отрицательный десятичный логарифм активной концентрации ионов водорода;
 - 5) отрицательный десятичный логарифм общей кислотности.
2. ОБЩАЯ КИСЛОТНОСТЬ – ЭТО КОНЦЕНТРАЦИЯ ИОНОВ Н⁺
 - 1) свободных в растворе;
 - 2) связанных в недиссоциируемых молекулах;
 - 3) свободных в растворе и связанных в недиссоциируемых молекулах
3. ПРИ ГИДРОЛИЗЕ МОЛЕКУЛЫ ВЫСТУПАЮТ СОГЛАСНО ПРОТОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ
 - 1) как кислоты;
 - 2) как основания;
 - 3) как кислоты или как основания
4. СТЕПЕНЬ ГИДРОЛИЗА С УВЕЛИЧЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ:
 - 1) уменьшается, т.к. гидролиз – эндотермический процесс;
 - 2) увеличивается, т.к. гидролиз – эндотермический процесс;
 - 3) уменьшается, т.к. гидролиз – экзотермический процесс;
 - 4) не изменяется
5. СОЛЬ, ГИДРОЛИЗУЮЩАЯСЯ И ПО КАТИОНУ, И ПО АНИОНУ
 - 1) HCOONH₄ 2) AlCl₃; 3) KCl; 4) Na₂CO₃; 5) K₂ SiO₃

Типовые задачи.

1. Вычислите рН раствора аммиака с молярной концентрацией 0,15 моль/л. $K(\text{NH}_4\text{OH})=1,8 \cdot 10^{-5}$.
2. Чему равно рН раствора азотной кислоты с концентрацией 0,002 моль/л? Чему равна концентрация уксусной кислоты, имеющего такое же значение рН? $K(\text{CH}_3\text{COOH})=1,8 \cdot 10^{-5}$.
3. Вычислите рН раствора, в котором степень диссоциации 2-динитрофенола равна 60%.
4. Рассчитайте концентрацию протонов в слезной жидкости, рН 7,4.

5. К соляной кислоте объемом 200 мл с концентрацией 0,15M добавили 100 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 0,01M. Вычислить pH полученного раствора.

6. Вычислить pH 0,001н. раствора NH_4Cl $K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,77 \cdot 10^{-5}$.

7. Вычислить pH, K_r , α_r 0,1M раствора Na_2CO_3 (гидролиз по первой ступени). $K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-11}$.

8. Вычислить pH 0,1M раствора CuCl_2 , учитывая гидролиз только по первой ступени. $K(\text{CuOH}^+) = 3,4 \cdot 10^{-7}$.

9. Вычислить pH и степень гидролиза 0,1M раствора NH_4F .

$K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K(\text{HF}) = 6,8 \cdot 10^{-4}$.

10. Рассчитать исходную концентрацию раствора NH_4Cl , если pH=5.

$K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Буферные растворы.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан.	Г. И. Сафиулова, В. К.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	

	- - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Гумерова, Е. В. Пастушенко.		
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие № 4 Буферные растворы.

1.Актуальность. Живые организмы способны поддерживать постоянными рН биологических жидкостей (рН слюны = 6,7; рН сыворотки крови =7,4; рН желудочного сока ~0,9-1,1 и т.д), это кислотно - основной гомеостаз. Такое постоянство возможно благодаря нескольким буферным системам организма:

1) бикарбонатная ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$) обеспечивает до 80% буферных свойств слюны; 2) фосфатная ($\text{HPO}_4^{2-}/\text{HPO}_4^-$); 3) белковая и гемоглобиновая, обеспечивающие до 75% буферной емкости крови. Различные буферные системы широко используются в клинических исследованиях и терапевтической стоматологии (например, при электрофорезе).

2. Учебные цели: научиться готовить буферные растворы с заданным рН, изучить их свойства, рассчитывать рН, емкость буферной системы.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- правила работы в химической лаборатории с реактивами и приборами;
- протолитическую теорию кислот и оснований;
- механизм действия буферных растворов;
- свойства буферных растворов;
- роль буферных систем в жизнедеятельности.

уметь:

- готовить буферные растворы с заданными значениями рН;
- рассчитывать рН растворов;
- рассчитывать буферную емкость;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой;
- вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической

посудой, реактивами;

и овладеть следующими **компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Кислотно-основные буферные растворы, классификация.
2. Механизм буферного действия на примере одной из буферных систем.
3. Количественные характеристики буферных систем: рН (уравнение Гендерсона-Гассельбаха), буферная емкость, зона буферного действия.
4. Буферные системы организма: гидрокарбонатный, фосфатный, гемоглобиновый, белковый буферы.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

- 6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,
- 6.2. ТСО: калькуляторы.
- 6.3. Посуда и приборы.

Штатив с пробирками, бюретка, 2 колбы конические, пипетки, 2 мерных пробирки	на группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования :

0,1 М раствор CH_3COOH , 0,1 М раствор CH_3COONa ,	на группу
--	-----------

6.5. Реактивы:

0,1 М растворы HCl , NaOH , индикатор метиловый оранжевый	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия:

7.1. Образец билета входного контроля

1. Буферные системы, участвующие в поддержании кислотно-щелочного равновесия слюны

- 1) белковый
- 2) водородкарбонатный
- 3) фосфатный
- 4) ацетатный
- 5) аммиачный

2. Буферный раствор, оба компонента которого являются сильными электролитами

- 1) белковый
- 2) водородкарбонатный
- 3) фосфатный

- 4) ацетатный
- 5) карбонатный

3. Соединение, которое образуется при добавлении к аммиачному буферу

- раствора едкого натрия 1) KOH 2) NH₄OH 3) NH₄Cl 4) (NH₄)₂ SO₄
4. pH буферной системы при разбавлении ее в 100 раз...
- 1) увеличится в 10 раз
 - 2) уменьшится в 10 раз
 - 3) увеличится в 100 раз
 - 4) уменьшится в 100 раз
 - 5) не изменится
5. Буфер, участвующий в нейтрализации кислоты при попадании ее на кожу
- 1) белковый
 - 2) водородкарбонатный
 - 3) фосфатный
 - 4) ацетатный
 - 5) карбонатный

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Кислотно-основные буферные растворы, классификация.
2. Механизм буферного действия буферных систем:
 - а) ацетатная CH₃COO⁻/CH₃COOH ;
 - б) бикарбонатная HCO₃⁻/H₂CO₃ ;
 - в) карбонатная CO₃²⁻/ HCO₃⁻ ;
 - г) фосфатная HPO₄²⁻/H₂PO₄⁻ ;
 - д) аммиачная NH₄⁺/NH₄OH;
 - е) гемоглобиновые Hb⁻/HHb; HbO₂⁻/HHbO₂;
 - ж) белковая H₂N-R-COOH .
3. Количественные характеристики буферных систем: pH (уравнение Гендерсона-Гассельбаха), буферная емкость, зона буферного действия.
4. Буферные системы организма: гидрокарбонатный, фосфатный, гемоглобиновый, белковый буферы. Буферные системы участвующие в поддержании кислотно-щелочного равновесия слюны.

7.3. Лабораторная работа.

Приготовление и свойства ацетатного буфера (CH₃COONa/CH₃COOH).

Опыт 1. Приготовление буферного раствора.

Для приготовления буферного раствора используют 0,1М растворы уксусной кислоты и ацетата натрия.

Приготовьте три буферных раствора со следующими соотношениями концентраций CH₃COOH и CH₃COONa (и объемами в мл) 9:1, 5:5, 1:9. Во все приготовленные растворы прибавьте по 1-2 капли индикатора метилового оранжевого. Каждый раствор перемешайте. Сравните и запишите окраску растворов.

О чем свидетельствует одинаковая (разная) окраска индикатора в приготовленных буферных растворах? Рассчитайте pH приготовленных растворов. Результаты наблюдений и расчетов представьте в таблице. pK(CH₃COOH)=4,76

Номера пробирок	1	2	3
Соотношение [CH ₃ COONa]/[CH ₃ COOH]	1/9	5/5	9/1
Цвет раствора после добавления индикатора.			
pH= 4,8+lg([CH ₃ COONa]/[CH ₃ COOH])			

Какие выводы можно сделать, сравнив окраску в пробирках?

Опыт 2. Изучение механизма действия буферного раствора.

Содержимое пробирки № 2 (из опыта 1)разделите поровну на 3 пробирки. В одну из них добавьте 2-3 капли 0,1М раствора HCl, в другую – 2-3 капли 0,1М раствора NaOH, в третью – немного воды. Изменилась ли окраска индикатора во всех трех пробирках?

Ответ объясните. Напишите реакции компонентов буферного раствора с добавленными веществами.

Опыт 3. Измерение буферной емкости по кислоте.

В коническую колбу перелейте раствор № 3 (из опыта 1) желтого цвета, это испытуемый раствор. В другую колбочку перелейте раствор № 1 (из опыта 1) розового цвета, это раствор – свидетель. Оттитруйте испытуемый буферный раствор 0,1М раствором HCl до получения окраски, одинаковой с окраской раствора свидетеля.

Вычислите буферную емкость по кислоте: $V_{\text{кисл}} = V(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl}) / (V_{\text{буф}} \cdot \Delta \text{pH})$.

Как можно увеличить буферную емкость раствора? Как определить буферную емкость по щелочи?

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

- Соотнесите буферные системы со значениями pH

А) ацетатная $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$	1) 8,2-10,2
Б) бикарбонатная $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$	2) 3,8-5,8
В) карбонатная $\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$	3) 5,4-7,4
Г) фосфатная $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$	4) 9,3-12,3
Д) аммиачная $\text{NH}_4^+/\text{NH}_4\text{OH}$	5) 6,2-8,2
- Количество кислоты или щелочи (моль или ммоль эквивалента), добавление которого к 1л буферного раствора изменяет pH на единицу.
 - буферная емкость
 - зона буферного действия
 - кислотность.
- Уравнение Гендерсона-Гассельбаха для буферных систем 2 типа (слабое основание и его соль).
 - $\text{pH} = \text{pK} + \lg([\text{ соль }]/[\text{ кислота }])$
 - $\text{pH} = 14 - \text{pK} - \lg([\text{ соль }]/[\text{ основание }])$
 - $\text{pH} = \text{pK} \pm 1$
- Как изменится pH буферной смеси при разбавлении?
 - уменьшится
 - увеличится
 - не изменится
- Какой буфер составляет 75% всей буферной емкости крови?
 - белковый
 - гемоглобиновый
 - фосфатный
 - водородкарбонатный

Типовые задачи.

- Вычислите pH фосфатного буфера, состоящего из 100 мл 0,1М NaH_2PO_4 и 100 мл 0,3М Na_2HPO_4 , $\text{pK} = 7,21$. (Ответ: 7,69).
- Вычислите pH ацетатного буферного раствора, содержащего 0,5М соли и 1М уксусной кислоты. $\text{pK} = 4,76$. (Ответ: 4,46).

3. Вычислите рН аммиачного буферного раствора, содержащего 2М NH_4OH ($\text{pK}=4,76$) и 0,3М NH_4NO_3 . (Ответ 10,06).
4. Вычислите соотношение концентраций [ацетат натрия]:[уксусная кислота] в буферном растворе с $\text{pH}=5,8$. (Ответ: 11).
5. Рассчитайте емкость буферного раствора по кислоте, если при добавлении к 50 мл этого раствора 2 мл соляной кислоты с концентрацией 0,8М рН изменился от 7,3 до 7,0. (Ответ:0,1М).
6. К 200 мл крови для изменения рН на 0,36 надо добавить 36 мл 0,05М HCl Какова буферная емкость крови по кислоте? (Ответ: 0,025 моль/л).
7. Вычислите рН раствора, полученного при смешивании 70 мл 0,2 М KH_2Cit и 30 мл 0,1 М K_2HCit , где H_3Cit -лимонная кислота ($\text{pK} = 4,66$). (Ответ:3,99).
8. Вычислите рК молочной кислоты, если рН раствора с концентрациями 0,01М молочной кислоты и 0,0139М лактат-иона (анион молочной кислоты) равен 4,0. (Ответ: 3,86).
9. Рассчитайте отношение концентраций компонентов буферного раствора с $\text{pH} = 10,0$, содержащего $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ($\text{pK}=3,19$) и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$. (Ответ: [соль]/[основание]=6,4).
10. Каким станет рН буферного раствора, содержащего 0,1 М CH_3COOH и 0,1М CH_3COONa , если к 100 мл раствора добавить а) 1,0 мл 1,0 М HCl или б) 1,0 мл 1,0 М NaOH ? $\text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$. (Ответ: а) 4,67 б) 4,85).
11. Морская вода ведет себя как буферный раствор при попадании в нее щелочных или кислых вод. Напишите уравнения реакций, обуславливающих буферное действие воды, учитывая, что в воздухе содержится CO_2 , а в морских осадках CaCO_3 .
12. Для исследования активности лицинаминопептидазы в моче и сыворотке крови используют фосфатный буфер с $\text{pH} = 7$. В каком соотношении надо взять массы гидрофосфата натрия и дигидрофосфата калия для приготовления некоторого объема такого раствора?
13. В качестве консерванта пищевых продуктов часто применяется бензоат натрия. Вычислите отношение концентрации бензоат иона и бензойной кислоты: а) в желудочном содержимом ($\text{pH}=1,5$) б) в содержимом кишечника ($\text{pH}=7$).
14. При исследовании осмотической стойкости эритроцитов в клинических лабораториях применяют фосфатный буфер, который готовят следующим образом: безводный гидрофосфат натрия массой 27,31 г, дигидрат дигидрофосфата натрия массой 4,86 г и хлорид натрия массой 180 г растворяют в воде, после чего объем раствора доводят до 2 л. Вычислите рН такого буферного раствора.

7.5. Подведение итогов занятия

7.6. Задание на дом. Гетерогенные равновесия.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yuchshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Гетерогенные равновесия.

1. Актуальность. Реакция осаждения используют в клиническом анализе хлоридов в моче, желудочном соке, в крови, в санитарно-гигиенической практике при анализе питьевых вод.

2. Учебные цели: определять условия образования и растворения малорастворимых сильных электролитов. Научиться писать реакции с их участием, прогнозировать свойства соединений на основе закона действующих масс, пользоваться справочной литературой.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;

уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами;

и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы:

1. Растворы ненасыщенные, насыщенные, пересыщенные. Растворимость, единицы измерения.
2. Гетерогенные процессы и равновесия в растворах электролитов.
3. Закон действующих масс для системы осадок-раствор.
4. Произведение растворимости (константа растворимости). Константа растворимости, молярная растворимость.
5. Условия образования и растворения осадков.
6. Изоморфизм. Кальциевый буфер.
7. Гетерогенные патологические процессы.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

- 6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,
- 6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

штатив с пробирками, рН-метр	на группу
------------------------------	-----------

6.4. Объекты исследования :

растворы CuSO_4 , AgNO_3 , FeCl_3	на группу
--	-----------

6.5. Реактивы:

растворы NH_3 , HNO_3 , KCNS , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, H_2SO_4 , KMnO_4 , NaOH , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, сухой FeSO_4 , Zn	На группу
--	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Гетерогенное равновесие создаётся при соприкосновении твёрдой фазы с раствором

- 1) ненасыщенным 2) насыщенным
3) пересыщенным 4) разбавленным

2. Перечислите реакции, которые практически пойдут до конца:

- 1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ 2) $\text{BaCl}_2 + \text{CH}_3\text{COOAg} \rightarrow$
3) $\text{SrSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ 4) $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$

3. Ионы, оставшиеся в растворе при взаимодействии сульфата цинка с избытком раствора едкого натрия:

- 1) Na^+ 2) OH^- 3) SO_4^{2-} 4) Zn^{2+} 5) $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

4. Выражение $\text{PP} = 108 \text{ S}^5$ соответствует:

- 1) Ag_3PO_4 2) Ag_2SO_4 3) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 5) $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

5. При образовании осадка происходит:

- 1) уменьшение энтропии 2) увеличение энтальпии
3) уменьшение энергии Гиббса 4) увеличение энтропии

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Растворы ненасыщенные, насыщенные, пересыщенные. Растворимость, единицы измерения.
2. Закон действующих масс для системы осадок-раствор. Произведение растворимости (константа растворимости).
3. Условия образования и растворения осадков. Изоморфизм. Примеры.

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 2. Растворение осадка $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Получите в двух пробирках гидроксид магния из сульфата магния и гидроксида натрия. Добавьте к осадку в первой пробирке одну каплю 2М раствора HCl и перемешайте содержимое пробирки, затем вторую каплю и т.д. Отсчитайте и запишите число капель раствора HCl , при котором произошло полное растворение осадка гидроксида магния. Повторите то же самое с осадком во второй пробирке, добавляя к нему по каплям раствор 2М раствор NH_4Cl . Почему в одном случае растворение осадка произошло раньше? Дайте обоснованный ответ.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

- С увеличением температуры произведение растворимости (ПР)
1)увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется
4) увеличивается в 10 раз 5) уменьшается в 10 раз
- Элемент, образующий изоморфную смесь в эмали зуба $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$:
1) Cl 2) Na 3) F 4) K
- Наиболее растворимая соль
1) CaCO_3 (ПР= $3,8 \cdot 10^{-9}$) 2) CaSO_4 (ПР= $2,5 \cdot 10^{-5}$)
3) CaSO_3 (ПР= $3,2 \cdot 10^{-7}$) 4) CaC_2O_4 (ПР= $2,3 \cdot 10^{-9}$).
- Факторы, влияющие на произведение растворимости ПР (Кс):
1) температура 2) разбавление 3) природа электролита
4) природа растворителя 5) присутствие катализатора
- Условие выпадения осадка:
1) ПИ < ПР 2) ПИ > ПР 3) ПИ = ПР 4) не известно

Типовые задачи .

- Насыщенный раствор BaCrO_4 содержит $1,1 \cdot 10^{-5}$ моль соли в 1 л раствора. Вычислить произведение растворимости.
- Вычислить массу ионов кальция в 8 л насыщенного раствора CaSO_4 . (ПР= $2,4 \cdot 10^{-5}$).
- Вычислить растворимость $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$, если ПР= $7,9 \cdot 10^{-4}$.
- Выпадает ли осадок ZnS при смешивании 0,2 л раствора ZnSO_4 с концентрацией 0,02М и 0,6 л раствора Na_2S с концентрацией 0,008М? ПР(ZnS)= $1,6 \cdot 10^{-24}$.
- Концентрация хлорид-ионов в цереброспинальной жидкости человека равна 124 ммоль/л. Выпадает ли осадок хлорида серебра, если к образцу объемом 1,5 мл добавить раствор нитрата серебра объемом 0,15 мл с концентрацией 0,001М?
- При приеме препаратов иода иодид ионы выделяются слезными железами. Для лечения острого конъюнктивита используется 2%-ный раствор нитрата серебра (пл. 1 г/мл). Вычислить концентрацию иодид-ионов, при которой возникает опасность образования кристалликов иодида серебра (прижигающее действие).

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Комплексные соединения

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература.

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-	А. В. Жолнин ;	Москва :	Неограниченный

9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	доступ
--	--	------------------------------	--------

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Вышш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 6

Комплексные соединения.

1.Актуальность. Комплексными соединениями являются многие биокатализаторы - ферменты: биоконплексы железа, кобальта, магния, меди, цинка; порфиновые комплексы входят в состав активных центров гемоглобина, каталазы, цитохромов, витамина В₁₂, хлорофилла, гемоцинина и др. Первостепенную роль в жизнедеятельности растений и животных играют бионеорганические соединения с макроциклическими лигандами. В медицинской практике широко используют комплексоны, тетацин, унитол

для лечения при отравлениях в качестве антидотов. Комплексные соединения платины оказывают лечебное действие при раковых заболеваниях.

2. Учебные цели: \ Научиться называть, писать формулы комплексов и реакции с их участием, прогнозировать свойства бионеорганических комплексных соединений на основе закона действующих масс, пользоваться справочной литературой.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;

- сущность лигантообменных равновесий и процессов, происходящих в живом организме;

уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;

- делать выводы по результатам эксперимента, писать реакции с участием комплексных соединений;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами;

и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы:

1. Классификация комплексов по природе лигандов.
2. Номенклатура комплексов. Изомерия.
3. Диссоциация комплексных соединений в растворах.
4. Константы устойчивости и нестойкости, направление реакций с участием комплексов.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

штатив с пробирками, рН-метр

на группу

6.4. Объекты исследования :

растворы CuSO_4 , AgNO_3 , FeCl_3 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	на группу
---	-----------

6.5. Реактивы:

растворы NH_3 , HNO_3 , KCNS , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, H_2SO_4 , KMnO_4 , NaOH , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, сухой FeSO_4 , Zn	На группу
--	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

У комплексного соединения $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

1. центральным атомом (комплексообразователем) является
1) Cu^+ 2) NH_3 3) Cl^- 4) Cu^{2+}
2. координационное число равно
1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
3. комплексная частица является
1) нейтральной молекулой 2) анионом 3) катионом 4) атомом
4. внутренняя сфера и внешняя сфера соответственно
1) Cu^+ 2) NH_3 3) Cl^- 4) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$
5. название соединения -
1) хлорид диамминмеди(I) 2) хлорид диамминмеди(II)

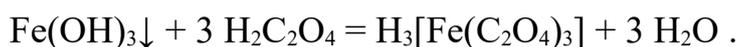
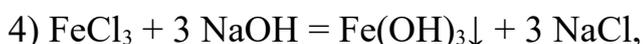
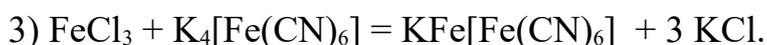
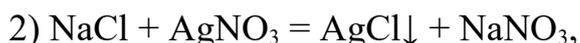
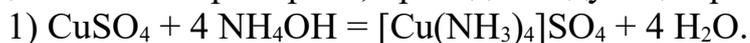
7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Строение комплексных соединений: комплексообразователь и его степень окисления, лиганды, координационное число, внутренняя и внешняя сфера, заряд комплексного иона.
2. Классификация комплексов по природе лигандов.
3. Номенклатура комплексов. Изомерия.
4. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и нестойкости, направление реакций с участием комплексов.

7.3. Лабораторная работа.

Получение и свойства комплексных соединений.

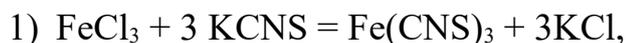
Опыт 1. Получение комплексных соединений. Получите комплексные соединения в 4 пробирках, проведя следующие реакции с растворами:



Укажите цвета полученных комплексов, назовите их, напишите уравнение диссоциации комплексных ионов и выражение для констант нестойкости. Раствор из пробирки (2) с комплексом серебра сохраните для опытов 3 и 5.

Опыт 2. Диссоциация комплексных ионов.

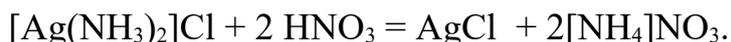
Проведите в двух пробирках реакции:



Запишите наблюдения, сделайте вывод, есть ли в растворе красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ионы Fe^{3+} . Напишите уравнение ее диссоциации.

Опыт 3. Разрушение комплексного иона.

К части раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ из опыта №1 прибавьте раствор HNO_3 до выпадения осадка AgCl . Объясните разрушение комплексного аниона, исходя из констант нестойкости.



$$\lg K_{\text{н}} = -7,2$$

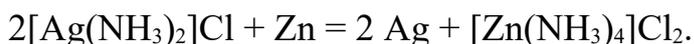
$$\lg K_{\text{н}} = -9,3$$

Опыт 4. Окисление комплексообразователя. Проведите реакцию:



Наблюдайте обесцвечивание раствора KMnO_4 .

Опыт 5. Восстановление комплексообразователя. Проведите реакцию с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ из опыта №1:



Сделайте вывод из опытов.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. Степень окисления и координационное число центрального атома в соединении $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

1) +2, 6 2) +3, 4 3) +3, 6 4) +6, 4.

2. На какие частицы диссоциирует медный купорос $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в растворе как сильный электролит?

1) Cu^{2+} 2) H_2O 3) SO_4^{2-} 4) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})]^{2+}$ 5) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})]\text{SO}_4$

3. Выражение для константы нестойкости $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

$$1) K_{\text{н}} = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}; 2) K_{\text{н}} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2}; 3) K_{\text{н}} = [\text{Ag}^+]; 4) K_{\text{н}} = [\text{NH}_3]$$

4. С каким лигандом Cu^{2+} образует более прочное соединение: глицин ($K_{\text{н}} = 2,6 \cdot 10^{-16}$), лизин ($K_{\text{н}} = 2 \cdot 10^{-14}$), гистидин ($K_{\text{н}} = 4,7 \cdot 10^{-19}$) ?

- 1) глицин 2) лизин 3) гистидин 4) не известно
5. Пользуясь константами устойчивости, определите направление реакции:
- $$\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{CN} + \text{KCN}$$
- $$\lg K_{\text{уст}} = 19,9 \qquad \lg K_{\text{уст}} = 7,2$$
- 1) влево 2) вправо 3) равновесие 4) не известно

Типовые задачи .

- Назовите перечисленные ниже соединения, укажите центральный атом, лиганды, внутреннюю координационную сферу, внешнюю сферу. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в растворе. Для диссоциации по внутренней сфере напишите выражение для константы нестойкости: 1) $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$; 2) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$; 3) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$; 4) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; 5) $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$; 6) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$; 7) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$; 8) $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$; 9) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}_3$; 10) $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{OH})_5\text{Cl}]$; 11) $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$; 12) $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]_2(\text{SO}_4)_3$; 13) $\text{K}_6[\text{Pb}(\text{S}_2\text{O}_3)_4]$; 14) $\text{K}_3[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$; 15) $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$; 16) $\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_6]$; 17) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; 18) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$; 19) $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2$; 20) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$.
- Составьте формулы комплексных соединений:
 - тринитротриамминкобальт;
 - гексацианоферрат(III) калия;
 - хлорид дихлороакватриамминкобальта(III);
 - фосфатотетраамминхром;
 - тетрацианоаурат (III) калия.
- С каким лигандом Zn^{2+} образует более прочное соединение: глицин ($K_{\text{н}}=1,1 \cdot 10^{-10}$), лизин ($K_{\text{н}}=2,5 \cdot 10^{-8}$), гистидин ($K_{\text{н}}=1,3 \cdot 10^{-13}$)?
- В медицинской и аналитической практике используется лиганд ЭДТА (этилендиаминтетраацетат) и его соль -трилон Б ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{T}$). С какими катионами он образует менее прочное комплексное соединение: Co^{3+} ($K_{\text{н}}=3 \cdot 10^{-41}$), Mg^{2+} ($K_{\text{н}}=8 \cdot 10^{-10}$), Fe^{2+} ($K_{\text{н}}=6 \cdot 10^{-15}$), Fe^{3+} ($K_{\text{н}}=6 \cdot 10^{-25}$)? Расположите комплексы по убыванию их прочности.
- Пользуясь константами устойчивости, определите направление реакций:
 - $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + 2 \text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{CN} + \text{KCN}$
 $\lg K_{\text{уст}} = 19,9 \qquad \lg K_{\text{уст}} = 7,2$
 - $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + 2 \text{KCN} = \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $\lg K_{\text{уст}} = 13,5 \qquad \lg K_{\text{уст}} = 19,9$
- Выберите наиболее прочное комплексное соединение железа (II) с биолигандами : глицин ($K_{\text{н}}=1,6 \cdot 10^{-8}$), лизин ($K_{\text{н}}=3,2 \cdot 10^{-5}$), гистидин ($K_{\text{н}}=5 \cdot 10^{-10}$)?
- Объясните, почему хлорид серебра растворяется в растворе аммиака, а аммиакат серебра можно разрушить с помощью иодида калия?
- Рассчитайте массу меди, находящуюся в виде ионов в 1,5 л раствора глицината меди с концентрацией 0,008 моль/л при избытке глицина, равном 0,05 моль/л. $K_{\text{н}}=2,6 \cdot 10^{-16}$.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Подготовиться к контрольной работе по модулю № 1.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература.

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 7. Контрольная работа по модулю № 1.

Учебные цели: обобщить материал занятий № 1-6, проверить его усвоение.

Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки к занятию .

1. Растворы, растворитель, растворенное вещество. Вода как уникальный растворитель для процессов жизнедеятельности.
2. Классификация растворов.
3. Способы выражения концентраций.
4. Сущность титриметрического метода анализа. Закон эквивалентов.
5. Классификация методов титриметрического анализа.
6. Ацидиметрия, алкалиметрия. Точка эквивалентности и методы ее определения.
7. Идеальные растворы. Коллигативные свойства растворов.
8. Закон Рауля и следствия из него. Физический смысл эбуллиоскопической и криоскопической констант.
9. Осмос, осмотическое давление. Осмометрия.
10. Изо-, гипер- и гипотонические растворы. Цитолиз (лизис), плазмолиз.
11. Осмомоляльность, осмолярность. Изоосмия.
12. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень диссоциации, сильные и слабые электролиты.
13. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Закон разведения Оствальда.
14. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Ионная сила. Активность.
15. Гидролиз солей, основные типы гидролиза.
16. Константа и степень гидролиза, факторы, влияющие на степень гидролиза.
17. Буферные растворы, их классификация.
18. Механизм буферного действия.
19. Расчет рН буферных растворов, зона буферного действия.
20. Буферная емкость, факторы, влияющие на буферную емкость.
21. Буферные системы в организме человека.
22. Условия выпадения и растворения осадков.
23. Математические выражения произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость осадка.
24. Строение комплексных соединений: комплексообразователь и его степень окисления, лиганды, координационное число, внутренняя и внешняя сферы, заряд комплексного иона.
25. Классификация комплексов по природе лигандов.
26. Номенклатура комплексов. Изомерия.
27. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и нестойкости, направление реакций с участием комплексов.

Вид занятия: контрольная работа.

Продолжительность занятия: 2 академических часа.

Оснащение рабочего места: справочник физико-химических величин, калькуляторы, таблица Менделеева.

Содержание занятия .

Образец билета.

1. Растворы, растворитель, растворенное вещество. Вода как уникальный растворитель для процессов жизнедеятельности.

*Рассчитать объем формальдегида, который потребуется для приготовления 1 л формалина (40%-ный раствор формальдегида, $\rho = 1,11$ г/мл).

2. Закон Рауля и следствия из него. Физический смысл эбуллиоскопической и криоскопической констант.

*Выведите молекулярную формулу эритрозы, имеющей состав $C_n(H_2O)_n$, если известно, что раствор, содержащий 10 г эритрозы в 1 кг воды, замерзает при $-0,155^\circ C$. $K(H_2O) = 1,86$.

3. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень диссоциации, сильные и слабые электролиты.

*Рассчитать pH раствора, если в 500 мл раствора содержится 5,6 г КОН.

4. Буферные растворы, механизм действия буферных растворов.

*Рассчитать pH буферного раствора, приготовленного смешением 20 мл 0,01М раствора CH_3COOH и 30 мл 0,005М раствора CH_3COONa . $pK(CH_3COOH) = 4,75$.

5. Условия выпадения и растворения осадков.

*Рассчитать массу серебра в насыщенном растворе $AgCl$, объем раствора 200 л, $PP(AgCl) = 1,8 \cdot 10^{-10}$.

6. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и нестойкости, направление реакций с участием комплексов.

Задание на дом. Химическая термодинамика.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература [1],[2].

Занятие № 8.

Химическая термодинамика.

1. Актуальность: знание законов химической термодинамики позволит будущему врачу получить представления об энергетическом балансе человеческого организма, установить специфические особенности преобразования одних видов энергии в другие в процессе

жизнедеятельности, получить объективные критерии осуществимости реакций в живых организмах как открытых термодинамических системах.

2. Учебные цели: научиться определять и рассчитывать тепловые эффекты химических реакций, на основе термодинамических характеристик предсказывать направление и предел процессов жизнедеятельности, пользоваться справочной литературой.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;

- термодинамическую сущность процессов, происходящих в живом организме;

уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;

- производить расчеты по результатам эксперимента, проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами;

и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы и упражнения для самоподготовки к занятию.

1. Основные понятия химической термодинамики. Классификация систем и процессов, примеры.

2. 1 закон термодинамики. Тепловой эффект процесса. Энтальпия. Экзотермические, эндотермические процессы.

3. Закон Гесса, следствия из него. Термохимические расчеты.

4. Энтропия, ее смысл и изменения в различных процессах.

5. Энергия Гиббса, ее смысл, расчет.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

Калориметр, термометр, 2 мерных цилиндра	на группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования :

раствор 1н. H ₂ SO ₄ .	на группу
--	-----------

6.5. Реактивы:

раствор 1н. КОН	На группу
-----------------	-----------

7. Содержание занятия:

7.1. Образец билета входного контроля.

- К какому типу систем относится человек?
1) открытая 2) закрытая 3) изолированная 4) гомогенная
- Мера хаотичности системы –
1) энтальпия 2) энтропия 3) теплота 4) работа
- Для экзотермических реакций
1) $\Delta H^\circ > 0$ 2) $\Delta H^\circ < 0$ 3) $\Delta H^\circ = \Delta S$ 4) $\Delta H^\circ = 0$
- Реакция возможна, если
1) $\Delta G^\circ > 0$ 2) $\Delta H^\circ > 0$ 3) $\Delta S < 0$ 4) $\Delta G^\circ < 0$
- Единица измерения внутренней энергии (U)
1) моль 2) кг 3) Дж 4) г/л.

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия:

- Основные понятия химической термодинамики. Классификация систем и процессов, примеры.
- Тепловой эффект процесса. Энтальпия. Экзотермические, эндотермические процессы. Закон Гесса, следствия из него. Термохимические расчеты.
- Энтропия, ее смысл и изменения в различных процессах.
- Энергия Гиббса, ее смысл, расчет.

7.3. Лабораторная работа.

Определение теплоты реакции нейтрализации.



Во взвешенный калориметрический стакан налейте 30 мл 1н. раствора щелочи NaOH, измерьте термометром температуру раствора до реакции t_1 . В другой цилиндр налейте 30 мл 1н. раствора H₂SO₄. Быстро влейте раствор кислоты в калориметр к раствору щелочи, осторожно перемешайте раствор и отметьте самую высокую температуру раствора t_2 . Приняв теплоемкость раствора $C_p = 4,18$ Дж/г·град, стекла $C_c = 0,75$ Дж/г·град, зная массы раствора (60г) и калориметрического стакана, вычислите количество теплоты, выделившейся в результате реакции (ΔH), теплоту нейтрализации ($\Delta H_{\text{нейтр.}}$). Определите абсолютную и относительную ошибки опыта. Справочная $\Delta H_{\text{нейтр.}} = -57,2$ кДж/моль. Результаты опыта занесите в таблицу.

№	Величина	Обозначение, ед. изм.	Значение
---	----------	-----------------------	----------

1	Масса калориметрического стакана	$m_c, \text{г}$	
2	Начальная температура	$t_1, ^\circ\text{C}$	
3	Конечная температура	$t_2, ^\circ\text{C}$	
4	Теплоемкость системы	$\sum C = C_p m_p + C_c m_c, \text{Дж/}^\circ\text{C}$	
5	Количество выделившейся теплоты	$\Delta H = -\sum C \cdot (t_2 - t_1), \text{Дж}$	
6	Теплота нейтрализации	$\Delta H_{\text{нейтр}} = \Delta H / 0,03, \text{Дж/моль}$	
7	Абсолютная погрешность опыта	$\delta = \Delta H_{\text{н.теор}} - \Delta H_{\text{н.эксп}}$	
8	Относительная погрешность опыта	$\Delta = \left \delta : \Delta H_{\text{нейтр}} \right \cdot 100\%$	

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. Тепловой эффект реакции не зависит от пути, а определяется конечным и начальным состояниями, Это закон...

1) Вант-Гоффа 2) Гесса 3) Аррениуса 4) Больцмана

2. Реакция гидролиза АТФ –

1) экзотермическая 2) эндотермическая 3) адиабатическая

3. Критерий самопроизвольности биологических реакций

1) ΔS 2) ΔH 3) ΔG 4) K

4. Изменение энтропии (ΔS) для реакции синтеза белка из аминокислот

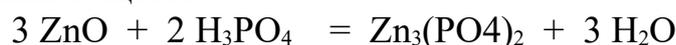
1) больше нуля 2) меньше нуля 3) равно нулю 4) не известно.

5. Рассчитайте ΔH сгорания этанола, если известно, что при сгорании 4,6г выделяется 137 кДж теплоты.

1. -1370 2. +1370 3. -2740 4. +2740 кДж/моль

Типовые задачи.

1. Вычислить ΔH° реакции получения цинк-фосфатного цемента по ΔH° образования веществ:



ΔH° обр. - 351 -1267 -2900 -286 кДж/моль

(Ответ: - 171 кДж).

2. Определите ΔH° реакции гидролиза мочевины – продукта жизнедеятельности организма, по ΔH° образования веществ:



ΔH° обр. - 319 - 286 - 414 - 80 кДж/моль

(Ответ: +31 кДж).

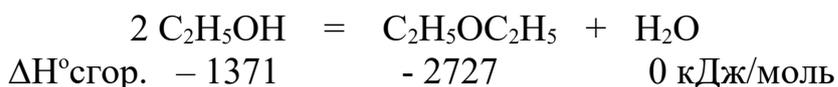
3. Вычислите тепловой эффект реакции спиртового брожения глюкозы (ΔH° реакции) при с.у. по теплотам сгорания веществ:



ΔH° сгор. - 2810 - 1371 0 кДж/моль

(Ответ: - 68 кДж/моль).

4. Определите тепловой эффект реакции синтеза диэтилового эфира, применяемого в медицине для наркоза, по стандартным энтальпиям сгорания веществ:



(Ответ: - 15 кДж/моль).

5. Рассчитайте энтальпию гидратации сульфата натрия, если энтальпия растворения безводной соли Na_2SO_4 равна -2,3 кДж/моль, а энтальпия растворения кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ равна + 78,6 кДж/моль.

(Ответ: - 80,9 кДж/моль).

6. Вычислите изменение энтропии для реакции образования глицилглицина при с.у. по энтропиям образования веществ:



(Ответ: - 17 Дж/К).

7. Вычислите изменение энергии Гиббса для реакции гликолиза, возможна ли реакция в с.у.? $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ (молочная кислота)



(Ответ: - 161 кДж).

8. Вычислите ΔG° реакции денатурации трипсина при 50 °С, если ΔH° реакции = 283кДж/моль, ΔS реакции = 288 Дж/(моль·К). Возможна ли реакция в с.у.? Оцените вклад энтальпийного и энтропийного факторов.

(Ответ: 190 кДж/моль).

9. Теплоты сгорания углеводов и белков в организме человека составляют 4,1 ккал/г, жиров – 9,3 ккал/г. Среднесуточная потребность студента в белках, жирах, углеводах составляет соответственно 113, 106 и 451г. Рассчитайте суточную энергетическую потребность среднестатистического студента. (Ответ: 3300 ккал).

10. Энтальпия сгорания глюкозы равна – 2810 кДж/моль при 298 К. Сколько граммов глюкозы нужно израсходовать, чтобы подняться по лестнице на высоту 3м человеку массой 70кг? Принять, что в полезную работу можно обратить 25% энтальпии реакции.

11. Определите калорийность пищевого продукта массой 350г., содержащего 50% воды, 30% белков, 15% жиров и 5% углеводов. Калорийность белков и углеводов составляет 17,1 кДж/г, калорийность жиров равна 38 кДж/г.

12. Проверьте, нет ли угрозы, что оксид азота (I), применяемый в медицине в качестве наркотического средства, будет окисляться кислородом воздуха до токсичного оксида азота (II): $2\text{N}_2\text{O}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = 4\text{NO}_{(г)}$.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Химическое равновесие.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В.	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург	Неограниченный доступ
----	--	--------------------	-----------------	-----------------------

	Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)		г : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliruyushie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 9.

Химическое равновесие.

1. Актуальность: знание законов химического равновесия и кинетики необходимо для дальнейшего изучения равновесных процессов метаболизма, буферных систем, дыхания, механизма действия лекарственных и токсических веществ и т.д., позволит оценить специфические особенности биокатализа.

2. **Учебные цели:** научиться рассчитывать константу равновесия, равновесные концентрации, предсказывать направление смещения равновесия при конкретном изменении условий; решать кинетические задачи, экспериментально измерять скорость химических реакций, определять ее зависимость от концентраций реагентов, температуры, катализатора; пользоваться справочной литературой.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;

- химическую сущность процессов, происходящих в живом организме с точки зрения теорий химического равновесия, кинетики и катализа;

уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;

- производить расчеты по результатам эксперимента, проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- навыками безопасной работы в химической лаборатории и умения

обращаться с химической посудой, реактивами; и

- овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Химическое равновесие. Константа химического равновесия.
2. Уравнения изотермы и изобары химической реакции.
3. Прогнозирование смещения химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.
4. Стационарное состояние открытых систем. Гомеостаз.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

пробирки, мерные пробирки, секундомер, термометр,	на группу
---	-----------

штатив для пробирок, водяная баня	
6.4. Объекты исследования :	
растворы 0,02М FeCl ₃ и KCNS	на группу
6.5. Реактивы:	
сухой KCl, растворы насыщенные FeCl ₃ и KCNS, вода дистиллированная	на группу

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

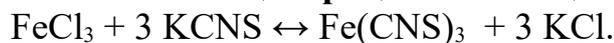
- Термодинамические условия равновесия:
 - $\Delta G^\circ > 0$
 - $\Delta H^\circ = 0$
 - $\Delta S = 0$
 - $\Delta G^\circ = 0$
- При увеличении температуры равновесие в реакции $\text{Nb} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{NbO}_2 + \text{Q}$ сместится
 - влево
 - вправо
 - не сместится
 - не известно
- В условиях равновесия скорости прямой (v_1) и обратной реакций (v_2)
 - $v_1 > v_2$
 - $v_1 < v_2$
 - $v_1 = v_2$
 - любое соотношение
- Константа равновесия изменится при:
 - введении катализатора;
 - изменении концентраций;
 - повышении температуры;
 - понижении температуры.
- Соотношение между равновесными концентрациями определяет закон:
 - Вант-Гоффа;
 - Рауля;
 - Гесса
 - действующих масс.

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

- Обратимые необратимые процессы. Равновесные и стационарные состояния.
- Свойства равновесий. Константа равновесия.
- Принцип Ле-Шателье, смещение равновесий при изменении температуры, концентраций, давления.

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 1. Влияние концентраций на смещение химического равновесия.



Раствор роданида железа (III) окрашен в кроваво-красный цвет, интенсивность окраски зависит от концентрации $\text{Fe}(\text{CNS})_3$.

Смешайте в пробирке разбавленные растворы хлорида железа и роданида калия. Если раствор очень темный, разбавьте дистиллированной водой. Разлейте полученный раствор красного цвета в 4 пробирки. Прилейте в первую пробирку немного насыщенного раствора FeCl_3 , во вторую – немного насыщенного раствора KCNS , в третью всыпьте щепотку KCl . Перемешайте содержимое пробирок, сравните их окраску с четвертой пробиркой. Объясните наблюдения. Выполнился принцип Ле-Шателье? Результаты опыта запишите в таблицу:

№	Увеличили концентрацию	наблюдения	Направление равновесия	смещения
1	FeCl ₃			
2	KCNS			
3	KCl			
4	-			

Вывод:

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. Константа равновесия зависит от....

1. катализатора 2. концентраций 3. температуры 4. природы реагентов

2. Вычислите константу равновесия для реакции в стандартных условиях

Лактоза + вода = Глюкоза + Галактоза, $\Delta G^\circ = -3,8$ ккал/моль.

1. 0,0016 2. 16 3. 160 4. 1600

3. В состоянии равновесия энергия Гиббса

1) максимальна 2) равна нулю 3) минимальна 4) не равна нулю .

4. При повышении давления в системе $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ равновесие смещается

1) вправо 2) влево 3) не смещается 4) не известно

5. Константа равновесия при 298 К равна 1, тогда ΔG

1) $\Delta G < 0$ 2) $\Delta G = 0$ 3) $\Delta G > 0$

Типовые задачи

1. В печени протекает ⁴ ферментативный обратимый процесс:

Глюкозо-1-фосфат \leftrightarrow глюкозо-6-фосфат.

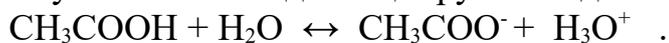
При 37°C равновесные концентрации [Г-1-ф] = 0,001 моль/л, а [Г-6-ф] = 0,019 моль/л. Рассчитайте константу равновесия K_c . (Ответ: 19).

2. В системе $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$ равновесные концентрации веществ: [NO] = 0,2, [O₂] = 0,3, [NO₂] = 0,4 моль/л. Рассчитайте K равновесия и оцените положение равновесия. (Ответ: 13,3, смещено вправо).

3. Для реакции: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{аденозин} \leftrightarrow \text{АМФ} + \text{H}_2\text{O}$ $\Delta G^\circ = 14$ кДж/моль. В каком направлении реакция идет самопроизвольно при стандартных условиях? Каково значение константы равновесия? (Ответ: в обратном, $3,5 \cdot 10^{-3}$).

4. Рассчитайте константу равновесия реакции гидролиза глицилглицина при 310 К, если $\Delta G^\circ = -15,08$ кДж/моль. Обратима ли практически эта реакция? (Ответ: 355, равновесие заметно смещено вправо).

5. Уксусная кислота диссоциирует в водном растворе по уравнению



Рассчитайте константу равновесия этой реакции, если исходная концентрация уксусной кислоты равна 0,4 моль/л, равновесная концентрация ацетат-ионов равна $2,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

6. Вычислите энергию Гиббса (ΔG°) реакции $АТФ + Н_2О \leftrightarrow АДФ + Ф В$ условиях, характерных для мышечной клетки, находящейся в состоянии покоя: $C(АТФ)=0,005$ моль/л; $C(АДФ)=0,0005$ моль/л; $C(Ф)=0,005$ моль/л; $pH=6$; $t = 25^\circ C$. Константа равновесия гидролиза при этой температуре $K=8,92 \cdot 10^4$.

Подведение итогов занятия.

Задание на дом. Химическая кинетика.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL :	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89	Неограниченный доступ	

https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yueshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	Тверякова и др.	с.	
--	-----------------	----	--

Занятие № 10.

Химическая кинетика.

1. Актуальность: знание законов кинетики необходимо для дальнейшего изучения процессов метаболизма, буферных систем, дыхания, механизма действия лекарственных и токсических веществ и т.д., позволит оценить специфические особенности биокатализа.

2. Учебные цели: научиться рассчитывать скорость, константу реакции, решать кинетические задачи, экспериментально измерять скорость химических реакций, определять ее зависимость от концентраций реагентов, температуры, катализатора; пользоваться справочной литературой.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами;

- химическую сущность процессов, происходящих в живом организме с точки зрения теорий кинетики и катализа;

уметь:

- пользоваться химическим оборудованием;

- производить расчеты по результатам эксперимента, проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных;

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- навыками безопасной работы в химической лаборатории и умения

обращаться с химической посудой, реактивами; и

- овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Химическая кинетика – основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов.

2. Кинетическая классификация реакций.

3. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, молекулярность, порядок реакции, период полупревращения.
4. Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и нулевого порядков.
5. Зависимость скорости реакции от температуры.
6. Понятие о теории активных соударений. Уравнение Аррениуса.
7. Гомогенный и гетерогенный катализ.
8. Энергетический профиль каталитической реакции.
9. Особенности каталитической активности ферментов

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы:

пробирки, мерные пробирки, секундомер, термометр, штатив для пробирок, водяная баня	на группу
---	-----------

6.4. Объекты исследования :

растворы 0,02М FeCl ₃ и KCNS; 0,1М Na ₂ S ₂ O ₃ , 1М H ₂ SO ₄	на группу
---	-----------

6.5. Реактивы:

сухой KCl, растворы насыщенные FeCl ₃ и KCNS, вода дистиллированная	на группу
--	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Изменение концентрации вещества за единицу времени это
 - 1) константа скорости;
 - 2) энергия активации;
 - 3) скорость реакции;
 - 4) константа равновесия
2. Сумма показателей степеней концентраций реагентов в кинетическом уравнении реакции называется
 - 1) молекулярность реакции
 - 2) порядок реакции
 - 3) энергия активации
 - 4) скорость реакции
3. $k = A \cdot e^{-E/(RT)}$ – это уравнение
 - 1) Вант-Гоффа
 - 2) Аррениуса
 - 3) Больцмана
 - 4) изотермы
 - 5) количества продуктов реакции
4. Закон действующих масс устанавливает зависимость между скоростью химической реакции и
 - 1) температурой;
 - 2) концентрацией реагирующих веществ;
 - 3) массой реагирующих веществ;
 - 4) количеством реагирующих веществ
5. Время, за которое прореагирует половина вещества – это
 - 1) период полупревращения;
 - 2) порядок реакции;

- 3) константа скорости;
- 4) константа равновесия

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

- Химическая кинетика – основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов.
- Кинетическая классификация реакций.
- Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, молекулярность, порядок реакции, период полупревращения.
- Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и нулевого порядков.
- Зависимость скорости реакции от температуры.
- Понятие о теории активных соударений. Уравнение Аррениуса.
- Гомогенный и гетерогенный катализ.
- Энергетический профиль каталитической реакции.
- Особенности каталитической активности ферментов

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. Биохимические реакции, протекающие в организме, являются реакциями
 - 1) 1 порядка; 2) 0 порядка;
 - 3) 1 порядка, переходящие в реакции 0 порядка;
 - 4) 2 порядка, переходящие в реакции 1 порядка;
2. При изменении количества вещества а скорость не изменится для реакции:

1) $A(г)+B(г)→$	3) $2A(г)+B_2(г)→$
2) $2A(тв)+2B(тв)→$	4) $3A(г)+B_2(г)→$
3. Скорость реакции зависит от
 1. природы реагентов 2. температуры 3. катализатора 4. продуктов
4. При увеличении концентрации кислорода в 5 раз скорость реакции
 $2C + O_2=2CO$
 - 1) увеличится в 5 раз 2) уменьшится в 10 раз
 - 3) не изменится 4) увеличится в 25 раз.
5. Лимитирующая стадия сложной химической реакции является
 - 1) самой быстрой;
 - 2) самой медленной;
 - 3) самой сложной;
 - 4) стадией, имеющей высокую энергию активации;

Типовые задачи

1. Скорость некоторой реакции увеличивается в 2,5 раза при повышении температуры на каждые $10^{\circ}C$ интервале от 0° до $60^{\circ}C$. Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от $20^{\circ}C$ до $50^{\circ}C$?

2. Период полувыведения лекарственного средства (реакция 1 порядка) из организма 4 часа. Определите время, за которое произойдет выведение препарата на 87,5%.
3. Энергия разложения H_2O_2 без катализатора составляет 75 кДж/моль, а в присутствии фермента каталазы составляет 23 кДж/моль, Во сколько раз различаются скорости реакций при 310К?
4. Чему равна скорость химической реакции гидролиза дипептида, если его концентрация в начальный момент была равна 0.1 моль/л, а через 30 с стала равна 0,05 моль/л?
5. Рассчитайте начальную скорость реакции первого порядка гидролиза сахарозы при 25 °С. Концентрация сахарозы 3% (0,088 моль/л), константа скорости $k = 0,77 \text{ с}^{-1}$. (Ответ: 0,068 моль/(л·с)).
6. Найдите начальную скорость реакции $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HI} = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, если смешали равные объемы 0,02 моль/л раствора H_2O_2 и 0,05 моль/л раствора HI. Константа скорости 0,05 л/(моль·с), реакция имеет первый порядок по обоим реагентам. (Ответ: $1,25 \cdot 10^{-5}$ моль/(л·с)).
7. Во сколько раз уменьшается скорость окисления глюкозы при гипотермии, если температура тела падает с 36,6 до 27 °С, температурный коэффициент данной реакции равен 1,3? (Ответ: в 12,4 раз)
8. Константа скорости распада пенициллина при 36°С равна $6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, а при 41 °С $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$. Вычислите температурный коэффициент реакции. (Ответ: 4)
9. Реакция заканчивается за 16 мин. при 10°С, температурный коэффициент $\gamma = 2$. За какое время реакция закончится при 50°С? (Ответ: 1 мин.).
10. Во сколько раз возрастет скорость реакции разложения угольной кислоты при 310 К в присутствии фермента? Без катализатора $E_a = 86$ кДж/моль, в присутствии карбоангидразы $E_a = 49$ кДж/моль. (Ответ: $1,73 \cdot 10^6$ раз).
11. При лечении онкологических заболеваний в опухоль вводят препарат, содержащий радиоактивный иридий-192. Рассчитайте, какая часть введенного радионуклида останется в опухоли через 10 суток. Период полураспада его равен 74,08 суток. Реакция первого порядка.
12. Вычислите энергию активации реакции спиртового брожения глюкозы в растворе в интервале 30-70°С при $\gamma = 2$.
13. При хранении таблеток анальгина установлено, что константа скорости разложения при 20°С равна $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$. Определите срок хранения таблеток (время разложения 10% вещества) при 20 °С.

Подведение итогов занятия.

Задание на дом. Электрохимия.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург г :	Неограниченный доступ
----	--	--------------------	------------------------	-----------------------

	1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)		СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 11.

Электрохимия.

1.Актуальность. Электрохимические методы анализа (кондуктометрия, потенциометрия, полярография) широко используется для качественной и количественной оценки ряда лекарственных веществ, для определения рН,

когда индикаторный метод невозможен. Колориметрический метод определения рН незаменим в полевых условиях.

2. Учебные цели: научиться определять константу диссоциации слабого электролита кондуктометрическим методом, определять рН растворов кондуктометрически, потенциометрически и колориметрически.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать** (исходные базисные знания и умения):

- сильные и слабые электролиты;
- водородный показатель рН;
- электропроводность, сущность кондуктометрии;
- электроды, гальванические элементы, сущность потенциометрии.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **уметь**:

- измерять электропроводность на кондуктометре;
- измерять рН на рН-метре;

владеть

- производить математическую обработку результатов;
- пользоваться справочной литературой.

- и овладеть следующими **компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Проводники электричества I и II рода.
2. Удельная, молярная электропроводности. Закон Кольрауша.
3. Кондуктометрия.
4. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
5. Типы электродов.
6. Гальванические элементы. ЭДС. Потенциометрия.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

- 6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,
- 6.2. ТСО: калькуляторы.
- 6.3. Посуда и приборы.

кондуктометр,	рН-метр,	прибор	Михаэлиса,	на группу
---------------	----------	--------	------------	-----------

электрохимическая ячейка, стеклянный электрод, хлорсеребряный электрод, мерный цилиндр, стаканы на 50 мл	
6.4. Объекты исследования :	
0,1М раствор СН ₃ СООН, растворы с неизвестными рН	на группу
6.5. Реактивы:	
2 раствора с известными рН, набор индикаторов	на группу

7.Содержание занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Образец билета входного контроля

1. Проводники электричества второго рода

- 1) медь 2) физ. раствор 3) кровь 4) Fe

2. Катион, обладающий максимальной подвижностью в электрическом поле

- 1) Н⁺ 2) К⁺ 3) Са²⁺ 4) Fe⁴⁺

3. Уравнение Нернста

- 1) $\varphi_{\infty} = \varphi_k + \varphi_a$ 2) $E = \varphi_{ок} - \varphi_{вос}$ 3) $\varphi = \varphi^0 + i/ZF \ln[M^{z+}]$

- 4) $\alpha = i/\varphi_{\infty}$ 5) $K = \alpha^2 c / (1 - \alpha)$

4. Как изменится зависимость сопротивления клеток от частоты тока при патологии?

- 1) уменьшается 2) увеличивается 3) не изменяется

5. Анион и катион, обладающие максимальной подвижностью в электрическом поле

- 1) К⁺ 2) Na⁺ 3) Н⁺ 4) Са²⁺ 5) ОН⁻ 6) Cl⁻ 7) PO₄³⁻

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Проводники электричества I и II рода.

2. Удельная, молярная электропроводности. Закон Кольрауша.

3. Кондуктометрия.

4. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.

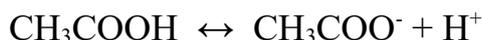
5. Типы электродов.

6. Гальванические элементы. ЭДС.

7. Потенциометрия.

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 1. Кондуктометрическое определение константы диссоциации (K) слабого электролита.



Включите кондуктометр. Отмерьте цилиндром 30 мл раствора с $C_1 = 0,1\text{M}$ СН₃СООН. Погрузите электрод в этот раствор, запишите значение удельной электропроводности (κ), которое показывает прибор. Последовательным разбавлением приготовьте растворы с концентрациями: $C_2 = 0,05\text{M}$; $C_3 = 0,025\text{M}$; $C_4 = 0,0125\text{M}$; $C_5 = 0,00625\text{M}$ и измерьте κ для каждого раствора.

Рассчитайте молярные электропроводности: $\lambda = \kappa / (C \cdot 10^3)$ См · м²/моль.

Рассчитайте $\lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COO}^-) + \lambda_{\infty}(\text{H}^+)$,

если $\lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 40,9 \cdot 10^{-4}$; $\lambda_{\infty}(\text{H}^+) = 349,8 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$.

Рассчитайте степени диссоциации: $\alpha = \lambda / \lambda_{\infty}$.

Рассчитайте константы диссоциации $K = \alpha^2 C$.

Результаты запишите в таблицу.

C	α	λ	α	K
0,1				
0,05				
0,025				
0,0125				
0,00625				

$K_{\text{сред.}} =$

Постройте три графика: $\alpha = f(C)$; $\lambda = f(C)$; $\alpha = f(C)$.

Опыт 2. Измерение pH растворов на pH-метре.

Включите прибор pH-метр(pH-150 МИ).

1. Откалибруйте его:

- чистые электроды погрузите в стандартный раствор с $\text{pH}_1 = 4,00$;
- нажмите на кнопку «РЕЖИМ» до появления надписи ”настройка“, которая будет мигать;
- нажмите на кнопку «ВВОД», надпись ”настройка“ перестанет мигать,
- нажмите на кнопку «ВВОД» до появления надписи ”4,00“;
- нажмите на кнопку «ВВОД» для ввода в память этого значения.
- при желании повторите эти действия со вторым стандартным раствором с $\text{pH}_2 = 9,18$.

2. Измерения: чистые электроды погрузите в раствор с неизвестным pH, нажмите на кнопку «РЕЖИМ» до появления надписи ”pH“. После каждого измерения ополаскивайте электроды дистиллированной водой. Запишите результаты для разных растворов в таблицу:

№ раствора	pH

После окончания работы прибор выключите, электроды погрузите в воду.

Опыт 3 . Кондуктометрическое титрование HCl гидроксидом натрия



При титровании удельная электропроводность уменьшается, т.к. у ионов Na^+ , заменяющих ионы H^+ электропроводность при бесконечном разведении раствора значительно меньше, чем у H^+ .

В точке эквивалентности электропроводность минимальна. Избыток раствора гидроксида натрия повышает электропроводность системы. Кондуктометрическое титрование состоит из 4 основных действий:

1. Измерьте электропроводности титруемого раствора HCl при добавлении к нему отмеренного количества титранта.

2. Результаты запишите в таблицу:

V(NaOH), мл	κ , Ом ⁻¹ • м ⁻¹ .

3. Постройте график $\kappa = f(V(\text{NaOH}))$.

4. Установите точку эквивалентности ($V_{\text{э}}$) по излому кривой.

Зная $V_{\text{э}}$, рассчитайте концентрацию взятой кислоты по формуле:

$$C(\text{HCl}) = C(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{э}} : V(\text{HCl}),$$

где $V_{\text{э}}$ – объем NaOH в точке эквивалентности, мл

$V(\text{HCl})$ – объем исследуемого раствора,

$C(\text{HCl})$, $C(\text{NaOH})$ – концентрации HCl и NaOH соответственно.

Вывод: $C(\text{HCl}) = \dots$ моль/л.

Опыт 3. Колориметрическое определение pH методом Михаэлиса

1. Найдите ориентировочную величину pH испытуемой жидкости с помощью универсального индикатора. Для этого 1 мл испытуемого раствора налейте в пробирку и добавьте 1 каплю универсального индикатора или опустите универсальную индикаторную бумагу. По шкале изменения окраски универсального индикатора найдите ориентировочное значение pH исследуемой жидкости.

2. Выберите из имеющихся в приборе Михаэлиса стандартных индикаторов тот, зона пересечения которого лежит всего к исследуемому раствору.

α -динитрофенол	2,8-4,5
γ -динитрофенол	4,0-5,6
β -динитрофенол	2,2-4,0
п-нитрофенол	5,2-7,0
м-нитрофенол	6,7-8,4
феноловый красный	8,4-6,8

Затем 6 мл исследуемого раствора соедините с 1 мл выбранного индивидуального индикатора ряда нитрофенолов. Перемешайте раствор, колориметрируйте, т.е. сравните его окраску с окраской индикатора в стандартных растворах данного индикаторного ряда. Каждому оттенку окраски индикатора в стандартных растворах соответствует заранее установленная величина pH, поэтому совпадение окраски двух растворов будет говорить об одинаковой величине pH этих растворов.

Вывод: pH =

7.4 Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. По значению молярной электропроводности λ и концентрации C водного раствора аммиака NH_4OH , вычислите удельную электропроводность κ и

константу диссоциации K . Постройте и объясните графики $\lambda = f(C)$; $\alpha = f(C)$; $\alpha \cdot C = f(C)$.

C , моль/л	0,125	0,063	0,031	0,016	0,008	0,004
$\lambda \cdot 10^4$, Ом ⁻¹ ·м ² ·моль ⁻¹	3,4	4,8	6,7	9,5	13,5	18,2

2. Рассчитайте удельную электропроводность и pH 0,5 М раствора CH_3COOH , если молярная электропроводность $\lambda = 40 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ при 25°C. (Ответ: 0,020 Ом⁻¹ см⁻¹; pH=1,3).

3. Вычислите молярную электропроводность CH_3COOH при бесконечном разведении при 25°C. Если электропроводности HCl (0,0426), CH_3COONa (0,0091), NaCl (0,0126) Ом⁻¹·м²·моль⁻¹. (Ответ: 0,0391 Ом⁻¹·м²·моль⁻¹).

4. Вычислите степень диссоциации и константу диссоциации уксусной кислоты, если при 298К $C=0,1\text{М}$, $\lambda=5,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$, $\lambda_\infty=387,9 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. (Ответ: 0,013; $1,8 \cdot 10^{-5}$).

5. Удельное сопротивление насыщенного раствора труднорастворимой соли AgCl при 298 К равно $\rho = 0,333 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удельное сопротивление воды $\rho = 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Вычислите произведение растворимости вещества AgCl , приняв, что коэффициенты активности $f=1$, $\lambda_\infty(\text{Ag}^+) = 61,9$, $\lambda(\text{Cl}^-) = 76,3 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. (Ответ: $2 \cdot 10^{-10}$).

Типовые задачи

1. Определите молярность раствора HCl , если при кондуктометрическом титровании 100 мл HCl 8М раствором NaOH получены следующие результаты:

$V(\text{NaOH})$, мл	0,32	0,60	0,92	1,56	2,00	2,34
$\alpha \cdot 10^2$, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	3,20	2,56	1,86	1,64	2,38	2,96

2. Пользуясь справочными данными о молярной электропроводности ионов при бесконечном разведении раствора, представьте графически ход кривой кондуктометрического титрования при взаимодействии растворов

а) AgNO_3 и HCl б) NH_4OH и CH_3COOH в) NaOH и HCl

3. Для 0,01М KCl удельное сопротивление $\rho = 709,22 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}$. Вычислите удельную (α) и молярную (λ) электропроводности. (Ответ: $0,141 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}$, $0,0141 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{м}^2$)

4. Вычислите молярную электропроводность уксусной кислоты при бесконечном разведении при 298 К, если электропроводности HCl (0,0426), CH_3COONa (0,0091), NaCl (0,0126 Ом⁻¹·моль⁻¹·м²). (Ответ: 0,0391)

5. Определите потенциал водородного электрода при pH=10. (Ответ: -0,598В)

6. Навеску амидопирин массой 0,1266 г оттитровали потенциометрически раствором HClO_4 , получили результаты:

$V(\text{HClO}_4)$, мл	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
E , мВ	355	360	382	523	579	597	611	620

Определите объем HClO_4 , пошедший на титрование амидопирин.

7. Определите pH раствора, в котором потенциал водородного электрода равен $-0,413$ В. (Ответ: 7,0)

8. Каково pH слюны, если ЭДС хингидрон-хлорсеребряного элемента равна $0,0871$ В, φ (хс) = $0,222$ В, φ° (хг) = $0,7044$ В. (Ответ: 6,7)

9. Рассчитайте кривую потенциометрического титрования 50 мл $0,05$ М раствора HCl $0,1$ М раствором NaOH при использовании хингидронного (φ° (хг)= $0,699$ В) и хлорсеребряного электродов (φ (хс) = $0,197$ В).

10. Вычислите степень диссоциации и константу диссоциации уксусной кислоты, если при 298K $C=0,1\text{M}$, $\lambda=5,2 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^2\cdot\text{моль}^{-1}$, $\lambda_\infty=387,9 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^2\cdot\text{моль}^{-1}$. (Ответ: $0,013$; $1,8\cdot 10^{-5}$)

11. Удельное сопротивление насыщенного раствора труднорастворимой соли AgCl при 298K равно $\rho=0,333\cdot 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, удельное сопротивление воды $\rho(\text{H}_2\text{O})= 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Вычислите произведение растворимости вещества AgCl , приняв, что коэффициенты активности $f=1$. $\lambda_\infty(\text{Ag}^+)=61.9$, $\lambda(\text{Cl}^-)=76.3 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^2\cdot\text{моль}^{-1}$. (Ответ: $2\cdot 10^{-10}$)

12. Определите направление реакции в стандартных условиях $2\text{FeCl}_2+\text{SnCl}_4\leftrightarrow 2\text{FeCl}_3+\text{SnCl}_2$ или $2\text{Fe}^{2+}+\text{Sn}^{4+}\leftrightarrow 2\text{Fe}^{3+}+\text{Sn}^{2+}$
 $\varphi^\circ(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})=0,77$ В; $\varphi^\circ(\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+})=0,15$ В

13. Вычислите потенциал меди в растворе $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ с активностью ионов Cu^{2+} , равной $0,12$ моль/л. (Ответ: $0,313$ В).

14. Вычислите pH раствора, в котором потенциал водородного электрода равен $-0,413$ В. (Ответ: 7,0).

15. Вычислите э.д.с. гальванических элементов, если концентрации солей одинаковы.

А) $\text{Mn}|\text{MnSO}_4||\text{NiSO}_4|\text{Ni}$

Б) $\text{Zn}|\text{Zn}(\text{NO}_3)_2||\text{Pb}(\text{NO}_3)_2|\text{Pb}$

В) $\text{Fe}|\text{FeSO}_4||\text{CuSO}_4|\text{Cu}$

16. Вычислите э.д.с. концентрационного элемента, состоящего из цинковых электродов, опущенных в растворы ZnSO_4 с активностью $2\cdot 10^{-2}$ и $3,2\cdot 10^{-3}$ моль/л. (ответ: $0,024$ В).

17. Как изменится редокс-потенциал системы «гемоглобин* $\text{Fe}^{3+}\leftrightarrow$ гемоглобин* Fe^{2+} », если окислится 5% гемоглобина при температуре 37°C ? (Ответ: увеличится на $2,56$ мВ).

7.5. Подведение итогов занятия

7.6. Задание на дом. Подготовиться к контрольной работе по модулю № 2

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
----	---	--------------------	---	-----------------------

	(дата обращения: 13.01.2023)			
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yuchshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие № 12.

Контрольная работа по модулю №2.

Учебные цели: обобщить материал занятий № 8-11, проверить его усвоение
Материалы для самоподготовки к освоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки к занятию.

1. Основные понятия химической термодинамики. Классификация систем и процессов, примеры.
2. Тепловой эффект процесса. Энтальпия. Экзотермические, эндотермические процессы. Закон Гесса, следствия из него. Термохимические расчеты.
3. Энтропия, ее смысл и изменения в различных процессах.
4. Энергия Гиббса, ее смысл, расчет.
5. Какие процессы называются обратимыми? Равновесные и стационарные состояния.
6. Свойства равновесий. Принцип Ле-Шателье, смещение равновесий при изменении температуры, концентраций, давления.
7. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, константа скорости, элементарная, сложная реакции, кинетическое уравнение реакции, кинетическая кривая, молекулярность, порядок реакции.
8. Основной закон химической кинетики.
9. Классификация сложных реакций.
10. Зависимость скорости реакции от температуры, правило Вант-Гоффа, Уравнение Аррениуса.
11. Катализ. Катализаторы, свойства, механизм действия. Особенности ферментов как биокатализаторов.
12. Проводники электричества I и II рода. Удельная, молярная электропроводности. Закон Кольрауша.
13. Кондуктометрия.
14. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
15. Типы электродов.
16. Гальванические элементы. ЭДС. Потенциометрия.

Вид занятия: контрольная работа.

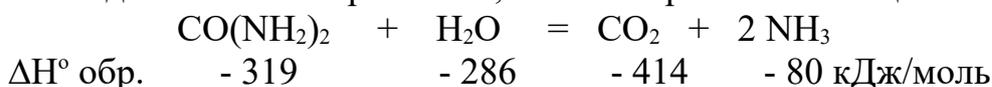
Продолжительность занятия: 2 академических часа.

Оснащение рабочего места: справочник физико-химических величин, калькуляторы, таблица Менделеева.

Содержание занятия .

Образец билета.

1. Основные понятия химической термодинамики. Классификация систем и процессов, примеры.
2. Зависимость скорости реакции от температуры, правило Вант-Гоффа, Уравнение Аррениуса.
3. Электропроводность. Удельная, молярная электропроводности. Закон Кольрауша. Кондуктометрия.
4. Рассчитайте константу равновесия реакции гидролиза глицилглицина при 310 К, если $\Delta G^\circ = -15,08$ кДж/моль. Обратима ли практически эта реакция?
5. Определите ΔH° реакции гидролиза мочевины – продукта жизнедеятельности организма, по ΔH° образования веществ:



Задание на дом. Физико-химия поверхностных явлений.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №13

Физико-химия поверхностных явлений.

1. Актуальность. Знание основных законов и механизмов поверхностных явлений (смачивание, адгезия, адсорбция) необходимо для понимания процессов дыхания, пищеварения, строения биологических мембран и т.д.

2. Учебные цели: знакомство с методом определения поверхностного натяжения. Практическое изучение свойств поверхностно-активных веществ на примере адсорбции молекул бутилового спирта на поверхности воды.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- правила работы в химической лаборатории с реактивами и приборами;
- классификацию поверхностных явлений и классификацию веществ по их поверхностной активности;
- понятие «поверхностная энергия» для объяснения поверхностных явлений;
- уравнение Гиббса;
- уравнение Фрейндлиха;
- строение поверхностной пленки ПАВ на границе раздела фаз;
- структуру биологических мембран, как специфических макрообразований из ПАВ;
- определять гидрофобные и гидрофильные группы. Правило Траубе-Дюкло.

уметь:

- самостоятельно определить зависимость поверхностного натяжения жидкости в присутствии поверхностно-активного вещества (ПАВ) от концентрации ПАВ;
- построить изотерму поверхностного натяжения и рассчитать из нее величину адсорбции (Γ), предельную адсорбцию (Γ_{\max}) и площадь, занимаемую одной молекулой ПАВ. (S_0);
- оценить результаты опыта и дать им научно-обоснованный анализ;
- применять полученные знания по физико-химии ПАВ при изучении специальных предметов на последующих курсах.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.

- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и

смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение, методы определения, изотермы поверхностного натяжения.
2. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (правило Траубе-Дюкло).
3. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.
4. Смачивание, краевой угол смачивания. Гидрофобные и гидрофильные поверхности.
5. Адгезия. Работа адгезии.
6. Адсорбция. Уравнения Гиббса, Ленгмюра, Фрейндлиха.
7. Адсорбция электролитов. Правило Панета-Фаянса. Лиотропные ряды ионов.
8. Ионообменная адсорбция, ее применение в медицине. Химическая адсорбция, ее особенности.
9. Хроматография. Классификация, сущность методов, применение в медицине.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

- 6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,
- 6.2. ТСО: калькуляторы, линейка, миллиметровая бумага.
- 6.3. Посуда и приборы.

Сталагмометры, стакан на 50 мл, резиновая груша, вата	на группу
---	-----------

6.4. Объекты исследования :

Растворы бутилового спирта	на группу
----------------------------	-----------

6.5. Реактивы:

Растворы бутанола с концентрациями 0,1М; 0,2М; 0,3М; 0,4М; 0,5М; 1М; дистиллированная вода, этанол.	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля

1. Поверхностное натяжение жидкостей с ростом температуры
1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется;
4) изменяется неоднозначно.
2. Уравнение адсорбции Гиббса применимо на границе раздела фаз
1) твердое тело - газ; 2) твердое тело - жидкость; 3) жидкость-жидкость;
4) жидкость-газ; 5) твердое тело-твердое тело.
3. Как ориентируются молекулы ПАВ на границе вода – воздух
1) полярной группой к воздуху; 2) полярной группой к воде;
3) по разному; 4) не известно.
4. При избирательной адсорбции происходит

- 1) обмен одних ионов на другие;
- 2) преимущественная адсорбция определенных ионов или веществ;
- 3) в ходе которой происходит обмен катионов;
- 4) происходит обмен анионов.

5. Обратимая адсорбция

- 1) химическая ; 2) физическая; 3) ионная; 4) молекулярная.

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение, методы определения, изотермы поверхностного натяжения.
2. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (правило Траубе-Дюкло).
3. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.
4. Смачивание, краевой угол смачивания. Гидрофобные и гидрофильные поверхности.
5. Адгезия. Работа адгезии.
6. Адсорбция. Уравнения Гиббса, Ленгмюра, Фрейндлиха.
7. Адсорбция электролитов. Правило Панета-Фаянса. Лиотропные ряды ионов.
8. Ионообменная адсорбция, ее применение в медицине. Химическая адсорбция, ее особенности.
9. Хроматография. Классификация, сущность методов, применение в медицине.

7.3. Лабораторная работа.

Адсорбция бутанола на поверхности воды.

Методом сталагмометра определите поверхностное натяжение: 0,1 М; 0,2 М; 0,3 М; 0,5 М; 1 М растворов бутилового спирта. Для этого сначала считают число капель дистиллированной воды (n_v), вытекающей из сталагмометра (объем фиксируют по верхней метке). Затем считают капли для растворов (n_p) по мере возрастания концентрации спирта (C). Для каждой концентрации измерения повторяют 2-3 раза и записывают среднее значение. Поверхностное натяжение растворов бутилового спирта рассчитайте по формуле

$$\sigma_p = \sigma_v \frac{n_v}{n_p}$$

При 20°C $\sigma_v = 73 \cdot 10^{-3}$ Дж/м².

На миллиметровой бумаге постройте изотерму поверхностного натяжения, то есть зависимость σ от C . Рассчитайте величину адсорбции по уравнению:

$$\Gamma = -\frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT}$$

где Γ - величина адсорбции (моль/м²),

R - универсальная газовая постоянная, $R = 8,31$ Дж/моль · К,

T - температура опыта в градусах Кельвина.

Постройте изотерму адсорбции- зависимость адсорбции от концентрации.

Определите максимальную адсорбцию (Γ_{∞}), рассчитайте площадь, занимаемую одной молекулой спирта на поверхности воды (S_m) и длину (l) молекул бутанола:

$$S_m = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot N_A}; l = \frac{\Gamma_{\infty} \cdot M}{\rho},$$

где $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ (число Авогадро),

$M=74$ г/моль (молярная масса бутанола),

$\rho=0,8 \cdot 10^6$ г/м³ (плотность бутанола).

Результаты измерений и расчетов запишите в таблицу:

N	C	σ	$\Delta\sigma / \Delta C$	Γ
п/п	моль/л	Дж / м ²		моль / м ²

Сделайте вывод.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

1. Межфазное взаимодействие между контактирующими поверхностями конденсированных тел разной природы

1) электрофорез; 2) когезия; 3) диализ; 4) адгезия; 5) коагуляция.

2. Поверхностно – активные вещества

1) NaCl ; 2) C₁₇H₃₃COONa; 3) C₂H₅NH₃Cl; 4) H₂SO₄ 5) O₂.

3. Во сколько раз поверхностная активность бутанола больше, поверхностной активности метанола.

1) в 3 раза; 2) в 6 раз; 3) в 9 раз 4) в 27 раз.

4. На поверхности костной ткани Ca₃(PO₄)₂ в первую очередь адсорбируются ионы 1) Ca²⁺; 2) Na⁺; 3) HPO₄²⁻; 4) Cl⁻ 5) HCO₃⁻.

5. Динамический метод анализа и разделения веществ, в котором имеется 2 фазы: неподвижная и подвижная, фильтрующаяся через неподвижную.

1) ионный обмен; 2) хроматография; 3) кондуктометрия;

4) титрование; 5) диализ.

Типовые задачи.

1. Найдите поверхностное натяжение этанола при 25°C, если число капель из сталагмометра для этанола составило 76, а для воды 29. Плотность этанола $\rho = 0,79$ г/мл; $\sigma(\text{H}_2\text{O}) = 71,97 \cdot 10^{-3}$ Дж/м². (Ответ: $20,87 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²).

2. При адсорбции уксусной кислоты из 1л водного раствора 50г угля концентрация кислоты уменьшилась с $C_0 = 1,4$ М до $C_1 = 1,25$ М. Найдите удельную адсорбцию и степень адсорбции в %. (Ответ: $\Gamma = 3 \cdot 10^{-3}$ моль/г, $\alpha_{\text{адс}} = 11\%$).

3. Во сколько раз поверхностная активность пентанола больше, чем у этанола? (Ответ: в 27 раз).

4. Вычислите длину и площадь молекулы изоамилового спирта $(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, если $\Gamma_{\infty} = 7 \cdot 10^{-6}$ моль/м², плотность спирта $0,81 \cdot 10^6$ г/м³.

5. Рассчитайте работу адгезии $W_a = \sigma_{\text{ж/г}} \cdot (1 + \cos \theta)$ в системах вода-графит и бензол-графит. Поверхностные натяжения воды и бензола соответственно равны $72,75 \cdot 10^{-3}$ Н/м и $28,88 \cdot 10^{-3}$ Н/м, а краевые углы смачивания составляют 108° и 30°. Какое вещество лучше смачивает графит? (Ответ: бензол).

6. Сравните поверхностную активность пропионовой и масляной кислот. Выполняется ли правило Траубе-Дюкло?

Кислота	C, моль/л	σ , мН/м
Пропионовая	0,0312	69,5
	0,0625	67,7
Масляная	0,0312	65,8
	0,0625	60,4

7. Золь ртути состоит из шариков диаметром $6 \cdot 10^{-6}$ см. Чему равны: а) суммарная поверхность частиц; б) общее число частиц в растворе при дроблении 1г ртути? Плотность ртути 13,546 г/см³.

8. При уменьшении концентрации новокаина в растворе с 0,2 моль/л до 0,15 моль/л поверхностное натяжение возросло с $6,9 \cdot 10^{-2}$ Дж/м² до $7,1 \cdot 10^{-2}$ Дж/м², а у раствора кокаина с $6,5 \cdot 10^{-2}$ Дж/м² до $7,0 \cdot 10^{-2}$ Дж/м². Сравните величины адсорбции двух веществ в данном интервале концентраций при 293° К. Для какого вещества она больше? (Ответ: $\Gamma_{\text{нов}} = 2,87 \cdot 10^{-6}$ моль/м², $\Gamma_{\text{кок}} = 7,19 \cdot 10^{-6}$ моль/м²).

9. Концентрация кетоновых тел, накапливаемых в крови больных сахарным диабетом в течении суток, достигает 0,2 моль/л. Какое количество кетоновых тел адсорбируется из крови при гемосорбции, если емкость адсорбента равна $\Gamma_{\infty} = 3 \cdot 10^{-3}$ моль/г, $\alpha = 6 \cdot 10^{-2}$ моль/л в уравнении Ленгмюра: $\Gamma = \Gamma_{\infty} C / (\alpha + C)$. (Ответ: $\Gamma = 2,31 \cdot 10^{-3}$ моль/г).

10. Концентрация холестерина в плазме крови после проведения гемосорбции снизилась с 4,8 до 4,0 мкмоль/мл. Чему равна емкость данного адсорбента по холестерину (Γ_{∞} в мкмоль/г), если объем плазмы равен 1 л, а масса сорбента = 10г? (Ответ: $\Gamma_{\infty} = 80$ мкмоль/г).

УИРС.

Экспериментальное подтверждение правила Дюкло-Траубе на примере гомологического ряда спиртов.

Измерьте поверхностное натяжение растворов пропанола, бутанола и пентанола с одинаковыми концентрациями 0,025 моль/л. Рассчитайте поверхностную активность спиртов в интервале концентрации 0 - 0,025 моль/л, после чего сделайте вывод о подтверждении правила Траубе-Дюкло.

8. Подведение итогов занятия.

9. Задание на дом. Получение и свойства коллоидных растворов.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов	И. А. Передерина,	Томск : Издательс	Неограниченный доступ	

<p>медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).</p>	<p>А. С. Галактионова , Е. Н. Тверякова и др.</p>	<p>тво СибГМУ, 2021. - 89 с.</p>	
---	---	--	--

Занятие №14

Получение и свойства коллоидных растворов

1. Актуальность. Коллоидные системы широко распространены в природе. К дисперсным системам относятся кровь, слюна, лимфа, спинно-мозговая жидкость, костная ткань и др.; в коллоидном состоянии в организме находится ряд веществ: фосфаты, жиры, липиды. Некоторые лекарственные формы представляют собой коллоидные растворы. Диализ и электродиализ используют в лечебной практике.

2. Учебные цели: знакомство с методами получения и некоторыми свойствами дисперсных систем.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- правила работы в химической лаборатории с реактивами и приборами;
- классификацию дисперсных систем;
- сущность основных способов получения коллоидных растворов;
- методы очистки коллоидных систем;
- строение мицеллы золя;
- определение, признаки, факторы вызывающие коагуляцию зольей;
- порог коагуляции, правило Шульца-Гарди;
- коллоидную защиту как количественную характеристику защитного действия веществ, пептизацию;

уметь:

- получать коллоидные растворы различными методами;
- определять знак заряда коллоидных частиц;
- писать формулы мицелл золя;
- отличать коллоидные растворы от растворов низкомолекулярных веществ и взвесей;
- измерять пороги коагуляции зольей электролитами;
- объяснять явление коллоидной защиты.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, агрегатному состоянию фаз.
2. Строение коллоидных частиц.
3. Методы получения и очистки дисперсных систем.
4. Свойства дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмос, оптические и электрические свойства.
5. Кинетическая и агрегативная устойчивость зольей. Коагуляция (скрытая и явная, медленная и быстрая).
6. Порог коагуляции, коагулирующее действие. Правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция.
7. Седиментационный анализ.
8. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы.

Штатив с пробирками, спиртовка, пипетки, бюретка, резиновая груша, фильтровальная бумага, диализатор, 3 конические колбы, мерная пробирка.	на группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования .

Раствор серы или канифоли в спирте. Водные растворы : 2% FeCl_3 ; 0,001М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, 2 % мыла; 0,5% крахмала; 0,1М HCl ; эозина, метиленовой сини, гидрозоль $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Растительное масло или углеводород.	на группу
--	-----------

6.5. Реактивы:

5% раствор I_2 в спирте; растворы : 6М NaCl ; 0,01М Na_2SO_4 ; 0,001М $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; дистиллированная вода.	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия.

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Размер частиц в коллоидных растворах
 - 1) менее 10^{-9} м
 - 2) 10^{-9} - 10^{-7} м
 - 3) более 10^{-7} м
 - 4) 10^{-5} - 10^{-7} м.
2. Дисперсная система, состоящая из жидкой дисперсной фазы и жидкой дисперсионной среды
 - 1) эмульсия
 - 2) пена
 - 3) аэрозоль
 - 4) суспензия.
3. Оптическое свойство коллоидных растворов
 - 1) рассеивание
 - 2) поглощение
 - 3) отражение
 - 4) прохождение света
4. Строение мицеллы слюны при pH=6,7
 - 1) $\{m \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{HPO}_4^{2-} \cdot (n-x)\text{Ca}^{2+}\}^{x-} \cdot x\text{Ca}^{2+}$;
 - 2) $\{m \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{PO}_4^- \cdot (n-x)/2 \cdot \text{Ca}^{2+}\}^{x-} \cdot (x/2)\text{Ca}^{2+}$;
 - 3) $\{\text{CaCO}_3 \cdot n\text{Ca}^{2+} \cdot (2n-x)\text{Cl}^-\}^{x+} \cdot x\text{Cl}^-$;
 - 4) $\{m \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{PO}_4^{3-} \cdot 3/2(n-x)\text{Ca}^{2+}\}^{3x-} \cdot 3/2x\text{Ca}^{2+}$;
5. Переход нерастворимых в воде органических веществ в водную фазу в присутствии коллоидных ПАВ называется ...
 - 1) коагуляция;
 - 2) адсорбция;
 - 3) солубилизация;
 - 4) коллоидная защита.

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, агрегатному состоянию фаз.
2. Строение коллоидных частиц.
3. Методы получения и очистки дисперсных систем.
4. Свойства дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмос, оптические и электрические свойства.
5. Кинетическая и агрегативная устойчивость золь. Коагуляция (скрытая и явная, медленная и быстрая).
6. Порог коагуляции, коагулирующее действие. Правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция.
7. Седиментационный анализ.
8. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).

7.3. Лабораторная работа.

Получение и свойства дисперсных систем.

Опыт 1. Получение гидрозоля методом замены растворителя (физическая конденсация).

К 10 мл дистиллированной воды добавьте 0,5-1 мл 2% спиртового раствора канифоли (или серы), перемешайте. Получается голубовато-желтый гидрозоль. Направьте на раствор узкий пучок света фонарика, наблюдайте и зарисуйте эффект Тиндаля.

Опыт 2. Получение золя методом гидролиза соли (химическая конденсация).

В пробирку налейте 5 мл дистиллированной воды и 0,5-1 мл 2% FeCl_3 , нагрейте до кипения. Получается красно-коричневый, прозрачный золь гидроксида железа, его мицелла: $\{\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n \text{FeO}^+ \cdot (n-x) \text{Cl}^-\}^{x+} \cdot x \text{Cl}^-$.

Опыт 3. Получение золя берлинской лазури (реакция обмена).

А) К 1-2 мл 0,001М раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ прибавляют 2-3 капли раствора $FeCl_3$. Получается отрицательный синий золь, его мицелла:



Какой знак заряда у частиц?

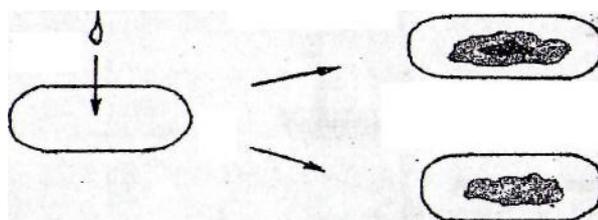
Б) К 2-3 мл раствора $FeCl_3$ прибавьте 1-2 капли раствора $K_4[Fe(CN)_6]$. Получается зеленый золь, его мицелла:



Какой знак заряда у частиц?

Опыт 4. Определение знака зарядов коллоидных частиц.

При погружении фильтровальной бумаги в воду, бумага приобретает отрицательный заряд. Если каплю коллоидного раствора нанести на фильтровальную бумагу, то при отрицательном заряде частиц происходит пропитывание краской бумаги. При положительном заряде коллоидных частиц происходит разложение раствора на две фазы: дисперсную фазу и дисперсную среду. На этом основано определение знака заряда окрашенных коллоидных частиц. Используйте растворы метиленовой сини и эозина.



Опыт 5. Получение эмульсий.

Налейте в пробирку 2-3 мл воды, 2-3 капли углеводорода или растительного масла, встряхните. Устойчивая ли эмульсия? Добавьте в эту же пробирку 1-2 мл раствора мыла, встряхните. Запишите наблюдения. Какова роль мыла в получении эмульсии? Каков тип эмульсии: масло в воде (м/в) или вода в масле (м/в)? Нарисуйте как молекулы мыла адсорбируются на каплях масла.

Опыт 6. Определение порога коагуляции электролитов.

В коническую колбу налейте 10 мл гидрозоля $Fe(OH)_3$ и титруйте до появления мути одним из электролитов:

- 1) 6М NaCl;
- 2) 0,01М K_2SO_4 ;
- 3) 0,001М $K_3[Fe(CN)_6]$.

Запишите объем в мл электролита ($V_э$), пошедшего на титрование. Рассчитайте порог коагуляции :

$$C_{пор.} = \frac{C_э \cdot V_э \cdot 10^3}{V_{золь} + V_э} \text{ ммоль / л}$$

где $C_э$ – молярная концентрация коагулирующего электролита,

$V_э$ - объем (мл) электролита, вызывающего коагуляцию золя объемом $V_{золь}$.

Для всех электролитов рассчитайте коагулирующее действие $KД = 1/C_{пор}$ ммоль/л. Результаты запишите в таблицу:

Электролит	$C_э, M$	$V_э, мл$	$C_{пор}, ммоль/л$	КД, л/ммоль
NaCl				
K_2SO_4				
$K_3[Fe(CN)_6]$.				

Из полученных данных сделайте вывод о соответствии с правилом Шульце-Гарди: порог коагуляции обратно пропорционален заряду коагулирующего иона в шестой степени.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

- Минимальная концентрация электролита, вызывающая коагуляцию золя.
 - коагулирующее действие
 - порог коагуляции
 - молярность
 - ККМ-критическая концентрация мицеллообразования.
- Золь AgJ получен при добавлении избытка раствора NaJ к раствору $AgNO_3$. Какой ион будет потенциалопределяющим?
 - Ag^+
 - Na^+
 - J^-
 - NO_3^-
- Коллоидные ПАВ
 - NaCl
 - C_2H_5OH
 - мыло
 - фосфолипиды.
- Ион, имеющий наибольшее коагулирующее действие по отношению к золю слюны : $\{m Ca_3(PO_4)_2 \cdot nHPO_4^{2-} (n-x)Ca^{2+}\}^{x-} \cdot xCa^{2+}$
 - Na^+
 - Cl^-
 - Ca^{+2}
 - Fe^{3+}
 - SO_4^{2-}
 - F^- .
- Явление, при котором усиливается коагулирующее действие одного иона в присутствии другого иона
 - антагонизм
 - синергизм
 - взаимная коагуляция
 - аддитивность

Типовые задачи.

- Золь гексацианоферрата (II) меди получен при действии на соль меди (II) избытком гексацианоферрата (II) калия. Написать формулу мицеллы золя.
- Золь кремневой кислоты получили при взаимодействии K_2SiO_3 и HCl . Какой из электролитов был в избытке, если в электрическом поле гранулы перемещаются к аноду? Напишите формулу мицеллы золя.
- Напишите формулу мицеллы золя золота, стабилизированного $KAuO_2$. У какого из электролитов: $NaCl$, $BaCl_2$, $FeCl_3$ порог коагуляции наименьший?
- Напишите формулы зольей: AgJ , стабилизированного $AgNO_3$; и $Fe(OH)_3$ стабилизированного $FeCl_3$. Как заряжены частицы этих зольей
- Бактерии и вирусы по своим размерам близки к коллоидным частицам. Исходя из известных вам свойств коллоидных растворов укажите: какими способами можно очистить воду от бактерий?
- Какой объем 0,001 М раствора $FeCl_3$ надо добавить к 0,03 л 0,002 М раствора

AgNO_3 , чтобы частицы золя AgCl в электрическом поле двигались к аноду? Напишите формулу мицеллы золя. (Ответ: больше 60 мл).

7. Коагуляция золя сульфида золота объемом 1,5 л наступила при добавлении 570 мл раствора хлорида натрия с концентрацией 0,2 М. Вычислите порог коагуляции золя ионами натрия. (Ответ: 55 ммоль/л).

6. Пороги коагуляции золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ сульфатом натрия и хлоридом калия соответственно равны 0,32 и 20,5 ммоль/л. Определите знак заряда коллоидных частиц золя, вычислите коагулирующее действие этих электролитов, проверьте, выполняется ли правило Шульце-Гарди.

7. Вычислите удельную поверхность золя 1 кг угольной пыли с диаметром частиц 10^{-3} м. Плотность угля $\rho = 1,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

8. Сравните интенсивность светорассеяния высокодисперсного полистирола, освещенного монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 680$ нм, а затем с $\lambda_2 = 420$ нм.

9. Определите осмотическое давление гидрозоля золота концентрации $C = 2$ кг/м³ с диаметром частиц $d = 6 \cdot 10^{-9}$ м и плотностью $\rho = 19,3 \cdot 10^3$ кг/м³, $T = 293$ К.

10. Сравните осмотическое давление двух гидрозолей, отличающихся дисперсностью: $r_1 = 30$ нм, $r_2 = 55$ нм.

11. С какой скоростью будут оседать капли водяного тумана с радиусом частиц $r = 10^{-4}$ м. Вязкость воздуха $\eta = 1,8 \cdot 10^{-5}$ н·с/м². Плотностью воздуха пренебречь.

12. Вычислите средний сдвиг коллоидных частиц золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$, при 293 К за время $t = 4$ с, если радиус частиц $r = 10^{-8}$ м, вязкость воды $\eta = 10^{-3}$ н·с/м².

13. Вычислите коэффициент диффузии мицелл мыла в воде при 313 К и радиусе мицелл $r = 1,25 \cdot 10^{-8}$ м, вязкость воды $\eta = 6,5 \cdot 10^{-4}$ н·с/м², постоянная Больцмана $k = 1,33 \cdot 10^{-23}$ Дж/град.

14. Порог коагуляции положительно заряженного гидрозоля $\text{Fe}(\text{OH})_3$ под действием раствора NaCl равен 9,25 ммоль/л. Рассчитайте пороги коагуляции для KNO_3 , BaCl_2 , K_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, пользуясь правилом Шульце-Гарди.

УИРС. Диализ.

Равные объемы 0,5% раствора крахмала и 0,1М HCl налейте в диализатор, который погрузите на 20-30 минут в сосуд с дистиллированной водой. Затем проверьте воду, в которую был погружен диализатор на наличие крахмала (в пробирку добавьте 2-3 капли раствора I_2), и кислоты HCl (в пробирку добавьте индикатор метилоранж или универсальный). Сделайте вывод об отличии растворов ВМС или коллоидов от истинных растворов низкомолекулярных соединений по способности проходить через полупроницаемые мембраны.

8. Подведение итогов занятия.

9. Задание на дом. Свойства растворов высокомолекулярных соединений.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Колужникова, Е. В.	Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	Неограниченный доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа,2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliruyucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Свойства растворов высокомолекулярных соединений.

1. Актуальность. Знание этой темы необходимо для понимания ряда процессов с которыми сталкиваются стоматологи, например, опухоли, очаги воспаления, ожоги и др., связанные с набуханием биополимеров. Важной характеристикой белков является изоэлектрическая точка. В медицине широко используются синтетические полимеры: полиамиды, полиоксиметилен, полипропилен, полиметилметакрилат, этиленвинилацетат, назначение которых связано и с их физико-химическими свойствами.

2. Учебные цели. Знакомство с физико-химическими свойствами ВМС и их растворов.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- методы определения молекулярной массы полимера;
- уравнение Штаудингера;
- растворение полимеров. Набухание, степень набухания.
- факторы, влияющие на набухание полимера.
- понятия полиэлектролит, полиамфолит.
- изоэлектрическая точка, изоэлектрическое состояние белков.
- застудневание, какие факторы влияют на него.

уметь:

- измерять величину набухания полимеров;
- экспериментально определять влияние на набухание различного рода факторов (природа среда, электролит, рН);
- определять изоэлектрическую точку (ИЭТ) белков на примере желатина.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

3.Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки к занятию.

1. Определение понятия ВМС. Классификация ВМС.
2. Свойства ВМС и их растворов. Изоэлектрическая точка белка. Набухание, осмотическое давление, вязкость. Методы определения молекулярной массы полимеров.

3. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление крови.
4. Защитное действие растворов ВМС. Устойчивость растворов ВМС. Застуднение. Свойства студней.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места.

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО: калькуляторы, линейка, миллиметровая бумага.

6.3. Посуда и приборы.

Штатив с пробирками, пипетки, бюретка, резиновая груша, 2 конические колбы, мерная пробирка.	на группу
--	-----------

6.4. Объекты исследования .

Сухой желатин. 0,5% раствор желатина.	на группу
---------------------------------------	-----------

6.5. Реактивы:

Золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 0,1М раствор K_2SO_4 ; 0,1 М NaOH ; 0,1 М CH_3COOH ; 0,1 М CH_3COONa , 0,1М HCl ; индикатор метиловый оранжевый,	на группу
--	-----------

7. Содержание занятия:

7.1. Образец билета входного контроля.

1. Синтетический полимер

- 1) целлюлоза 2) крахмал 3) ДНК 4) полиметилметакрилат

2. При денатурации белков разрываются связи

- 1) ковалентные 2) водородные 3) ионные 4) пептидные

3. Правильные утверждения:

1) макромолекулы ВМС отличаются от коллоидных частиц размерами, формой, гибкостью, лиофильностью;

2) растворы ВМС образуются самопроизвольно и термодинамически устойчивы;

3) растворы ВМС являются неравновесными, лиофобными системами;

4) растворы ВМС являются истинными.

4. Термодинамически устойчивые системы -

- 1) желатин в воде 2) каучук в воде 3) бензол в воде 4) агар агар в воде

5. При набухании масса полимера

- 1) не изменяется 2) увеличивается 3) уменьшается 4) зависит от полимера

7.2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Определение понятия ВМС. Классификация ВМС: синтетические, природные, линейные, разветвленные, сетчатые, неэлектролиты, полиэлектролиты, полиамфолиты .

2. Свойства ВМС и их растворов. Изoeлектрическая точка белка. Набухание, осмотическое давление, вязкость. Методы определения молекулярной массы полимеров.
3. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление крови.
4. Защитное действие растворов ВМС. Устойчивость растворов ВМС. Застудневание. Свойства студней.

7.3. Лабораторная работа

Свойства ВМС.

Задание 1. Защитное действие желатина.

Определите порог коагуляции для золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и 0,01М раствора Na_2SO_4 , в отсутствии и присутствии желатина. Для этого а) в одной колбе оттитруйте 10 мл золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ электролитом до появления мути; б) в другой колбе 10 мл золя + 1мл раствора желатина оттитруйте электролитом. В каком случае электролита потребовалось больше? Запишите наблюдения, сделайте вывод о защитных действиях желатина.

Задание 2. Влияние рН на набухание.

В три мерных пробирки насыпьте по 0,5 г порошка желатина (высота порошка 1см). В одну пробирку налейте 8 мл 0,1М HCl , в другую такое же количество 0,1М NaOH , в третью пробирку смесь 4мл 0,1М CH_3COOH ($K=1,75 \cdot 10^{-5}$) и 4 мл 0,1М CH_3COONa . Рассчитайте значение рН во всех взятых растворах. Содержимое пробирок перемешайте и оставьте на 1 час, периодически перемешивая. Измерьте высоту набухшего геля. Объясните наблюдаемую зависимость степени набухания желатина от рН среды (изoeлектрическая точка желатина $pI=4,7$). Рассчитайте степень набухания. Результаты занесите в таблицу.

№	рН	h_0	h	$\alpha = (h-h_0)/h_0$
1				
2				
3				

7.4 Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля

1. Наиболее вероятная форма молекулы ВМС вследствие теплового движения звеньев
 - 1) глобула
 - 2) спираль
 - 3) палочка
 - 4) нить.
2. Значение рН раствора белка, при котором молекула становится электронейтральной; набухание и скорость электрофореза минимальны, а коагуляция и застудневание максимальны.
 - 1) золотое число
 - 2) порог коагуляции
 - 3) изoeлектрическая точка
 - 4) ККМ
3. $[\eta]=K \cdot M^\alpha$
 - 1) степень набухания
 - 2) уравнение Штаудингера
 - 3) уравнение Галлера
 - 4) условие равновесия Доннана

4. Минимальная масса (мг) сухого вещества, предотвращающего 10 мл. красного гидрозоль Au от коагуляции под действием 1 мл 10% NaCl
 1) "золотое число" 2) "рубиновое число" 3) "железное число"
 4) порог коагуляции
5. Какой анион способствует наибольшей степени набухания белков
 1) Cl^- 2) NO_3^- , 3) SO_4^{2-} 4) CNS^- 5) F^-

Типовые задачи

1. Охарактеризуйте приведенные ниже ВМС а) по происхождению (биополимеры, синтетические ВМС), б) по структуре ВМС (линейные, разветвленные, сетчатые), в) по принадлежности к тому или иному типу электролитов (неэлектролиты, полиэлектролиты, полиамфолиты):
 - крахмал,
 - поливинилацетат,
 - резина,
 - ДНК.
2. В воду поместили 2,5г полимера и взвесили после набухания. Его масса составила 4,5г. Рассчитайте степень набухания полимера.
3. При набухании каучука массой 200 г поглотилось 964 мл хлороформа ($\rho = 1,9$ г/мл). Рассчитайте степень набухания каучука и процентный состав полученного студня. (Ответ: $\alpha = 915,8\%$; $\omega = 9,84\%$).
3. Какой из двух белков: альбумин ($pI = 4,9$) или гемоглобин ($pI = 6,8$) сильнее набухает и лучше растворяются в воде ($pH = 5,5$)?
4. К какому электроду будут передвигаться частицы белка при электрофорезе, если его изоэлектрическая точка $pI = 4$, а pH раствора равен 5?
5. Гемоглобин ($pI = 6,68$) поместили в буферный раствор с концентрацией ионов водорода $1,5 \cdot 10^{-6}$ моль/л. Определите направление движения молекул гемоглобина при электрофорезе. Известно, что в эритроцитах $pH = 7,25$. Какой заряд имеют молекулы гемоглобина при этом значении pH ?
6. Рассчитайте молекулярную массу полистирола по величине характеристической вязкости $[\eta] = 0,105$. Растворитель толуол; константы: $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,69$.
7. Рассчитайте среднюю молекулярную массу полимера, если его характеристическая вязкость $[\eta] = 0,126$ м³/кг, константы: $K = 5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,67$. (Ответ: 119321 кг/моль).
8. Рассчитайте среднюю молярную массу полистирола, если осмотическое давление при 25°C равно 120,9 Па, а массовая концентрация = 4,176 кг/м³; $\beta = 1$ Па·м⁶/кг². (Ответ: $M = 99916$ г/моль).
9. В 1л раствора содержится 5 г амилозы. Осмотическое давление такого раствора при 27 °C равно 0,188 мм рт.ст. Вычислите молярную массу амилозы ($\beta = 1$). (Ответ: $2,08 \cdot 10^5$ г/моль).
10. Определите осмотическое давление при 293 К водного раствора желатина, имеющего массовую концентрацию 2,5 кг/м³. Молярная масса желатина равна 104600, коэффициент $\beta = 0,69$ Па·м⁶·кг⁻². (Ответ: 64,3 Па).
11. Золотое число желатина равно 0,01 мг. Какой объем раствора ($\rho = 1$ г/мл)

с массовой долей желатина равной 0,01% следует добавить к 10 мл золя золота для предотвращения коагулирующего действия 1 мл раствора с массовой долей хлорида натрия 10%? (Ответ: 0,1 мл).

12. При диагностике гнойного менингита определяют защитное число белков спинномозговой жидкости. Рассчитайте это число, если известно, что для предотвращения коагуляции 20 мл золя AgBr при действии 2 мл раствора с массовой долей NaNO_3 10% потребовалось добавить к этому золю 3 мл спинномозговой жидкости, содержащей 2 г белков в 1л. (Ответ: 0,003 г).

УИРС

I.. Сравните молекулярные массы, определенные при разных температурах, для этилцеллюлозы, растворенной в анилине, используя экспериментальные данные осмометрического метода:

Концентрация $C, \text{ кг/м}^3$		2	4	6	10
Осмотическое давление при температуре	289,5 К	92,4	187	287	496
	297,5 К	98	199	305	528
	313,8 К	99,6	203	310	536

2. Определите молекулярный вес полиметилакрилата по следующим данным вискозиметрического метода (раствор полимера в бензоле).

Концентрация $C, \text{ кг/м}^3$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Приведенная вязкость $\eta_{\text{уд}}/C$	0,408	0,416	0,430	0,434	0,442	0,452

Константы: $K=4,7 \cdot 10^{-5}$; $\alpha = 0,77$.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Подготовиться к контрольной работе по модулю №3 .

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература [1],[2].

Занятие № 16

Контрольная работа по модулю №3.

Цель занятия. Проверить усвоение материала занятий № 13-15.

Оснащение: билеты, справочники физико-химических величин, таблица Менделеева, калькуляторы.

Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки к занятию.

1. Поверхностное натяжение. Методы определения.
2. Поверхностные явления (смачивание, адгезия, адсорбция).
3. Поверхностно-активные вещества. Уравнения Гиббса, Ленгмюра.
4. Адсорбция электролитов. Иониты.
5. Химическая адсорбция. Хроматография.
6. Классификация дисперсных систем по размерам частиц, по агрегатному состоянию фаз.
7. Строение, методы получения и очистки дисперсных систем.
8. Свойства дисперсных систем (броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, оптические и электрические свойства).
9. Устойчивость коллоидов. Коагуляция. Правило Шульце-Гарди. Седиментация.
10. ВМС. Классификация.
11. Свойства ВМС: изоэлектрическая точка, набухание, вязкость.
12. Осмотическое давление растворов ВМС. Осмотическое давление крови.
13. Мембранное равновесие Доннана.
14. Коллоидная защита. «Золотое число».
15. Устойчивость растворов ВМС. Застудневание. Свойства студней.

Вид занятия: контрольная работа.

Продолжительность занятия: 4 академических часа.

Оснащение рабочего места: билеты, справочник физико-химических величин, калькуляторы, таблица Менделеева.

Содержание занятия .

Образец билета.

1. Адсорбция на границе твердый адсорбент-газ. Физическая и химическая адсорбция. Уравнение и изотерма адсорбции Ленгмюра, физический смысл Г К в уравнении Ленгмюра. Роль адсорбционных процессов в организме человека.
2. Строение, методы получения и очистки дисперсных систем.
3. Рассчитайте адсорбцию по уравнению Гиббса для 0,1 М раствора валериановой кислоты, если поверхностная активность имеет значение $g = -0,89$. $T = 298\text{K}$.
4. Порог коагуляции золя $\text{Al}(\text{OH})_3$, составляет 0,63 ммоль/л. Какой объем 0,01 М раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ надо добавить к 100 мл золя, чтобы вызвать его коагуляцию?
5. Рассчитайте молекулярный вес нитроцеллюлозы по данным вискозиметрического метода: характеристическая вязкость раствора нитроцеллюлозы в ацетоне $[\eta] = 0,204$, константы в уравнении Штаудингера $K = 0,89 \cdot 10^{-9}$, $\alpha = 0,9$.

Задание на дом: Теоретические основы биоорганической химии.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература

1.	Общая химия. Введение в общую	Колужникова,	Санкт-	Неограниченный
----	-------------------------------	--------------	--------	----------------

	химию: учебное пособие / Е. В. Колужникова. — ISBN 978-5-9239-1243-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179179 (дата обращения: 13.01.2023)	Е. В.	Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 104 с.	доступ
2.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
2.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
3.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
4.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №17 Теоретические основы биоорганической химии

1.Актуальность. Знание правил номенклатуры органических соединений, знание основ биоорганической химии необходимы для усвоения биологической химии и фармакологии, для понимания и составления названий лекарственных средств в дальнейшей профессиональной деятельности.

Важными аспектами реакционной способности органических соединений являются их кислотные и основные свойства. Эти свойства часто обуславливают существование большинства органических биомолекул в организме в ионном состоянии. Перенос протона, например, между атомами кислорода, азота и серы, наблюдается в ходе многих биохимических реакций. Большую роль в биохимических процессах играет также кислотный или основной катализ, осуществляемый с участием соответствующих ионогенных групп ферментов.

2. Учебные цели: научиться называть, писать формулы органических веществ, относить органическое соединение к определенному классу, выявлять сопряженные ароматические системы в молекулах, пользоваться справочной и научной литературой. Сформировать знания о кислотности и основности как важных понятиях, обуславливающих многие физико-химические и биологические свойства органических соединений; научиться сравнивать их кислотные и основные свойства.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- критерии классификации органических соединений;
- основные классы органических соединений; функциональные группы;
- основные правила систематической номенклатуры ИЮПАК; термины: родоначальная структура, заместители, характеристические группы.
- электронные эффекты радикалов и функциональных групп в структуре органических соединений.

уметь:

- оперировать химическими формулами органических соединений,
- выделять в молекулах реакционные центры и определять их потенциальную реакционную способность;
- определять по строению углеродного скелета принадлежность органических соединений к соответствующим классификационным группам;
- устанавливать по структурной формуле наличие функциональной группы в молекуле и относить органическое соединение к определенному классу;
- представлять возможные структурные изомеры конкретного органического соединения;
- определять электронные эффекты радикалов и функциональных групп;
- выявлять сопряженные ароматические системы в структуре биологически активных соединений и лекарственных веществ.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу.
- и овладеть следующими **компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки .

1. Функциональные группы, характерные для биологически важных соединений, их названия. Старшинство функциональных групп. Основные классы органических соединений.
2. Принципы международной номенклатуры (ИЮПАК), порядок перечисления приставок и суффиксов (окончаний).
3. Сопряжение (мезомерия), типы сопряжения (примеры). Энергия сопряжения.
4. Ароматические соединения (критерии ароматичности, примеры: бензол, пиррол, пиридин, пуридин).
5. Электронные эффекты заместителей: а) индуктивный эффект (+I, -I), примеры; б) мезомерный эффект (+M, -M), примеры.
6. Электронодонорные, электроноакцептерные функциональные группы.
7. Влияние заместителей на реакционную способность производных бензола. Ориентирующее влияние заместителей.
8. Понятия: субстрат, реакционный центр, реагент, радикал, электрофил, нуклеофил, кислота, основание, окислитель, восстановитель. Примеры.
9. Изомерия: 1) структурная (изомерия углеродной цепи; изомерия положения кратных связей, функциональных групп, гетероатомов; межклассовая изомерия); 2) пространственная (геометрическая, оптическая). Примеры.
10. Понятие «кислота» и «основание» по протолитической теории Бренстеда-Лоури.
11. Факторы, влияющие на кислотные и основные свойства органических соединений.
12. Типы органических кислот и оснований.
13. Электронная теория кислот и оснований (теория Льюиса).

14. Концепция жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 4 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1. Дидактический материал: справочник физико-химических величин,

6.2. ТСО.

6.3. Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички держатель для пробирок	на группу
---	-----------

6.4. Объекты исследования :

скипидар, раствор альдегида, ацетон, растворы фенола, молочной кислоты, мочевины. Фенол, анилин, диэтиламин.	на группу
--	-----------

6.5. Реактивы:

10%сода, 2%KMnO ₄ , спиртовый раствор фенолфталеина, 3% CuSO ₄ , 10% NaOH, 3%FeCl ₃ , 5%I ₂ , концентрированный раствор NaNO ₂ , 10% H ₂ SO ₄ . 10% Раствор NaOH, 10% раствор HCl, универсальная индикаторная бумага.	на группу
--	-----------

7.Содержание занятия.

7.1.Образец билета входного контроля

- Соединение C₆H₅NH₂ относится к классу
1) спиртов 2) кислот 3) аминокислот 4) аминов 5) алкенов.
- Формула этилацетата
1) C₆H₅NH₂ 2) CH₃COOC₂H₅ 3) C₆H₅OH 4) C₂H₅OC₂H₅.
- Расположите функциональные группы по старшинству
1) -ОН 2) -COOH 3) -СОН 4) -NH₂
- Тип сопряжения в молекуле бутадиена-1,3
1) σ,π 2) π,π 3) σ,σ 4) π,π
- Ароматическое соединение
1) циклогексан 2) бутадиен-1,3 3) стирол 4) парафин.
- Электронный эффект гидроксильной группы в молекуле C₆H₅-CH₂-ОН
1) +I 2) +I,+M 3) -I 4) -I,-M.
- Электронодонорный заместитель
1) -CH₃ 2) -COOH 3) -NO₂ 4) -SO₃H.
- Наиболее сильными кислотными свойствами обладает
1) CH₃COOH 2) ClCH₂COOH 3) BrCH₂COOH 4) FCH₂COOH
- В виде цис- и транс-изомеров существует
1) 2-метилпентен-1 2) бутен-2-овая кислота 3) бутин-2 4)пропен.
- Для вещества состава C₄H₁₀O невозможна изомерия

7.3. Лабораторная работа.

Опыт 1. Качественная реакция на неопределенность.

В пробирку налейте немного скипидара (содержит пинен-соединение с двойной связью), затем немного 10% раствора соды и по каплям при встряхивании 2% раствор перманганата калия. Запишите реакцию и наблюдения.

Опыт 1. Образование фенолята натрия и разложение его кислотой

В пробирку поместите несколько капель воды, кристалл фенола и встряхните. К возникшей мутной эмульсии добавляйте по каплям 10% раствор гидроксида натрия до образования прозрачного раствора. Напишите уравнение реакции получения фенолята натрия. Добавьте несколько капель соляной кислоты к раствору фенолята натрия. Что при этом наблюдается? Напишите уравнение происходящей реакции.

Опыт 2. Основность алифатических и ароматических аминов

В две пробирки внесите по 2 капли воды. Затем в первую поместите каплю анилина, а во вторую – каплю диэтиламина, и взболтайте. Сравните растворимость этих аминов в воде. По 1 капле содержимого каждой пробирки нанесите на полоску универсальной индикаторной бумаги или красного лакмуса. Определите рН растворов анилина и диэтиламина.

Опыт 3. Качественная реакция на мочевины.

В пробирку с концентрированным раствором мочевины $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (около 2мл) прилейте немного концентрированного раствора NaNO_2 и несколько капель 10% раствора серной кислоты, наблюдается выделение пузырьков N_2 и CO_2 . Напишите реакцию. Сделайте вывод из опытов.

Опыт 4. Кислотные свойства спиртов.

В сухую пробирку налейте немного этанола и внесите маленький кусочек натрия. Соберите выделяющийся водород, прикрыв пробирку пробкой. Уберите пробку и быстро поднесите к отверстию пробирки горящую спичку, услышите характерный звук. В пробирку капните 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Напишите уравнения реакций получения и гидролиза этилата натрия, объясните цвет фенолфталеина.

Опыт 5. Реакция на многоатомные спирты.

В пробирку налейте немного 3% раствора сульфата меди, затем немного 10% раствора NaOH . Добавьте немного глицерина и встряхните. Напишите реакцию образования хелатного соединения, укажите его цвет.

Опыт 6. Реакция на фенолы.

В пробирку с 1% раствором фенола (или салициловой кислоты) добавить немного 3% раствора хлорного железа. Напишите реакцию, укажите цвет фенолята натрия.

Опыт 7. Реакция на уксусную кислоту.

К раствору уксусной кислоты в пробирке добавьте раствор Na_2CO_3 . Какой газ выделяется? Напишите уравнение реакции. Сделайте вывод о кислотных свойствах веществ из опытов.

7.4. Контроль усвоения темы занятия.

Образец билета выходного контроля.

1. Назовите цистеин $\text{CH}_2(\text{SH})\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ по заместительной номенклатуре. Какие функциональные группы содержатся в молекуле цистеина?
2. Какое из приведенных соединений толуол или метилциклогексан является ароматическим? Обоснуйте свой выбор.
3. Укажите тип и знак электронных эффектов функциональных групп в молекуле 4-гидрокси-2-метилбутановой кислоты.
4. Напишите уравнения реакций, назовите продукты:
 - а) анилин + бром,
 - б) пропан + хлор,
 - в) муравьиная кислота + этанол.
5. Дайте определение понятий «кислотность» и «основность» по Бренстеду-Лоури. Расположите следующие спирты в ряд по уменьшению кислотности: метиловый, трет-бутиловый, изопропиловый. Обоснуйте свой ответ, основываясь на стабильности соответствующих анионов.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы.

1. Напишите формулу соединения, содержащего бензольное кольцо и гидроксильную группу и определите к какому классу оно относится.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 2-диоксибутандиовая кислота;
- б) 2-амино-3-меркапто-3-метилбутановая кислота;
- в) 2-метил-3-оксипентаналь;
- г) 5-амино-4-оксопентановая кислота.

2. Назовите по международной номенклатуре следующей соединение:

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$
- б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$
- в) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$
- г) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{SH})\text{CH}_3$.

3. Напишите структурную формулу цитраля (3,7-диметил октадиен-2,6-аль).

4. Напишите структурную формулу 2-бром-3-гидрокси-7-метилоктандиовой кислоты.

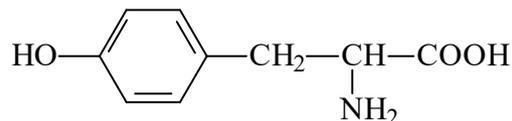
1. Расположите в ряд по уменьшению кислотности следующие соединения:
 - а) этанол, этантиол, этиламин;
 - б) фенол, *n*-нитрофенол, *n*-аминофенол;
 - в) этанол, пропанол-2, метанол, 2-метилпропанол-2.

Обоснуйте решение, исходя из стабильности анионов.

2. Глицерин взаимодействует с гидроксидом меди (II), а пропанол-1 – нет. Дайте объяснение различию в кислотности и напишите схему реакции.

3. Сравните основность каждой из следующих групп соединений:

- а) аммиак, анилин, дифениламин, трифениламин;
 - б) анилин, *n*-аминофенол, *n*-аминобензойная кислота;
4. Чем больше основность простых эфиров, тем легче они расщепляются под действием сильных минеральных кислот. Какое соединение расщепляется легче – диэтиловый эфир или фенилэтиловый эфир (фенетол)?
5. Укажите в молекуле α -аминокислоты тирозине кислотные центры и определите порядок уменьшения их кислотности.



6. В качестве первого антидота при отравлениях соединениями мышьяка был предложен 2,3-димеркаптопропанол. Какие кислотные центры в его молекуле преимущественно участвуют в образовании солей мышьяка?

7. Ощущение сладкого вкуса возникает при одновременном наличии в соединении слабых кислотного и основного центров, находящихся на определенном расстоянии друг от друга и образующих водородные связи с вкусовыми рецепторами. Укажите кислотные и основные центры в молекуле 5-нитро-2-пропоксианилина, который слаще свекловичного сахара в 3100 раз.

7.5. Подведение итогов занятия.

7.6. Задание на дом. Биологически важные реакции карбонильных соединений.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература.

1.	Биоорганическая химия	Н.А. Тюкавкина,	Москва: ГЭОТАР-Медиа,	Неограниченный доступ
2.	[Электронный ресурс]: учебник.	Ю.И. Бауков,	2010. - 416 с.	
1.	http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	С. Э. Зурабян.		
3.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
2.				
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный //	А. В. Жолнин ; под ред. В. А.	Москва : ГЭОТАР-	Неограниченный доступ

ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	Попкова, А. В. Жолнина.	Медиа, 2014. - 400 с.	
--	-------------------------	-----------------------	--

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №18

Биологически важные реакции карбонильных соединений.

1. Актуальность темы. Альдегиды и кетоны (карбонильные соединения) широко распространены в природе, многие используются при синтезе лекарственных средств и лечебных препаратов (ретинол, камфора). Изучение механизмов нуклеофильного присоединения в оксосоединениях дает возможность прогнозировать химические превращения альдегидов и кетонов в организме человека. Так, имины (продукты взаимодействия аминов с альдегидами и кетонами) являются промежуточными продуктами во многих ферментативных процессах, например в биосинтезе α -аминокислот.

2. Учебные цели. Сформировать знания о биологически важных реакциях карбонильных соединений.

Сформировать знания о реакционной способности карбоновых кислот и их функциональных производных.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- классификацию реакций в органической химии;
- электронное строение карбонильной группы;
- химические свойства альдегидов и кетонов.

уметь и владеть:

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства альдегидов и кетонов;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих карбонильную группу;
- проводить качественную реакцию на альдегиды (с $\text{Cu}(\text{OH})_2$);
- проводить пробы Легала и Либена на ацетон.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Электронное строение карбонильной группы.
2. Реакционные центры в молекулах альдегидов и кетонов.
3. Химические свойства альдегидов и кетонов: присоединение спиртов, тиолов, воды, циановодородной кислоты, аминов, гидразинов и их производных.

4. Реакции конденсации, общий механизм альдольного присоединения. Кротоновая конденсация.
5. Окисление альдегидов гидроксидом диамминсеребра и гидроксидом меди (II). Восстановление альдегидов и кетонов гидридами металлов
6. Реакции диспропорционирования (Канницаро).
7. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона.
8. Реакционные центры карбоновых кислот и их функциональных производных.
9. Нуклеофильное замещение у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы. Образование хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов, гидразидов, нитрилов и обратные им реакции гидролиза.
10. Сравнительная оценка ацилирующей активности функциональных производных карбоновых кислот.
11. Свойства дикарбоновых кислот:
 - а) повышенная кислотность первых гомологов;
 - б) склонность к декарбоксилированию;
 - в) циклизация.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Формалин, 1% раствор ацетона.	на группу
Ацетат натрия, щавелевая кислота.	на группу

6.3. Реактивы:

10% Раствор NaOH, 0,2% раствор CuSO ₄ , разбавленный раствор нитропрусида натрия, раствор йода.	на группу
0,1 н. Раствор FeCl ₃ , 0,1 М раствор CaCl ₂ .	на группу

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Альдегиды вступают в реакции

- 1) Нуклеофильного присоединения;
- 2) Нуклеофильного замещения;
- 3) Электрофильного присоединения;
- 4) Электрофильного замещения.

2. Реакция, в которой не может быть получен названный продукт

- 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \xrightarrow{\text{H}^+}$ Основание Шиффа;
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow$ Ацеталь;

3) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 \xrightarrow{\text{H}^+}$ Финилгидразон;

4) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$ Полуацеталь.

3. Соединения, способные вступить в реакцию альдольной конденсации

1) $(\text{CH}_3)_3\text{CH}=\text{O}$;

2) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{O}$;

3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{O}$;

4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$.

4. Пара соединений, которые можно различить с помощью йодоформной пробы

1) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;

2) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ и CH_3COCH_3 ;

3) CH_3COCH_3 и $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$;

4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$.

5. Вещество, вступающее в реакцию диспропорционирования (реакция Канниццаро)

1) уксусный альдегид;

2) бензальдегид;

3) пропионовый альдегид;

4) масляный альдегид.

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. Электронное строение карбонильной группы.

2. Реакционные центры в молекулах альдегидов и кетонов.

3. Химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения; реакции конденсации (альдольное присоединение, кротоновая конденсация); окисление и восстановление альдегидов и кетонов; реакции диспропорционирования (Канниццаро).

4. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона.

5. Реакционные центры карбоновых кислот и их функциональных производных.

6. Нуклеофильное замещение у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы. Образование хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов, гидразидов, нитрилов и обратные им реакции гидролиза.

7. Сравнительная оценка ацилирующей активности функциональных производных карбоновых кислот.

8. Реакционная способность и специфические свойства дикарбоновых кислот.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Восстановление альдегидом соединений двухвалентной меди

К 1 мл раствора исследуемого альдегида добавьте 0,5 мл разбавленного раствора щелочи и затем по каплям растворов сульфата меди до образования осадка. Полученную смесь нагрейте до начала кипения, при этом осадок изменяет свою окраску. Напишите схему реакции.

Опыт 2. Качественная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

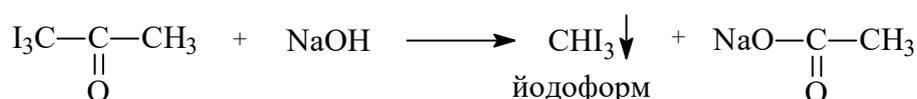
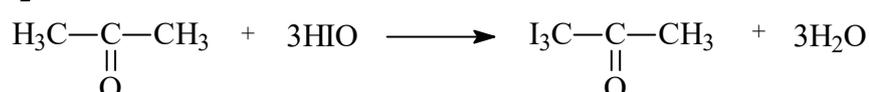
Цветная реакция ацетона с нитропруссидом натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, называется пробой Легала, часто применяется в дополнение к йодоформной пробе. Эта реакция

широко используется в клиническом анализе, например, для определения ацетона в моче у больных сахарным диабетом.

В пробирку налейте 3-4 мл 1% раствора ацетона, 0,5 мл разбавленного раствора нитропрусида натрия и несколько капель 10% едкого натра. Появляется оранжево-красное окрашивание, которое при подкислении уксусной кислотой переходит в вишнево-красное.

Опыт 3. Йодоформная проба на ацетон (проба Либена)

К 1 мл ацетона добавьте 1 мл раствора йода и несколько капель щелочи до исчезновения окраски. Образуется желтый осадок йодоформа с характерным запахом.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Окислением какого спирта можно получить ацетон (пропанон-2)?
Напишите уравнения реакций ацетона со следующими веществами:

- этилмеркаптаном;
- водородом;
- метиламином

К какому классу относится каждое из полученных соединений?

2. Какие соединения вступают в реакцию Канницаро? Напишите уравнение реакции Канницаро для муравьиного альдегида.

Типовые задачи

- Напишите уравнения реакций взаимодействия этанала с 1 и с 2 молями этанола. Какое из соединений выступает в роли нуклеофила?
- Напишите реакции взаимодействия бензальдегида и ацетальдегида с синильной кислотой. Сопоставьте реакционную способность этих альдегидов.
- Напишите реакцию альдольной конденсации бутанала. Какая среда необходима для протекания этой реакции?
- Напишите реакцию кротоновой конденсации 3-метилбутанала.
- Напишите реакцию взаимодействия ацетальдегида с аммиаком и этиламином, объясните ее механизм.
- Напишите реакцию восстановления уксусного альдегида с использованием алюмогидрида лития.
- Реакция Канницаро для формальдегида и бензальдегида. Чем объясняется кислая реакция водного раствора формальдегида?
- Напишите схемы реакций взаимодействия ацетона со следующими реагентами:
 - гидроксиламином (NH_2OH);

б) гидразином (NH_2NH_2).

9. Напишите реакции окисления альдегидов гидроксидом диамминсеребра и гидроксидом меди (II).

10. Получите 3-метилпентаналь окислением соответствующего спирта.

11. Напишите уравнение реакции этерификации, приводящей к получению бутилпропионата. Какой катализатор используется в этой реакции?

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Карбоновые кислоты и их производные.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

4.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
5.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по	Н. Л. Глинка ;	М.:	33	

	общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	Интеграл-Пресс, 2009.	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №19

Карбоновые кислоты и их производные.

1. Актуальность темы. Альдегиды и кетоны (карбонильные соединения) широко распространены в природе, многие используются при синтезе лекарственных средств и лечебных препаратов (ретиаль, камфора). Изучение механизмов нуклеофильного присоединения в оксосоединениях дает возможность прогнозировать химические превращения альдегидов и кетонов в организме человека. Так, имины (продукты взаимодействия аминов с альдегидами и кетонами) являются промежуточными продуктами во многих ферментативных процессах, например в биосинтезе α -аминокислот.

Для карбоновых кислот и их функциональных производных характерны реакции нуклеофильного замещения. Химия белка и нуклеиновых кислот связана с химическими свойствами амидов и сложных эфиров. Наиболее распространенным представителем тиоэфиров карбоновых кислот в организме является ацетилкофермент А, который служит переносчиком ацетильной группы на нуклеофильные субстраты. Ангидриды и хлорангидриды используются как ацилирующие реагенты; амиды, гидразиды, сложные эфиры применяются как лекарственные средства.

2. Учебные цели. Сформировать знания о биологически важных реакциях карбонильных соединений.

Сформировать знания о реакционной способности карбоновых кислот и их функциональных производных.

В результате освоения темы обучающийся должен **знать:**

- классификацию реакций в органической химии;
- электронное строение карбонильной группы;
- химические свойства альдегидов и кетонов.
- электронное строение карбоксильной группы;
- реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы;
- свойства дикарбоновых кислот.

уметь и владеть:

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства альдегидов и кетонов;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих карбонильную группу;
- проводить качественную реакцию на альдегиды (с $Cu(OH)_2$);
- проводить пробы Легала и Либена на ацетон; - приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства карбоновых, дикарбоновых кислот и их функциональных производных;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих карбоксильную группу;
- проводить качественные реакции на уксусную и щавелевую кислоты;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных

данных. - и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона.
2. Реакционные центры карбоновых кислот и их функциональных производных.
3. Нуклеофильное замещение у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы. Образование хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов, гидразидов, нитрилов и обратные им реакции гидролиза.
4. Сравнительная оценка ацилирующей активности функциональных производных карбоновых кислот.
5. Свойства дикарбоновых кислот:
 - а) повышенная кислотность первых гомологов;
 - б) склонность к декарбоксилированию;

в) циклизация.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Ацетат натрия, щавелевая кислота.	на группу
-----------------------------------	-----------

6.3. Реактивы:

10% Раствор NaOH, 0,2% раствор CuSO ₄ , разбавленный раствор нитропрусида натрия, раствор йода.	на группу
0,1 н. Раствор FeCl ₃ , 0,1 М раствор CaCl ₂ .	на группу

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Для карбоновых кислот характерны реакции

- 1) Нуклеофильного присоединения;
- 2) Нуклеофильного замещения;
- 3) Электрофильного присоединения;
- 4) Электрофильного замещения.

2. Установите соответствие

Соединение	Класс соединения
1) CH ₃ CH ₂ COONH ₄	А) амид
2) C ₃ H ₇ COCl	Б) соль
3) CH ₃ CH ₂ CONH ₂	В) ангидрид
4) (CH ₃ CH ₂ CO) ₂ O	Г) галогенангидрид

3. Продукты гидролиза пропилового эфира масляной кислоты

- 1) C₂H₅OH и C₅H₁₁COOH;
- 2) C₃H₇OH и C₄H₉COOH;
- 3) C₃H₇OH и C₃H₇COOH;
- 4) C₃H₇OC₃H₇ и C₃H₇COOH.

4. Установите соответствие

Название кислоты	Формула кислоты
1) Щавелевая кислота	А) HCOOH
2) Янтарная кислота	Б) HOOC-COOH
3) Уксусная кислота	В) CH ₃ COOH
4) Муравьиная кислота	Г) HOOC-CH ₂ -CH ₂ -COOH

5. Хлорангидрид можно получить в результате взаимодействий

- 1) Бутановой кислоты с пентахлоридом фосфора;
- 2) Пропановой кислоты с тионилхлоридом;

- 3) Уксусной кислоты с хлористым метилом;
- 4) Муравьиной кислоты с трихлоридом фосфора.

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона.
2. Реакционные центры карбоновых кислот и их функциональных производных.
3. Нуклеофильное замещение у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы. Образование хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов, гидразидов, нитрилов и обратные им реакции гидролиза.
4. Сравнительная оценка ацилирующей активности функциональных производных карбоновых кислот.
5. Реакционная способность и специфические свойства дикарбоновых кислот.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Восстановление альдегидом соединений двухвалентной меди

К 1 мл раствора исследуемого альдегида добавьте 0,5 мл разбавленного раствора щелочи и затем по каплям растворов сульфата меди до образования осадка. Полученную смесь нагрейте до начала кипения, при этом осадок изменяет свою окраску. Напишите схему реакции.

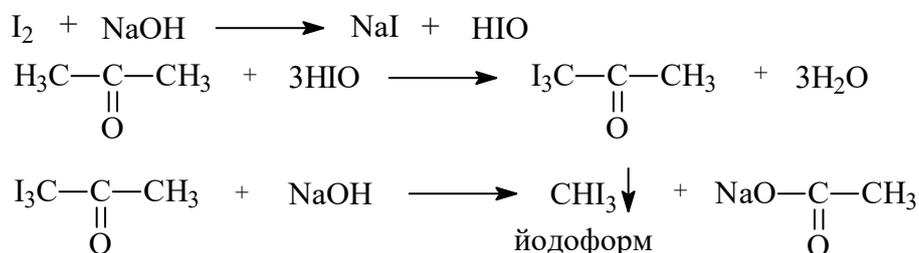
Опыт 2. Качественная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

Цветная реакция ацетона с нитропруссидом натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, называется пробой Легала, часто применяется в дополнение к йодоформной пробе. Эта реакция широко используется в клиническом анализе, например, для определения ацетона в моче у больных сахарным диабетом.

В пробирку налейте 3-4 мл 1% раствора ацетона, 0,5 мл разбавленного раствора нитропруссида натрия и несколько капель 10% едкого натра. Появляется оранжево-красное окрашивание, которое при подкислении уксусной кислотой переходит в вишнево-красное.

Опыт 3. Йодоформная проба на ацетон (проба Либена)

К 1 мл ацетона добавьте 1 мл раствора йода и несколько капель щелочи до исчезновения окраски. Образуется желтый осадок йодоформа с характерным запахом.

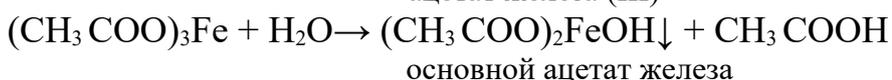
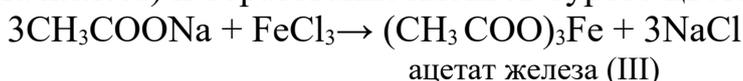


Опыт 4. Качественная реакция на уксусную кислоту

Уксусная кислота оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие. Например, 3% раствор уксусной кислоты убивает палочки брюшного тифа, 4% раствор – кишечную палочку. Особенно активна уксусная кислота по отношению к стафилококкам, служащим причиной пищевых отравлений.

При взаимодействии уксусной кислоты с солями железа появляется красно-бурое окрашивание. На этой реакции в санитарной практике основано определение уксусной кислоты в воздухе промышленных помещений.

В пробирке с 3-4 мл воды растворите щепотку натриевой соли уксусной кислоты и прилейте несколько капель раствора хлорида железа (III). Появляется красное окрашивание раствора вследствие образования растворимой комплексной соли – хлорида основного гексаацетата железа (III). При кипячении происходит гидролиз комплексной соли (упрощенно – ацетата железа) и образование хлопьев бурого цвета.

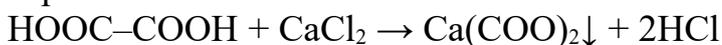


Опыт 5. Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли

Щавелевая кислота в виде кальциевой соли содержится в зеленых растениях, а также является компонентом почечных камней (оксалатные камни).

В пробирку поместите лопаточку щавелевой кислоты и прибавьте 4 – 5 капель воды до полного растворения. Пипеткой возьмите 1 каплю раствора и нанесите на предметное стекло. Добавьте к ней 1 каплю раствора хлорида кальция. Выпадает кристаллический осадок.

С кристаллами оксалата кальция можно встретиться при клиническом исследовании мочи. Они имеют форму почтовых конвертов и хорошо видны под микроскопом.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Окислением какого спирта можно получить ацетон (пропанон-2)?
Напишите уравнения реакций ацетона со следующими веществами:

- а) этилмеркаптаном;
- б) водородом;
- в) метиламином

К какому классу относится каждое из полученных соединений?

2. Какие соединения вступают в реакцию Канницаро? Напишите уравнение реакции Канницаро для муравьиного альдегида.

3. Напишите реакции, указав условия их протекания, и назовите полученные соединения:

- а) взаимодействие муравьиной кислоты с гидроксидом натрия;
- б) взаимодействие пропионовой кислоты с изопропиловым спиртом;
- в) нагревания малоновой кислоты;
- г) гидролиза амида капроновой кислоты.

4. Расположите следующие вещества в ряд по уменьшению ацилирующей способности: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$, $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO})_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$.

Типовые задачи

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия этанала с 1 и с 2 молями этанола. Какое из соединений выступает в роли нуклеофила?
2. Напишите реакции взаимодействия бензальдегида и ацетальдегида с синильной кислотой. Сопоставьте реакционную способность этих альдегидов.
3. Напишите реакцию альдольной конденсации бутанала. Какая среда необходима для протекания этой реакции?
4. Напишите реакцию кротоновой конденсации 3-метилбутанала.
5. Напишите реакцию взаимодействия ацетальдегида с аммиаком и этиламином, объясните ее механизм.
6. Напишите реакцию восстановления уксусного альдегида с использованием алюмогидрида лития.
7. Реакция Канницзаро для формальдегида и бензальдегида. Чем объясняется кислая реакция водного раствора формальдегида?
8. Напишите схемы реакций взаимодействия ацетона со следующими реагентами:
 - а) гидроксиламином (NH_2OH);
 - б) гидразином (NH_2NH_2).
9. Напишите реакции окисления альдегидов гидроксидом диамминсеребра и гидроксидом меди (II).
10. Получите 3-метилпентаналь окислением соответствующего спирта.
11. Напишите уравнение реакции этерификации, приводящей к получению бутилпропионата. Какой катализатор используется в этой реакции?
12. Метилсалицилат относится к группе наркотических ангальгетиков. Напишите уравнение реакции получения метилсалицилата, используя реакцию этерификации.
13. Напишите реакцию щелочного гидролиза фенолсалицилата (салола), применяющегося в медицине внутрь при кишечных инфекциях.
14. Приведите уравнения реакций получения следующих функциональных производных пропионовой кислоты:
 - а) амидов;
 - б) галогенангидридов;
 - в) ниролов;
 - г) ангидридов;
 - д) солей;
 - е) гидразидов.
15. Установите строение соединения, если известно, что при его гидролизе образуются валериановая кислота и соль метиламмония. В какой среде протекала реакция гидролиза?
16. Напишите реакции взаимодействия уксусной, пропионовой и акриловой кислот с хлором. Назовите полученные продукты.
17. Напишите реакции, происходящие при нагревании первых четырех членов гомологического ряда двухосновных кислот.
18. Назовите кислоты, которые получают при окислении:

а) изопропилового спирта; б) 3-метилпентанала; в) гексанона-2.

19. Напишите реакции образования кислого и среднего эфира из янтарной кислоты и этилового спирта.

20. Расположите в порядке увеличения кислотности следующие кислоты: оксалат (щавелевая кислота), ацетат (уксусная кислота), монохлорацетат (монохлоруксусная кислота).

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Гетерофункциональные органические соединения.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

6.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
7.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по	Н. Л. Глинка ;	М.:	33	

	общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	Интеграл-Пресс, 2009.	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №16

Гетерофункциональные органические соединения

1. Актуальность темы. Из соединений с несколькими различными функциональными группами в природных объектах широко представлены аминокислоты, гидроксиды, амино- и оксокислоты. Гетерофункциональные соединения могут проявлять свойства, присущие монофункциональным соединениям, т.е. способность вступать в реакции по каждой функциональной группе. Однако одновременное наличие нескольких функциональных групп в молекуле ведет к появлению специфических свойств, которые важны для обеспечения биологических функций, выполняемых этими веществами.

2. Учебные цели. Сформировать знания о реакционной способности гетерофункциональных соединений с учетом взаимного влияния функциональных групп, а также знания их специфических свойств.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксиды);

- химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп;
- специфические реакции гетерофункциональных соединений.

уметь и владеть:

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства гетерофункциональных соединений, которые обусловлены наличием различных функциональных групп;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих различные функциональные группы;
- приводить специфические реакции гетерофункциональных соединений;
- проводить качественные реакции на салициловую и молочную кислоты;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксикислоты).
2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп.
3. Специфические реакции гетерофункциональных соединений.
4. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира (двойственная реакционная способность).
5. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин). Салициловая кислота и ее применение (ацетилсалициловая кислота, фенилсалицилат). Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Общая структура сульфаниламидов.
6. Функциональные производные угольной кислоты (уретаны, уриеды, мочевины).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 4 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Молочная кислота, салициловая кислота, бензойная кислота.	на группу
---	-----------

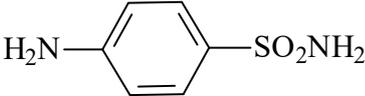
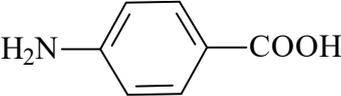
6.3. Реактивы:

1% Раствор фенола, 1% раствор FeCl ₃ .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Установите соответствие

Название соединения	Формула
1) молочная кислота	А) OHCH_2COOH
2) <i>n</i> -аминобензойная кислота	Б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
3) гликолевая кислота	В) 
4) стрептоцид	Г) 

2. Кислота, образующая лактон при нагревании

- 1) 3-аминопентановая кислота;
- 2) 4-гидроксимасляная кислота;
- 3) 3-гидроксипропионовая кислота;
- 4) 4-оксо-валериановая кислота.

3. Кислота, содержащая три карбоксильные группы

- 1) лимонная кислота;
- 2) винная кислота;
- 3) яблочная кислота;
- 4) молочная кислота.

4. Гетерофункциональные кислоты, при нагревании которых происходит реакция элиминирования

- 1) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$;
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$;
- 3) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$;
- 4) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{OH})\text{COOH}$.

5. Функциональные производные угольной кислоты

- 1) мочевины;
- 2) аспирин;
- 3) аланин;
- 4) фосген.

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксикислоты).
2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп и их специфические свойства.

3. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.
4. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные. Салициловая кислота и ее применение. Сульфаниловая кислота и ее амид. Общая структура сульфаниламидов.
5. Функциональные производные угольной кислоты.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Качественная реакция на салициловую кислоту

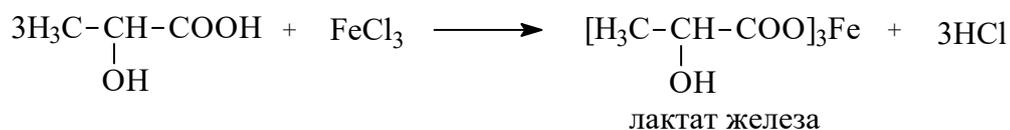
В одну пробирку налейте 1 мл раствора салициловой кислоты, в другую – 1 мл бензойной кислоты. Прилейте в каждую пробирку 1-2 капли раствора хлорида железа (III). Опишите наблюдения. Напишите уравнение реакции.

Опыт 2. Качественная реакция на молочную кислоту

На этой реакции в клинической практике основано открытие молочной кислоты в желудочном соке.

В пробирке смешайте 5 мл 1% раствора фенола с несколькими каплями 1% раствора хлорида железа (III). Наблюдается появление фиолетового окрашивания. Добавьте 1-2 капли молочной кислоты. Окраска переходит в зелено-желтую вследствие нарушения соединения железа с фенолом и образованием железной соли молочной кислоты.

На этой реакции в клинической практике основано открытие молочной кислоты в желудочном соке.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Химические свойства салициловой кислоты на примере реакций:
 - а) декарбоксилирования;
 - б) образования метилсалицилата;
 - в) образования ацетилсалициловой кислоты;
 - г) образования фенолсалицилата (салола).
2. Докажите соответствующими реакциями двойственную способность ацетоуксусного эфира.

Типовые задачи

1. Напишите по две реакции для каждой функциональной группы гликолевой кислоты.
2. Напишите реакции пировиноградной кислоты с:
 - а) гидроксиламином;
 - б) этанолом;
 - в) тионилхлоридом;
 - г) циановодородной кислотой.

3. Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании молочной кислоты (без и в присутствии минеральной кислоты).
4. Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании α -аминопропановой, β -гидроксимасляной, γ -гидроксиимасляной кислот. Назовите полученные продукты.
5. Напишите схему расщепления лимонной кислоты при нагревании ее с серной кислотой. Назовите конечные продукты.
6. Покажите явление кето-енольной таутомерии на примере ацетоуксусного эфира и напишите уравнения реакций, доказывающих наличие кетонной и енольной форм.
7. Напишите реакции восстановления и декарбоксилирования ацетоуксусной кислоты. При каком заболевании проводится определение в моче продукта декарбоксилирования?
8. В качестве анальгетиков и противовоспалительных средств используются производные салициловой кислоты – метилсалицилат и ацетилсалициловая кислота. При участии каких функциональных групп салициловой кислоты получают эти производные?
9. Приведите формулы эфиров *n*-аминобензойной кислоты (анестезина и новокаина) и общую структуру сульфаниламидных препаратов.
10. Приведите формулы производных угольной кислоты, имеющих значение в медицине.

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Контрольная работа по модулю №4

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

8.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
9.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6

1.	Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №21.

Контрольная работа по модулю №4

Цель занятия. Проверить усвоение материала занятий № 17-20.

Учебные цели. Сформировать системные знания о закономерностях химического поведения основных биологически важных классов органических соединений и биополимеров во взаимосвязи с их строением для использования этих знаний в качестве основы при изучении процессов, протекающих в живом организме, на молекулярном уровне.

Сформировать умения оперировать химическими формулами органических соединений, выделять в молекулах реакционные центры и определять их потенциальную реакционную способность.

Обобщить материал занятий 17-20, проверить его усвоение.

Вид занятия: контрольное занятие.

Продолжительность занятия: 4 академических часа.

Оснащение рабочего места: билеты, справочник физико-химических величин, калькуляторы, таблица Менделеева.

Содержание занятия .

Образец билета.

1. Реакция расщепления лимонной кислоты при ее нагревании с серной кислотой. Конечные продукты.

2. В организме больных сахарным диабетом пировиноградная кислота превращается в ацетоуксусную. Учитывая взаимность образования пировиноградной кислоты в результате реакции трансаминирования, определите, какая α -аминокислота вступала в эту реакцию. Напишите схему реакции.

3. Напишите реакции. Назовите продукты реакций и укажите механизм, по которому они протекают.

- а) гидрирование бутена-1;
- б) гидрохлорирования пропина;
- в) галогенирование 2-метилбутадиена-1,3.
- г) сульфирования толуола;
- д) ацилирования бензальдегида;
- е) нитрования бензосульфокислоты.

В пунктах г) - е) покажите ориентирующее действие заместителей.

4. Химические свойства одно-, двух- и трехатомных спиртов (на примере пропанола-1 и этиленгликоля): образование алкоголятов, сложных эфиров; внутри- и межмолекулярная дегидратации; замещение на галоген; окисление.

5. Химические свойства альдегидов и кетонов (на примере бутанала и ацетона): присоединение спиртов, тиолов, воды, циановодородной кислоты, аминов, гидразинов и их производных.

К какому классу относятся продукты реакций?

6. Свойства дикарбоновых кислот (щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая кислоты):

- а) повышенная кислотность первых гомологов;
- б) склонность к декарбоксилированию;
- в) циклизация.

Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Классификация реакций в органической химии. Типы реагентов в органических реакциях. Гомолитический и гетеролитический разрыв

химической связи. Промежуточные частицы – свободные радикалы, карбокатионы и карбоанионы, их электронное строение и факторы стабильности.

2. Особенности реакционной способности малых циклов, реакции замещения в средних циклах.

3. Реакции электрофильного присоединения (A_E) в ряду алкенов и алкинов. Особенности реакций A_E сопряженных диенах.

4. Реакции электрофильного замещения (S_E) в аренах: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций S_E в бензольном ядре.

5. Химические свойства одно-, двух- и трехатомных спиртов: образование алкоголятов, сложных эфиров; внутри- и межмолекулярная дегидратация; замещение на галоген; окисление.

6. Химические свойства фенолов: реакции по гидроксильной группе; реакции по ароматическому кольцу фенолов.

7. Реакционная способность простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление эфирной связи.

8. Реакционная способность тиоаналогов спиртов и простых эфиров – тиоспиртов и тиоэфиров: образование тиолятов, сульфониевых солей, дисульфидов.

9. Кислотность и основность органических соединений по Бренстоду-Лоури. Типы органических кислот и оснований. Факторы, влияющие на кислотность и основность.

10. Реакционные центры в молекулах альдегидов и кетонов. Химические свойства альдегидов и кетонов: присоединение спиртов, тиолов, воды, циановодородной кислоты, аминов, гидразинов и их производных.

11. Реакции конденсации, общий механизм альдольного присоединения. Кротоновая конденсация.

12. Окисление альдегидов гидроксидом диамминсеребра и гидроксидом меди (II). Восстановление альдегидов и кетонов гидридами металлов. Реакции диспропорционирования (Канницаро).

13. Реакционные центры карбоновых кислот и их функциональных производных. Нуклеофильное замещение у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоксильной группы. Образование хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов, гидразидов, нитрилов и обратные им реакции гидролиза.

14. Свойства дикарбоновых кислот:

а) повышенная кислотность первых гомологов;

б) склонность к декарбоксилированию;

в) циклизация.

15. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксикислоты). Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных

функциональных групп. Специфические реакции гетерофункциональных соединений.

16. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира (двойственная реакционная способность).

17. Функциональные производные угольной кислоты (уретаны, уриеды, мочевины).

7.6 Задание на дом: Аминокислоты и белки

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

10.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
11.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиот. еке	на кафед. ре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М.	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	

		Рубиной		
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №22

Аминокислоты и белки

1. Актуальность темы. Белки как основа всего живого были издавна в центре внимания естественных наук. Белки составляют материальную основу химической деятельности клетки. Функции белков в природе универсальны. Пептиды имеют меньшую молекулярную массу, чем белки. В биологическом плане пептиды отличаются от белков более узким спектром функций. Многообразные пептиды и белки состоят из остатков α -аминокислот. Общее число встречающихся аминокислот в природе достигает 100, однако некоторые из них обнаружены лишь в определенном обществе организмов или даже в одном из видов. Известно 20 наиболее важных α -аминокислот, постоянно встречающихся во всех белках.

2. Учебные цели. Сформировать знания о строении и свойствах важнейших α -аминокислот, о структурной организации пептидов и белков.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- строение и классификацию аминокислот;
- номенклатуру аминокислот, пептидов;
- физические и химические свойства α -аминокислот, пептидов и белков;
- незаменимые α -аминокислоты;
- синтез α -аминокислот по реакции трансаминирования;
- биологическую роль важнейших α -аминокислот, полипептидов и белков

уметь:

- называть аминокислоты по международной и биологической классификации;
- показать химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппе;
- показать специфические свойства α -аминокислот;
- показать гидролиз белков и синтез пептидов из отдельных аминокислот.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. α -Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура.
2. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.
3. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
4. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.
5. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).
6. Частичный и полный гидролиз белков.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки.	на группу
-------------------------------	-----------

6.2. Объекты исследования:

1% Раствор глицина, раствор яичного белка, раствор желатина.	на группу
--	-----------

6.3. Реактивы:

Метиловый красный, формалин, 5% раствор NaNO_2 , $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{конц.})}$, 10% раствор NaOH , 2% раствор CuSO_4 .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Выберите незаменимые в организме α -аминокислоты

- 1) валин;
- 2) аспарагин;
- 3) фенилаланин;
- 4) серин.

2. Установите соответствие

Название	Формула
1) цистеин	А) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$
2) глицин	Б) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{COOH}$
3) аланин	В) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3)\text{COOH}$
4) метионин	Г) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$

3. Дезаминирование α -аминокислот *in vitro* осуществляется

- 1) с участием ферментов дегидрогеназ и кофермента НАД⁺;
- 2) баритовой водой;
- 3) азотистой кислотой;
- 4) формальдегидом.

4. Установите соответствие

Аминокислота	Оксокислота, образующаяся в результате реакции трансаминирования
1) аланин	А) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCOON}$
2) аспарагиновая кислота	Б) CH_3COCOON
	В) $\text{HOOCCH}_2\text{COCOON}$
	Г) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COON}$

5. Пептиды содержат в молекуле

- 1) до 100 аминокислотных остатков;
- 2) до 1000 аминокислотных остатков;
- 3) до 10000 аминокислотных остатков;
- 4) до 1000000 аминокислотных остатков

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. α -Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура.
2. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.
3. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
4. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.
5. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).

6. Частичный и полный гидролиз белков.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Реакция глицина с формальдегидом

Реакция α -аминокислот с формальдегидом является основой метода формального титрования (метод Сёрнсена). Этот метод используется в фармацевтическом анализе для количественного определения лекарственных средств аминокислотной природы.

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина и добавьте 1 каплю индикатора метилового красного. Раствор окрашивается в желтый цвет (нейтральная среда). К полученной смеси добавьте равный объем формалина. Отметьте появление красной окраски (кислая среда). Данная реакция под названием «формальное титрование» используется для количественного определения карбоксильных групп в α -аминокислотах.

Опыт 2. Реакция глицина с азотистой кислотой

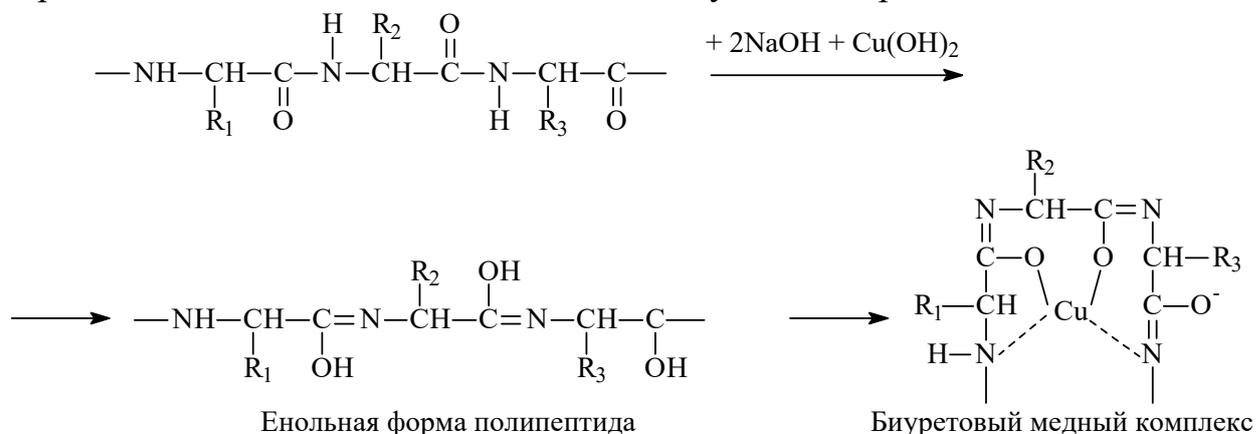
Реакция с азотистой кислотой лежит в основе метода количественного определения α -аминокислот по объему выделившегося азота (метод Ван-Слайка). В настоящее время реакция сохранила лишь историческое значение.

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина и равный объем 5% раствора нитрита натрия. Добавьте 2 капли концентрированной уксусной кислоты и осторожно взболтайте смесь. Наблюдайте выделение газа. Реакция используется для количественного определения аминогрупп в аминокислотах.

Опыт 3. Биуретовая реакция

Биуретовая реакция позволяет обнаружить структурный фрагмент, содержащий не менее двух амидных групп. Реакция основана на способности пептидной группы белков и полипептидов образовывать с ионами меди в щелочной среде комплексные соединения фиолетового цвета.

Реакция позволяет обнаружить наличие пептидной группы $-\text{CONH}-$ в исследуемом веществе и, следовательно, является универсальной реакцией для обнаружения веществ белковой природы. Свое название реакция получила от производного мочевины биурета, который дает в данных условиях то же окрашивание, что и белок. Окрашивание появляется за счет образования медной комплексной соли следующего строения:



В одну пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка, в другую – раствор желатина. В обе пробирки добавьте по 10 капель раствора едкого натра и по 1 капле раствора сульфата меди. В той и другой пробирке появляется красно-фиолетовое или сине-фиолетовое окрашивание.

7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Напишите реакцию декарбоксилирования *in vitro* гистидина.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия лизина с:
 - а) пятихлористым фосфором;
 - б) хлорангидридом уксусной кислоты;
3. Напишите структурную формулу дипептида Мет-Три.
4. Почему водный раствор аспарагиновой кислоты изменяет окраску синей лакмусовой бумаги, а водный раствор аспарагина – нет?

Типовые задачи

1. На примере реакции N-ацилирования валина объясните, почему эта реакция может использоваться для защиты аминогруппы. Напишите схему реакции.
2. Образование оснований Шиффа часто происходит в процессах превращений α -аминокислот в организме. Напишите схему реакции взаимодействия аланина с уксусным альдегидом. Какое соединение образуется при взаимодействии аланина с формальдегидом?
3. Докажите амфотерность α -аминокислот на примере реакций глицина с гидроксидом натрия и соляной кислотой.
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия изолейцина с:
 - а) $C_2H_5OH(H^+)$;
 - б) $NH_3(t^o)$;
 - в) $NaOH$;
 - г) PCl_5 .
5. Напишите схему реакций трансаминирования глутаминовой и α -оксоглутаровой кислот.
6. При длительном хранении водных растворов цистеина на воздухе выпадает осадок цистина. Напишите схему происходящей реакции.
7. Напишите реакцию дезаминирования лейцина *in vivo* и *in vitro*.
8. Приведите строение фрагмента нейропептида головного мозга Леу-энкефалина, имеющего аминокислотную последовательность Тир-Гли-Глу-Фен-Лей. Какие продукты образуются в результате полного гидролиза этого пептида?

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Углеводы.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

12.	Биоорганическая химия. учебник.	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
1.	http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html			
2.13	Биоорганическая химия : учебник для	Н. А.	Москва:	1123

	студ. Вузов	Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Дрофа, 2005. - 542 с.	
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа,2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoy-himii-dlya-studentov-	И. А. Передерина, А. С. Галактионова , Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №23

Углеводы

1. Актуальность темы. Углеводы, или сахара, играют большую роль в жизнедеятельности организма и присутствуют во всех клетках живых организмов. Углеводы являются источниками энергии, регуляторами многих биохимических процессов. Они участвуют в процессе клеточного узнавания, в проявлении иммунитета. Общеизвестный представитель моносахаридов – глюкоза – содержится в растительных соках, плодах, фруктах.

Глюкоза является обязательным компонентом крови и тканей всех животных и непосредственным источником энергии для клеточных растений.

В природе распространены сложные углеводы – олиго- и полисахариды, которые входят в состав клеточных стенок растений, бактерий, являются депо энергии в организме (крахмал и гликоген). Некоторые из них используются как лекарственные препараты – заменители крови (полиглюкин), как наполнители при изготовлении порошков и таблеток.

2. Учебные цели. Сформировать знания о стереохимическом строении, таутомерных формах и важнейших свойствах моносахаридов.

Сформировать знания о принципах строения, структурной организации и основных химических превращениях важнейших гомо- и гетерополисахаридов.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- строение и стереоизомерию важнейших моносахаридов, их химические свойства;
- формулы Фишера и Хеуорса для моносахаридов;
- важнейшие производные моносахаридов (дезоксисахара, аминсахара, нейраминовые и сиаловые кислоты), их химические свойства;
- строение и свойства сложных эфиров моносахаридов;
- строение и свойства важнейших дисахаридов;
- строение и биологическую роль полисахаридов (крахмала, гликогена, декстранов, целлюлозы);
- строение и биороль гетерополисахаридов

уметь:

- определять по формуле моно-, ди- и полисахариды;
- давать название важнейшим моно- и дисахаридам;
- написать реакции обнаружения и показать важнейшие свойства моно- и дисахаридов.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Классификация, строение моносахаридов.
2. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
3. Стереои́зомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
4. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
5. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
6. Неклассические моносахариды: дезокси- и аминосахара, альдиты, альдоновые и уроновые кислоты.
7. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов.
8. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
9. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
10. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, пектиновые вещества.
11. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

0,5% Раствор D-глюкозы.	на группу
1% раствор лактозы, 1% раствор сахарозы, 0,5% крахмальный клейстер.	на группу

6.3. Реактивы:

10% Раствор NaOH, 2% раствор CuSO ₄ . 1% раствор йода.	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Альдопентоза

- 1) глюкоза;
- 2) фруктоза;
- 3) рибоза;
- 4) галактоза.

2. Соединения, являющиеся эпимерами

- 1) глюкоза и галактоза;
- 2) глюкоза и фруктоза;
- 3) манноза и галактоза;
- 4) рибоза и ксилоза.

3. Правильные утверждения для α- и β-аномеров

- 1) существуют только в открытой форме;
- 2) существуют только в циклической форме;
- 3) являются энантиомерами;

4) различаются конфигурацией атома углерода, определяющего принадлежность к D- или L-ряду.

4. При взаимодействии моносахаридов с алкилгалогенидами могут быть получены

- 1) сложные эфиры;
- 2) простые эфиры;
- 3) гликозиды;
- 4) многоатомные спирты.

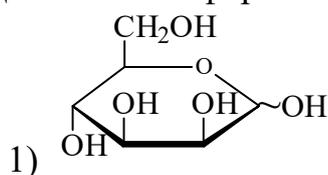
5. Установите соответствие

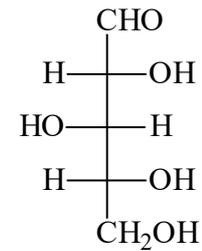
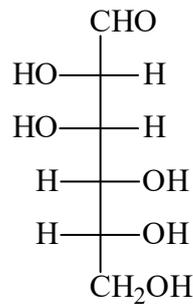
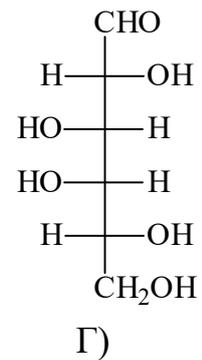
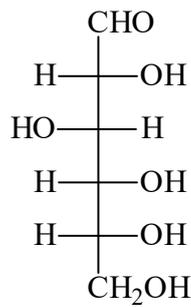
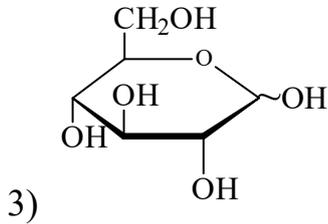
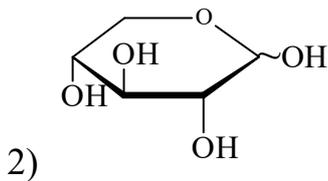
Циклическая форма моносахарида

Открытая форма моносахарида

А)

Б)





6. Гетерополисахаридами являются

- 1) гепарин;
- 2) амилоза;
- 3) гликоген;
- 4) гиалуроновая кислота.

7. Биозным фрагментом амилозы является

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

8. Продуктами гидролиза сахарозы являются

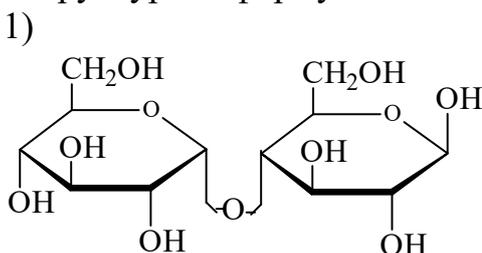
- 1) D-глюкоза и D-галактоза;
- 2) D-глюкоза и D-фруктоза;
- 3) D-глюкоза и D-рибоза;
- 4) D-галактоза и D-фруктоза.

9. Верные утверждения для лактозы

- 1) образует сложные эфиры;
- 2) является невосстанавливающим дисахаридом;
- 3) гидролизуется в кислой среде;
- 4) образует простые эфиры.

10. Установите соответствие

Структурная формула

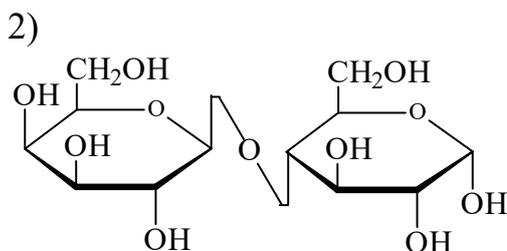


Систематическое название

А) β-D-глюкопиранозил-(1→4)-α-D-глюкопираноза

Б) α-D-глюкопиранозил-(1→4)-β-D-глюкопираноза

В) β-D-галактопиранозил-(1→4)-α-D-



глюкопираноза

Г) α -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопираноза

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. Классификация, строение моносахаридов.
2. Основные представители пентоз (рибоза и ксилаоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
3. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
4. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
5. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
6. Неклассические моносахариды: дезокси- и аминосахара, альдиты, альдоновые и уроновые кислоты.
7. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов.
8. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
9. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
10. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстрины, пектиновые вещества.
11. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в D-глюкозе

В пробирку налейте 1 каплю 0,5% раствора D-глюкозы и 6 капель 10% раствора гидроксида натрия. К полученной смеси добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образующийся голубой осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется, и получается прозрачный раствор синего цвета. Полученный раствор сохраните для следующего опыта.

Опыт 2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в щелочной среде

Эта реакция называется пробой Троммера и используется для обнаружения и количественного определения моносахаридов в растворах, в том числе и биологических жидкостях, например глюкозы в моче.

К полученному в предыдущем опыте синему раствору добавьте несколько капель воды до высоты слоя жидкости в пробирке \sim 20 мм.

Нагрейте ее над пламенем горелки, держа пробирку наклонено так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора. Нагрейте до начала кипения, но не кипятите. Отметьте наблюдения и напишите уравнение реакции.

Опыт 3. Восстанавливающая способность лактозы (проба Троммера)

Лактоза – второй по распространенности дисахарид. Ее выделяют из сыворотки коровьего молока, в котором она содержится в количестве 4-5%; в женском молоке лактозы до 8%. Кроме лактозы в женском молоке содержится около 0,3% олигосахаридов с более длинной цепью. Олигосахариды молока играют важную роль в формировании кишечной флоры новорожденных.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора лактозы и 4 капли 10% гидроксида натрия. Добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образующийся голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании пробирки растворяется, образуя синий раствор комплексной соли меди (II) с лактозой. Добавьте для разбавления несколько капель воды до высоты слоя жидкости, равной 20 мм. Осторожно нагрейте пробирку над пламенем горелки до кипения так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора. Отметьте наблюдения и напишите уравнение реакции.

Опыт 4. Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы

Сахароза, или обычный сахар, является наиболее распространенным дисахаридом. Она присутствует почти во всех растениях, но больше всего ее содержится в сахарном тростнике и сахарной свекле. Сахарозу используют как пищевой продукт, а в высоких концентрациях – как консервант.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора сахарозы и 6 капель 10% раствора гидроксида натрия. Добавьте для разбавления несколько капель воды до высоты слоя жидкости, равной 20 мм. Прибавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образуется прозрачно-синий раствор комплексной соли меди (II) с сахарозой. Нагрейте смесь до кипения, но не кипятите. Изменение окраски не происходит.

Опыт 5. Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 5 капель 0,5% крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного йода. Раствор окрашивается в синий цвет. Нагрейте раствор, он обесцвечивается; при охлаждении окраска восстанавливается.

7.4. Контроль усвоения темы занятия

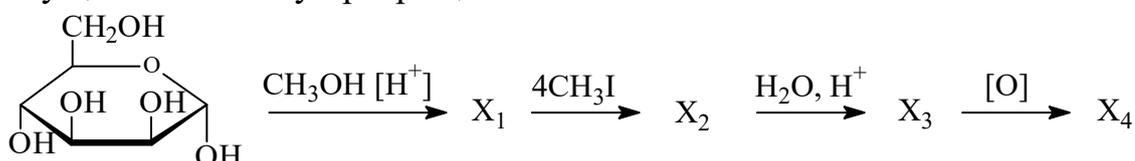
Образец билета выходного контроля

1. Напишите строение эписмера, отличающегося от D-галактозы конфигурацией хирального атома углерода C₃. Как называется этот моносахарид?
2. Назовите продукт, образующийся в результате полного метилирования D-маннозы. Напишите схему реакции.
3. Напишите реакцию мягкого окисления D-ксилозы.
4. Напишите уравнение реакции, доказывающее восстанавливающие свойства мальтозы. Дайте название мальтозы по систематической номенклатуре.
5. Какие полисахариды называются гомополисахаридами? Назовите моносахаридные звенья декстрана и характер связи между ними.

6. Напишите уравнения реакций гидролиза крахмала. Назовите промежуточные продукты.

Типовые задачи

1. Сколько хиральных центров содержат молекулы глюкозы в цепной и циклических формах?
2. Напишите схему таутомерных превращений D-маннозы в растворе (циклические формы изобразите, используя проекционные формулы Колли-Толленса и перспективные формулы Хеуорса).
3. Напишите реакции восстановления моносахаридов, в результате которых получают D-сорбит, D-ксилит, D-манит.
4. Напишите реакции мягкого, жесткого и ферментативного окисления D-глюкозы. Назовите продукты реакций.
5. Напишите схему реакции α -D-галактопиранозы с метанолом в безводной кислой среде. Назовите полученные продукты.
6. Напишите схему реакции получения гликозида при взаимодействии β -D-маннопиранозы с этиламином.
7. Напишите схему реакции гидролиза этил- α -D-глюкопиранозиды в кислой среде. Какие продукты при этом образуются?
8. Напишите схему реакции взаимодействия α -D-галактопиранозы с избытком метилйодида в щелочной среде.
9. Напишите схему реакции взаимодействия D-глюкопиранозы с избытком уксусного ангидрида.
10. Осуществите схему превращений:



11. Напишите строение α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)- β -D-глюкопиранозы. Приведите тривиальное название. Покажите способность этого дисахарида к цикло-оксо-таутомерии.
12. Напишите структуру изомера α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопиранозы с (1 \rightarrow 6) связью. Способны ли эти дисахариды вступать в реакцию «серебряного зеркала»?
13. Напишите реакцию гидролиза сахарозы. Почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии?
14. Напишите гидролиз полностью метилированной лактозы. Имеют ли продукты гидролиза восстановительные способности?
15. Напишите реакцию окисления целлобиозы гидроксидом меди (II).
16. Дайте определение понятию гомополисахариды. Из каких моносахаридных и дисахаридных звеньев построены макромолекулы амилозы, амилопектина, гликоген, целлюлоза, декстрана? Укажите виды связей между D-глюкопиранозными остатками в них.

17. Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала. Назовите промежуточные продукты.
18. Приведите синтез тринитрата целлюлозы.
19. Укажите различия в строении крахмала и клетчатки.
20. Приведите строение полисахарида хондроитин-6-сульфата, повторяющимся дисахаридным фрагментам которого является 6-сульфат дисахарида N-ацетилхондрозина, а сами дисахаридные фрагменты соединены $\beta(1\rightarrow4)$ гликозидной связью. Хондрозин - тривиальное название дисахарида, состоящего из остатков D-глюкуроновой кислоты (невосстанавливающее звено) и D-галактозамина, соединенных $\beta(1\rightarrow3)$ гликозидной связью.

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Гетероциклические соединения.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

14.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
15.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотек	на кафедрах
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN97859	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. -	1271	

	70417522.html		168 с.	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа,2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №24

Гетероциклические соединения.

1.Актуальность темы.

Структуры гетероциклов лежат в основе таких биологически важных молекул как витамины, коферменты, азотистые основания нуклеиновых кислот и другие. Они являются основой многочисленных лекарственных веществ. Знание свойств гетероциклов необходимо для понимания природы биохимических процессов и свойств лекарственных веществ.

2. Учебные цели.

Сформировать знания о строении и химических свойствах пятичленных гетероциклических соединений. Сформировать знания о строении и реакционной способности шестичленных гетероциклических соединений.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами.
- Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, имидазол).

- Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол, имидазол, пиразол).
- Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.
- Общий обзор структур шестичленных гетероциклов
- основные свойства; реакции электрофильного замещения(S_E); реакции нуклеофильного замещения(S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

уметь:

- писать реакции электрофильного замещения пяти и шестичленных гетероциклов;
- писать реакции нуклеофильного замещения(S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки.

1. Гетероциклические соединения: определение, классификация.
2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом : пиррол, фуран, тиофен. Строение пиррольного атома азота. Биологически важные производные пиррола.
3. Азолы – пятичленные гетероциклические соединения с двумя атомами азота. Пиразол, имидазол, их биологически важные производные.
4. Диазины - шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота: пиримидин, биологически важные производные и лекарственные средства на его основе. Таутомерия барбитуровой кислоты.
5. Шестичленные гетероциклы с одним атомом азота: пиридин, строение пиридинового атома азота. Биологически важные производные пиридина. Хинолин, его производные.

6. Гетероциклы с конденсированными ядрами. Пурин, его производные: ксантин, гипоксантин, мочевая кислота. Лекарственные средства на основе пурина.

7. Реакционная способность азинов и диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка, фильтровальная бумага	на группу
Штатив с пробирками, пипетки, красная лакмусовая и универсальная индикаторная бумага, стеклянная палочка.	на группу

6.2. Объекты исследования:

Опилки, антипирин. Пиридин.	на группу
-----------------------------	-----------

6.3. Реактивы:

HCl _(конц) , анилин, 2 н. раствор CH ₃ COOH, 1% раствор FeCl ₃ , 10% раствор H ₂ SO ₄ , 5% раствор NaNO ₂ .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Продукт восстановления фурана

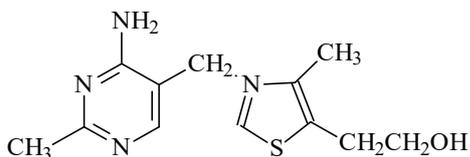
1) пирролидин 2) тетрагидрофуран 3) тиофан 4) пиперидин

2. К шестичленному гетероциклу с одним атомом азота относится

1) хинолин 2) пиримидин

3) пурин 4) пиразол

3. В состав тиамина (витамина В₁) входит гетероцикл



1) пиридин 2) пиримидин 3) пиррол 4) пиперидин

4. Реагент для сульфирования пиррола

1) серная кислота 2) тионилхлорид

3) пиридинсульфотриоксид 4) бисульфит натрия

5. Фуран в качестве гетероатома содержит атом

1) кислорода 2) азота 3) фосфора 4) серы

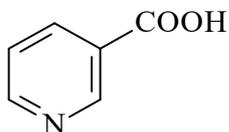
6. Лекарственные средства хинозол, 5-нок, энтеросептол являются производными

- 1) пиридина 2) пиримидина 3) хинолина 4) изохинолина

7. Ацидофобным является

- 1) тиофен 2) анилин 3) пиррол 4) фенол

8. В состав молекулы никотиновой кислоты входит гетероцикл



- 1) хинолин 2) пиперидин 3) пиримидин 4) пиридин

9. Структура пурина образована за счет конденсированных ядер

- 1) пиридина и имидазола
2) пиридина и пиразола
3) пиримидина и имидазола
4) пиримидина и пиразола

10. При нитровании пиридина образуются

- 1) 2-нитропиридин
2) 3-нитропиридин
3) 4-нитропиридин
4) 6-нитропиридин

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

1. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (индол, бензимидазол).

2. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, имидазол).

3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол, имидазол, пиразол).

4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.

5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (пиразолон-3, гистидин, гистамин)

6. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и двумя (пиридазин, пиримидин, пиразин) гетероатомами, их конденсированные системы (хинолин, изохинолин, пурин).

7. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания, их лактамные формы.

8. Реакционная способность азинов и диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

9. Алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺.

10. Важнейшие представители шестичленных гетероциклов (витамин РР, витамин В₆, тиамин (витамин В₁)), рибофлавин (витамин В₂), фолиевая кислота (витамин В_с).

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Реакция образования фурфурола

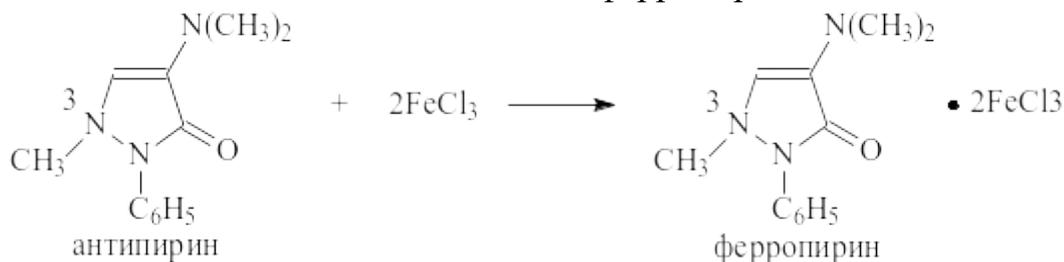
В пробирку поместите небольшое количество (высотой 15-20 мм) опилок, смочите их приготовленной отдельно смесью концентрированной соляной кислоты и воды (в соотношении 1:1), перемешайте и прокипятите. Смочите узкую полоску фильтровальной бумаги смесью из 2 капель анилина и 4 капель 2 н. уксусной кислоты и опустите в пробирку с кипящей смесью. В парах смеси фильтровальная бумага окрашивается в розово-красный цвет продукта конденсации фурфурола с анилином.

Опыт 2. Цветные реакции антипирина

Антипирин принадлежит к группе лекарственных средств, производных пиразолона-5 и оказывает умеренное жаропонижающее и болеутоляющее действие.

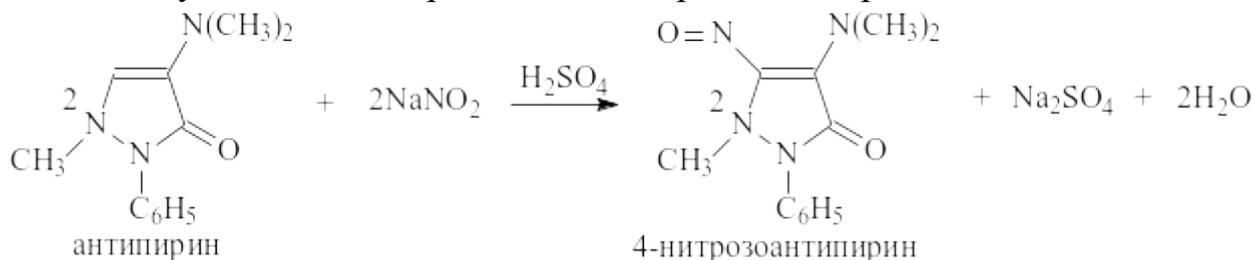
А. Проба с хлоридом железа (III)

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина. Добавьте в нее 2 капли воды и 1 каплю 1% раствора хлорида железа (III). В пробирке появляется стойкое оранжево-красное окрашивание, обусловленное образованием комплексного соединения – ферропирина.



Б. Проба с азотистой кислотой

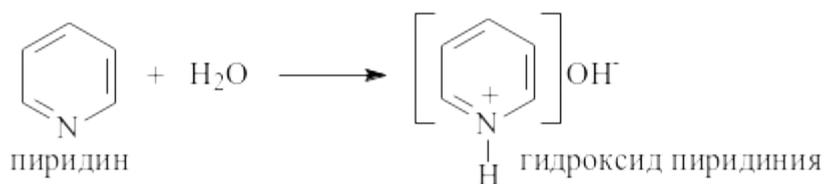
В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина. Добавьте в нее 2 капли воды, 1 каплю 10% раствора серной кислоты и 1 каплю 5% раствора нитрита натрия. В пробирке появляется изумрудно-зеленое окрашивание, обусловленное образованием нитрозоантипирина.



Опыт 3. Свойства пиридина

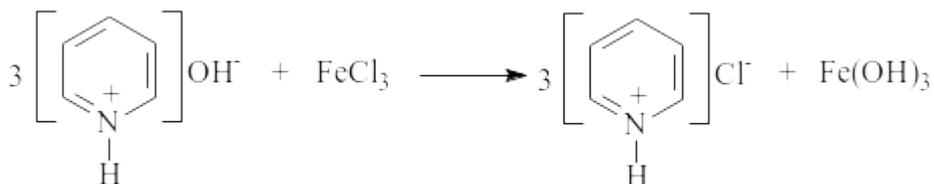
Пиридиновое ядро является основой многих алкалоидов (никотина, анабазина и др.), витаминов (никотиновой кислоты, витаминов группы В₆), а также лекарственных средств.

В пробирку поместите 2 капли пиридина и около 2 мл воды. Отметьте растворимость пиридина в воде и его специфический запах. Раствор используйте для проведения опытов А-Б.



А. С помощью стеклянной палочки поместите по 1 капле полученного раствора пиридина на полоску красной лакмусовой и универсальной индикаторной бумаги. Отметьте изменение окраски индикаторов.

Б. В пробирку поместите 5 капель раствора пиридина и добавьте 5 капель 1% раствора хлорида железа (III). Отметьте цвет выпавшего осадка.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Приведите формулы гетероциклических соединений: пиррол, имидазол, оксазол.

2. Сравните реакционную способность фурана и бензола в реакциях электрофильного замещения S_E . Напишите для фурана реакции:

- нитрования;
- сульфирования;
- галогенирования;
- ацилирования.

3. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиридина с:

- HCl;
- метилйодидом;
- нитрующей смесью.

4. Приведите таутомерные формы производных пиримидина: урацила и цитозина.

Типовые задачи

1. Напишите схемы реакций нитрования тиофена и пиррола. Какой из этих гетероциклов проявляет ацидофобность и каким образом это учитывается при выборе нитрующего агента?

2. Напишите схему реакции ацилирования и сульфирования тиофена. Объясните, почему реакцию сульфирования тиофена используют для удаления из бензола примеси тиофена?

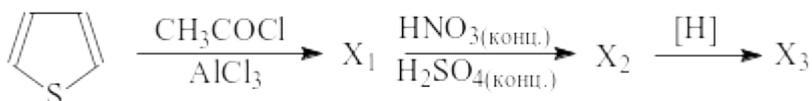
3. Приведите реакцию получения тетрагидрофурана из фурана.

4. Напишите реакцию взаимодействия пиррола с амидом натрия. Какие свойства проявляет пиррол в этой реакции?

5. Индол и его биологически активные производные: триптамин, триптофан, серотонин.

6. Гистамин является одним из эндогенных факторов (медиаторов), участвующих в регуляции жизненно важных функций организма и играющих важную роль в патогенезе ряда болезненных состояний; образуется в организме при декарбоксилировании аминокислоты гистидина. Приведите синтез гистамина из гистидина.

7. Осуществите превращения:

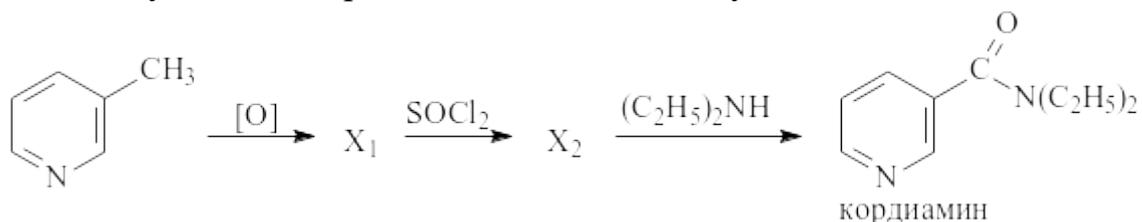


8. Напишите схемы реакций взаимодействия пиридина с:

- с соляной и серной кислотами на холоду;
- йодистым этилом;
- амидом натрия;
- нитрующей смесью;
- избытком водорода.

9. Объясните причины уменьшения основных свойств в ряду имидазол, пиридин, пиримидин. Напишите схемы реакций, доказывающих основные свойства этих соединений.

10. Кордиамин (стимулятор центральной нервной системы) представляет собой 25% водный раствор N,N-диэтиламида никотиновой кислоты. Напишите схему синтеза кордиамина согласно следующей схеме:



11. Какой тип таутомерии характерен для тимина и урацила? Напишите схему таутомерных превращений тимина и урацила. Укажите, какая таутомерная форма преобладает в смеси таутомеров.

12. Напишите схемы реакций взаимодействия хинолина с:

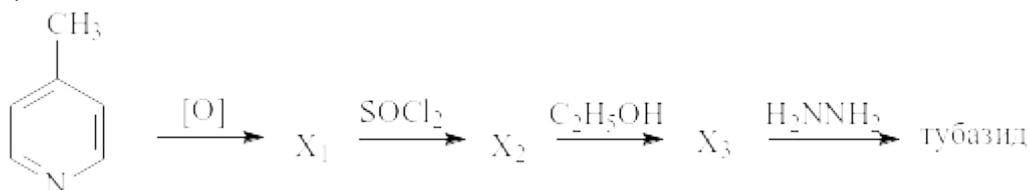
- с соляной и серной кислотами на холоду;
- йодистым этилом;
- амидом натрия;
- нитрующей смесью.

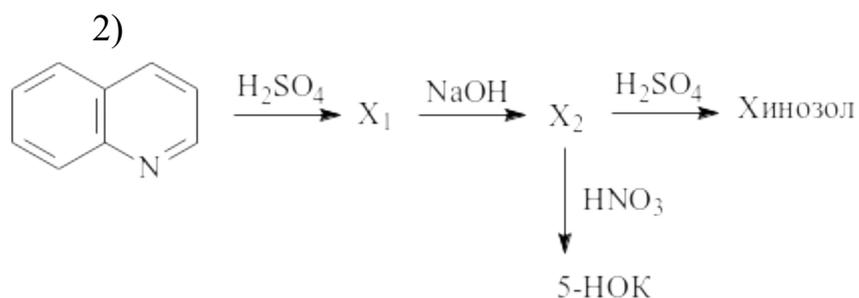
Назовите продукты реакции.

13. Химическая основа действия кофермента НАД⁺. Приведите реакцию алкилпиридиниевого иона с гидрид-ионом.

14. Осуществите превращения:

1)





7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Нуклеиновые кислоты.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

16.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
17.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	

3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ

Занятие №25

Нуклеиновые кислоты.

1. Актуальность темы. Нуклеиновые кислоты – основные носители генетической информации. Знание строения и химических свойств нуклеиновых кислот и их мономеров – нуклеотидов необходимо для дальнейшего усвоения биологии, биохимии, гистологии. Нуклеотиды имеют большое значение не только как строительный материал для нуклеиновых кислот. Они участвуют в биохимических процессах, и особенно важны в роли коферментов, т.е. веществ, тесно связанных с ферментами и необходимых для проявления ферментативной активности.

2. Учебные цели. Сформировать знания о строении и химических свойствах нуклеиновых кислот и их мономеров – нуклеотидов как химическую основу для усвоения различных уровней структурной организации макромолекул нуклеиновых кислот и действия нуклеотидных коферментов.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- Важнейшие структурные единицы нуклеозидов и нуклеотидов;
- Названия нуклеиновых оснований и моносахаридов, входящих в состав нуклеотидов;
- Реакции образования сложноэфирных и гликозидных связей между H_3PO_4 и моносахаридом, между нуклеиновым основанием и моносахаридом;

- Правила комплементарности в ДНК;
- Биологическую роль РНК и ДНК, их виды.

уметь:

- написать формулы известных нуклеиновых оснований ряда пиримидина и пурина;
- различать нуклеозиды и нуклеотиды;
- написать реакции образования и гидролиза нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.
- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактаманная таутомерия производных пиримидина и пурина. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.
2. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком.
3. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.
4. Гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов.
5. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь.
6. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка.	на группу
--	-----------

К 1-2 мл гидролизата нуклеопротеидов добавьте равный объем молибденового реактива (раствор молибдата аммония в азотной кислоте) и содержимое пробирки прокипятите. Жидкость окрашивается в лимонно-желтый цвет. При охлаждении образуется кристаллический осадок фосфорномолибденовокислого аммония.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Напишите реакцию дефосфорилирования АТФ до АМФ.
2. Напишите строение участка цепи ДНК с последовательностью оснований ТГ.

Типовые задачи

1. Напишите строение дезокситимидина. В какой таутомерной форме входит в его состав нуклеиновое основание?
2. Напишите строение аденозина. Какую конфигурацию имеет аномерный атом углерода в углеводном остатке? Укажите N-гликозидную связь. В какой среде эта связь подвергается гидролизу?
3. Приведите строение комплементарной пары Гуанин-Цитозин. Обозначьте водородные связи.
4. Напишите структурные формулы нуклеотидов:
 - а) 5'-гуаниловой кислоты (гуанозин-5'-фосфата);
 - б) 3'-дезоксцитидиловой кислоты (дезоксцитидин-3'-фосфата);
 Выделите сложноэфирную связь в структуре формул.
5. Приведите структуру циклического нуклеотида тимидин-3',5'-циклофосфата. Какие продукты получаются при гидролизе этого соединения?
6. При кислотном гидролизе нуклеотида получены аденин, фосфорная кислота и рибоза в соотношении 1:2:1. Напишите строение нуклеотида, обозначьте сложноэфирную и N-гликозидную связи.
7. Напишите строение участка цепи РНК с последовательностью оснований ЦАУ.
8. Напишите строение второй цепи ДНК, соответствующей последовательности оснований ГА в первой.

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Липиды.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

18.	Биоорганическая химия. учебник.	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
1.	http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html			
2.19.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е	Москва: Дрофа, 2005. -	1123

		изд.,	542 с.	
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №26

Липиды.

1. Актуальность темы. Липиды выполняют в живых организмах ряд важных функций. Они являются основными структурными компонентами клеточных мембран, играют защитную роль, служат формой, в виде которой запасается и транспортируется энергетическое «топливо». Отмечается связь между нарушением метаболизма липидов и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Вместе с омыляемыми липидами в липидных фракциях, извлекаемых органическими растворителями из материала как животного, так и растительного происхождения, содержатся в небольшом количестве вещества, обладающие высокой биологической активностью. За этими веществами закрепилось название «неомыляемые липиды». Наиболее важными представителями неомыляемых липидов являются терпены и стероиды. Терпены и терпеноиды встречаются в составе эфирных масел растений, в смоле хвойных деревьев и каучуконосов. К терпенам относятся различные растительные пигменты и жирорастворимые витамины. Стероиды широко распространены в природе и выполняют в организме разнообразные функции (половые гормоны, кортикоиды, желчные кислоты и др.).

2. Учебные цели. Сформировать знания о строении и химических свойствах омыляемых и неомыляемых липидов. Сформировать знания принципов строения важнейших низкомолекулярных биорегуляторов – стероидов, терпенов и терпеноидов.

В результате освоения темы обучающийся должен

знать:

- классификацию и номенклатуру карбоновых кислот и липидов;
- строение простых липидов, их основные компоненты;
- строение биороль и важнейшие производные фосфолипидов (фосфатидилсерина, фосфатидилхолина, фосфатидилколлинамины);
- строение и биороль сфинголипидов, сфингомиелинов;
- строение и биороль гликолипидов (цереброзиды и ганглиозиды).

уметь:

- правильно пользоваться химической и тривиальной номенклатурой простых и сложных липидов;
- определять основные компоненты в структуре простых и сложных липидов;
- определять значение фосфолипидов, сфинголипидов и гликолипидов в организме человека.

владеть:

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;

- безопасной работой в химической лаборатории и обращаться с химической посудой, реактивами.

- составлять название органического соединения по номенклатуре ИЮПАК (заместительной и радикально-функциональной) и, наоборот, по названию составлять структурную формулу
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Липиды: определение, классификация.
2. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.
3. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды.
4. Свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
5. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерина, фосфатидилколामीны, фосфатидилхолины).
6. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).
7. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
8. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
9. Дитерпены: ретинол (витамин A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин A).
10. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон.
11. Холестерин. Биологическая роль холестерина.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Подсолнечное масло, раствор мыла. Скипидар.	на группу
---	-----------

6.3. Реактивы:

Сухой порошок KHSO_4 или H_3BO_3 , 2н раствор H_2SO_4 . 0,5% Раствор крахмального клейстера, 0,5 н раствор KI .	на группу
--	-----------

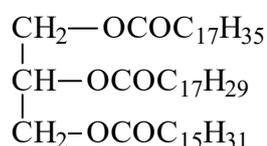
7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Верные высказывания о ненасыщенных жирных кислотах, входящих в состав омыляемых липидов

- 1) содержат четное число атомов углерода в молекуле;
- 2) двойные связи имеют, как правило, *транс*-конфигурацию;
- 3) двойные связи находятся в сопряжении;
- 4) ненасыщенные участки углеродного радикала обычно принимают зигзагообразную конформацию.

2. Название соединения

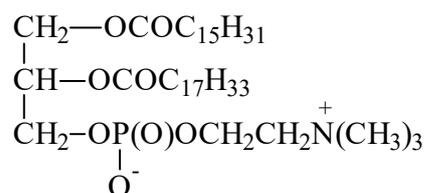


- 1) 2-линоленоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;
- 2) 2-линоленоил-1-пальмитоил-3-стеароилглицерин;
- 3) 2-линоленоил-1-олеоил-3-стеароилглицерин;
- 4) 2-линолеоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;

3. Триацилглицерины с твердой консистенцией

- 1) 1,2,3-трипальмитоилглицерин;
- 2) 1,2-диолеоил-3-стеароилглицерин;
- 3) 1,3-диленолеоил-3-пальмитоилглицерин;
- 4) 1,2,3-стеароилглицерин.

4. Соединение является

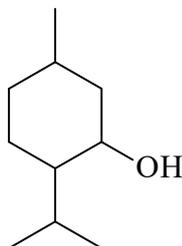


- 1) фосфатидилсерином;
- 2) фосфатидилколамином;
- 3) фосфатидилхолином;
- 4) цереброзидом.

5. Верные утверждения для глицерофосфолипидов

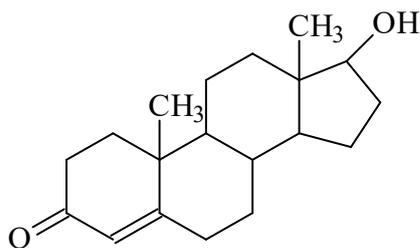
- 1) молекула имеет строение внутренней соли (диполярного иона);
- 2) являются производными L-фосфатидовых кислот;
- 3) остаток глицерина соединен сложноэфирными связями с ацильными остатками высших жирных кислот;
- 4) остаток глицерина соединен сложноэфирными связями с двумя остатками фосфорной и одним остатком высшей жирной кислоты.

6. Камфора - это
- 1) монотерпен;
 - 2) дитерпен;
 - 3) тритерпен;
 - 4) тетратерпен.
7. Название терпена



- 1) камфора;
 - 2) ретинол;
 - 3) ментол;
 - 4) цитраль.
8. Выберите правильные ответы по отношению к ментолу
- 1) относится к моноциклическим монотерпеноидам;
 - 2) является третичным спиртом;
 - 3) окисляется дихроматом калия в кислой среде в соответствующий альдегид;
 - 4) образует сложные эфиры.
9. Женские половые гормоны
- 1) тестостерон;
 - 2) эстрон;
 - 3) прогестерон;
 - 4) холестерин.

10. Название соединения



- 1) тестостерон;
- 2) эстрон;
- 3) прогестерон;
- 2) 4) холестерин.

7.2 Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия

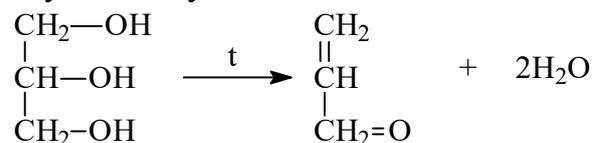
1. Липиды: определение, классификация.
2. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты.
3. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды.

4. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
5. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерины, фосфатидилколамины, фосфатидилхолины).
6. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).
7. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
8. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
9. Дитерпены: ретинол (витами A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).
10. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон.
11. Холестерин. Биологическая роль холестерина

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Акролеиновая проба на нейтральные жиры

При нагревании жира с отнимающими воду веществами, такими как $KHSO_4$ или H_3BO_3 , появляются едкие пары акролеина, образующегося из глицерина при отнятии двух молекул воды.



В пробирку поместите несколько капель растительного масла, добавьте сухого порошка $KHSO_4$ или H_3BO_3 , перемешайте и осторожно нагрейте. Появляется резкий запах акролеина.

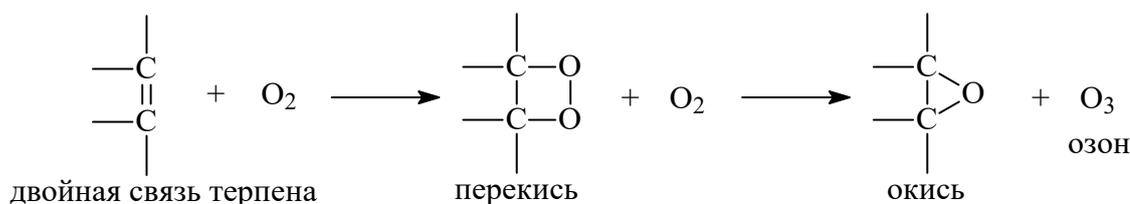
Опыт 2. Выделение свободных жирных кислот из мыла

С помощью пипетки поместите в пробирку 5 капель раствора мыла и добавьте 1 каплю 2н H_2SO_4 . Немедленно выпадает белый хлопьевидный маслянистый осадок свободных жирных кислот. Напишите уравнение реакции.

Опыт 3. Активирование кислорода терпенами

Терпены легко окисляются кислородом воздуха по месту двойной связи. При этом образуются перекиси, которые легко разлагаются, активируя кислород, дающий нестойкий озон. Этим объясняется благотворное действие воздуха сосновых лесов на лёгочных больных. На способности терпенов активировать кислород воздуха основано также применение масел при дезинфекции.

Поместите в пробирку 1 каплю 0,5% раствора крахмального клейстера, 1 каплю 0,5 н раствора йодида калия и 1 каплю скипидара. Встряхните пробирку. Через несколько секунд появляется темно-фиолетовое окрашивание, постепенно переходящее в синее, что указывает на выделение свободного йода вследствие окисления йодистого калия.



7.4. Контроль усвоения темы занятия

Образец билета выходного контроля

1. Сокращенное обозначение арахидоновой кислоты, являющейся основным предшественником простагландинов в организме, 20:4 5, 8, 11, 14. Изобразите конформационное строение данной кислоты.
2. Напишите реакцию образования смешанного триацилглицерина, имеющего жидкую консистенцию. Назовите полученный продукт.
3. Приведите формулу фосфолипида, содержащего линоленовую и пальмитиновую кислоты, аминоксирин холин.
4. Выделите изопреновые звенья в структуре растительного пигмента β-каротина.
5. Напишите реакцию гидрирования тимола до ментола.
6. Напишите реакцию получения холестериды стеариновой кислоты.

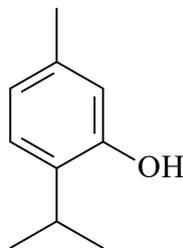
Типовые задачи

1. Основу препарата «Линетол», применяемого для лечения и профилактики атеросклероза, составляют этиловые эфиры ненасыщенных высших жирных кислот C₁₆ и C₁₈ с небольшой примесью их насыщенных аналогов. Приведите тривиальные и систематические названия, сокращенные обозначения основных компонентов этого препарата.
2. Под действием оксидов азота олеиновая кислота (t_{пл} = 14 °C) превращается в элаидиновую кислоту (t_{пл} = 52 °C) с тем же строением, но имеющую *транс*-конфигурацию двойной связи. Напишите структурные формулы этих соединений. К какому типу кислот (ω-3, ω-6, ω-9) она относится?
3. Напишите структурные формулы следующих триглицеридов: трипальмитин, 1-пальмитоил-2,3-дистеароилглицерин, 2-линоленоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин.
4. Напишите схему реакции гидролиза 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерина в среде гидроксида натрия. Назовите продукты реакции.
5. В результате какой реакции можно перейти от жидкой консистенции триацилглицеринов к твердой? Приведите пример.
6. Напишите структурную формулу фосфатидилхолина (лецитина), в состав которого входят остатки пальмитиновой и линоленовой кислот.
7. Напишите структурную формулу соединения, если известно, что в результате реакции гидролиза в кислой среде образуется глицерин, линолевая, стеариновая и фосфорная кислоты, и этаноламин. Назовите это соединение.

8. Цереброзиды входят в состав оболочек нервных клеток. Напишите структурную формулу галактоцереброзида, в состав которого входит олеиновая кислота.

9. Ретинол (витамин А₁) относится к каротиноидам. Обозначьте в структуре ретинола изопреновые звенья.

10. В эфирных маслах душицы и чабреца содержится тимол. Относится ли тимол к изопреноидам?



11. Напишите реакцию окисления гераниола.

12. Напишите схему гидрирования и гидратация лимонена.

13. Напишите реакции мужского полового гормона андростерона с:

а) натрием;

б) гидросульфитом натрия.

14. Напишите реакцию ацилирования холестерина. Как называются ацилированные производные холестерина?

15. Напишите реакцию получения холестероида пальмитиновой кислоты.

7.5 Подведение итогов занятия

7.6 Задание на дом: Подготовиться к контрольной работе по модулю № 5

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

20.	Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
21.	Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре

1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	под ред. Н.А. Тюкавкиной.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	1271	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Вышш. шк., 2009.	592	
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33	
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ	
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yuchshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ	

Занятие №27.

Контрольная работа по модулю №5

Цель занятия. Проверить усвоение материала занятий № 22-26.

Учебные цели. Сформировать системные знания о закономерностях химического поведения основных биологически важных классов органических соединений и биополимеров во взаимосвязи с их строением для использования этих знаний в качестве основы при изучении процессов, протекающих в живом организме, на молекулярном уровне.

Сформировать умения оперировать химическими формулами органических соединений, выделять в молекулах реакционные центры и определять их потенциальную реакционную способность.

Обобщить материал занятий 14-20, проверить его усвоение.

Вид занятия: контрольная работа.

Продолжительность занятия: 4 академических часа.

Оснащение: билеты, справочники физико-химических величин, таблица Менделеева.

Образец билета

1. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (индол, бензимидазол).
2. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
3. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.
4. Особенности строения простых липидов, их состав. Отдельные представители. Биологическая роль. Какие высшие жирные кислоты входят в состав 1-0-олеоил-2-0-пальмитоил-3-0-стеорилглицерина. Напишите строение названного триацилглицерина.
5. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.

Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Гетероциклические соединения: определение, классификация, номенклатура.
2. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (индол, бензимидазол).
3. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, имидазол). Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол, имидазол, пиразол).
4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.
5. Шестичленные гетероциклы: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и двумя (пиридазин, пиримидин, пиразин) гетероатомами, их конденсированные системы (хинолин, изохинолин, пурин).

6. Реакционная способность азинов и диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.
7. α -Аминокислоты. Строение. Номенклатура. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.
8. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
9. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.
10. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).
11. Классификация, строение моносахаридов. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
12. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
13. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
14. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
15. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
16. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
17. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, пектиновые вещества.
18. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактаменная таутомерия. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.
19. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком. Гидролиз.
20. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.
21. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.
22. Липиды: определение, классификация.
23. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.

24. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), ceraмиды. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
25. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтанол).
26. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (сфинголипиды, ганглиозиды).
27. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
28. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
29. Дитерпены: ретинол (витамин А₁), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).
30. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон. Холестерин. Биологическая роль холестерина

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

1.	22. Биоорганическая химия. учебник. http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414156.html	Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян.	Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.	
2.	23. Биоорганическая химия : учебник для студ. Вузов	Н. А. Тюкавкина, Ю. Н. Бауков. - 4-е изд.,	Москва: Дрофа, 2005. - 542 с.	1123
3.	Общая химия : учебник / - - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html (дата обращения: 13.01.2023).	А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с.	Неограниченный доступ

Дополнительная

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии : учебное пособие для студ. вузов	Н. Н. Артемьева и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - 5-е изд.,	Москва: Дрофа, 2008. - 383 с.	1123	
2.	Биоорганическая химия: руководство к	под ред. Н.А.	Москва:	1271	

	практическим занятиям учеб. пособие для студ. мед. вузов Электронный ресурс: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417522.html	Тюкавкиной.	ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 168 с.	
3.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник - 7-е изд., стереотип. - - 559 с.	Ю. А. Ершов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ершова.	М.:Высш. шк., 2009.	592
4.	Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие - стер. изд. - 240 с.	Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной	М.: Интеграл-Пресс, 2009.	33
5.	Курс лекций по общей и биофизической химии [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО БГМУ ; сост.: - Электрон. текстовые дан. - - Режим доступа: БД «Электронная учебная библиотека» http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib297.doc	Г. И. Сафиулова, В. К. Гумерова, Е. В. Пастушенко.	Уфа, 2010. - on-line.	Неограниченный доступ
6.	Контролирующие задания по общей и неорганической химии для студентов медиков : учебное пособие / - - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : https://www.books-up.ru/ru/book/kontroliru-yucshie-zadaniya-po-obcshej-i-neorganicheskoj-himii-dlya-studentov-medikov-12565165/ (дата обращения: 13.01.2023).	И. А. Передерина, А. С. Галактионова, Е. Н. Тверякова и др.	Томск : Издательство СибГМУ, 2021. - 89 с.	Неограниченный доступ