

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт медицины и здоровьесбережения  
Кафедра биохимии и фармакологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института



Н. И. Воронин  
«16» сентября 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.3 Химия

Направление подготовки/специальность: 31.05.02 - Педиатрия

Профиль/направленность/специализация: Педиатрия

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация: Врач-педиатр

год набора: 2024

Тамбов, 2024

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Вerveкина Наталья Владимировна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.02 - Педиатрия (уровень специалитета) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «12» августа 2020 г. № 965).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биохимии и фармакологии «16» октября 2024 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Медицинского факультета, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Специалитета.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	43
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	52
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	53
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	54

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- лечебный
- профилактический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 02 Здравоохранение (в сфере оказания первичной медико-санитарной помощи, специализированной, скорой, паллиативной медицинской помощи детям, включающей мероприятия по профилактике, диагностике, лечению заболеваний и состояний, медицинской реабилитации, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	Применяет основные физико-химические понятия и теории на практике, анализирует результаты физико-химических методов исследования строения, свойств и реакционной способности соединений для решения профессиональных задач

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		1	2	3
1	Безопасность жизнедеятельности			+

2	Биоорганическая химия	+	+	
3	Медицинская физика		+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета:

Дисциплина «Химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 31.05.02 - Педиатрия.

Дисциплина «Химия» изучается в 1 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 5 з.е.

Очная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>
Контактная работа	80
Лекции (Лекции)	32
Лабораторные (Лаб. раб.)	48
Самостоятельная работа (СР)	64
Экзамен	36

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
1 семестр					
1	Элементы химической термодинамики и химической кинетики. Химическое равновесие. Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитические равновесия и процессы. Буферные системы	8	16	15	Решение ситуационных задач; Защита лабораторных работ; Контрольная работа

2	Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине. Физико-химия поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем	8	12	15	Решение ситуационных задач; Защита лабораторных работ; Контрольная работа
3	Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Типы реакций в органической химии. Кислотно-основные свойства	6	8	15	Защита лабораторных работ; Контрольная работа
4	Строение и свойства биополимеров. Аминокислоты и белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды	10	12	19	Защита лабораторных работ; Контрольная работа

**Тема 1. Элементы химической термодинамики и химической кинетики. Химическое равновесие. Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитические равновесия и процессы. Буферные системы (УК-8)**

**Лекция.**

Вводная лекция. Лекция-визуализация. Основные понятия химической термодинамики и биоэнергетики

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

Основные понятия термодинамики. Интенсивные и экстенсивные параметры. Функция состояния. Внутренняя энергия. Работа и теплота - две формы передачи энергии. Типы термодинамических систем (изолированные, закрытые, открытые). Типы термодинамических процессов (изотермические, изобарные, изохорные). Стандартное состояние.

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

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса биологического окисления вещества. Стандартная энергия Гиббса реакции.

Лекция-визуализация. Химическая кинетика и катализ. Химическое равновесие.

Предмет и основные понятия химической кинетики. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Скорость реакции, средняя скорость реакции в интервале, истинная скорость. Классификации реакций, применяющиеся в кинетике: реакции, гомогенные, гетерогенные и микрогетерогенные; реакции простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Кинетические уравнения. Порядок реакции. Период полупревращения. Зависимость скорости реакции от концентрации. Кинетические уравнения реакций первого, второго и кулевого порядков. Экспериментальные методы определения скорости и константы скорости реакций.

Зависимость скорости реакции от температуры. Понятие о теории активных соударении. Энергетический профиль реакции; энергия активации; уравнение Аррениуса. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетический профиль каталитической реакции. Особенности каталитической активности ферментов.

Химическое равновесие. Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия.

Лекция-визуализация. Свойства растворов низкомолекулярных веществ

Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее уникальную роль как единственного биорастворителя. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды. Коллигативные свойства разбавленных растворов не электролитов. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора, осмос. Осмотическое давление: закон Вант-Гоффа.

Термодинамика растворов. Гидролиз солей. Электропроводность растворов электролитов и тканей организма. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Элементы теории растворов сильных электролитов Дебая- Хюккеля.

Осмоляльность и осмолярность биологических жидкостей и перфузионных растворов. Роль осмоса в биологических системах.

Лекция-визуализация. Протолитические равновесия и процессы. Буферные системы

Протолитические реакции. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Связь между константой кислотности и константой основности в сопряженной протолитической паре. Конкуренция за протон: изолированное и совмещенное протолитические равновесия. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Амфолиты. Изoeлектрическая точка.

Механизм действия буферных систем. Зона буферного действия и буферная емкость. Расчет pH протолитических систем. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая, протеиновая. Понятие о кислотно-основном состоянии организма. Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии: лекарственные средства с кислотными и основными свойствами (гидрокарбонат натрия, оксид и пероксид магния, трисамин и др.).

Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости. Конкуренция за катион или анион: изолированное и совмещенное гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Общая константа совмещенного гетерогенного равновесия. Условия образования и растворения осадков.

### **Лабораторные работы.**

**Лабораторная работа. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории. Навыки работы с химической посудой**

## **Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.**

Перед началом работы необходимо внимательно изучить содержание опыта и усвоить технику его исполнения, а не читать ход работы во время выполнения эксперимента.

На лабораторных занятиях по химии все опыты проводятся с малым количеством реактивов, что снижает риск возникновения несчастных случаев, но полностью не исключает. Поэтому необходимо соблюдать правила техники безопасности, а также знать меры оказания первой помощи при несчастных случаях.

### **Правила техники безопасности**

1. Запрещается работать одному в лаборатории, приступать к работе можно только с разрешения преподавателя.
  2. В лаборатории необходимо находиться в застегнутом хлопчатобумажном халате и шапочке.
  3. Во время занятия в лаборатории нельзя отвлекаться от работы и отвлекать других. Поэтому следует на время лабораторной работы отключать сотовые телефоны.
  4. Запрещается принимать пищу и пить воду в лаборатории.
  5. Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус. При определении запаха вещества следует осторожно, не поднося сосуд близко к лицу, легким движением направить пары или газ к носу, не делая полный вдох.
  6. Каждый должен знать, где находятся средства индивидуальной защиты, аптечка, средства для тушения пожара.
  7. Нельзя допускать загрязнения реактивов; открыв склянку, нужно ставить пробку нижней частью вверх. Закрывать сосуд можно только той же пробкой. Излишек реактива нельзя сливать обратно в склянку.
  8. Нельзя проводить опыты в загрязненной посуде. Посуду следует мыть сразу после окончания эксперимента. Также по окончании работы необходимо отключить воду и питание используемых электроприборов, вымыть руки с мылом.
  9. Запрещается нагревать и смешивать реактивы вблизи лица.
  10. При перемешивании реактивов пробирку держат за верхнюю часть большим, указательным и средним пальцами левой руки, а указательным пальцем правой руки ударяют скользящим движением по ее нижней части.
- При нагревании пробирку закрепляют в держателе, открытый конец пробирки должен быть повернут в сторону от работающих людей. Перед локальным нагреванием пробирку равномерно прогревают по всей длине.
11. Запрещено выливать в раковину остатки кислот и щелочей, огнеопасных и взрывоопасных, а также сильно пахнущих веществ. Для слива этих веществ в вытяжном шкафу находятся специальные сосуды с соответствующими этикетками. Нельзя загрязнять раковину фильтрами, обрывками бумаги, спичками, стеклянным боем и т.п.
  12. Хранить и переливать концентрированные кислоты и щелочи следует в вытяжном шкафу на поддоне.
  13. Всѐ склянки, в которых хранятся вещества, должны быть снабжены этикетками с соответствующими названиями.
  14. Нельзя зажигать спиртовку от другой спиртовки.
  15. Многие органические соединения вызывают раздражение и ожоги кожи и слизистых оболочек. Необходимо следить, чтобы в процессе работы они не попадали на кожу. Жидкость из сосуда отбирают пипеткой с помощью груши.

### **Правила противопожарной безопасности**

16. Работы с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) следует проводить подальше от открытого пламени и включѐнных электроплиток.
17. Убрать все горючие вещества от места возгорания, отключить электроприборы и прекратить активный доступ воздуха в лабораторию.
18. Пламя тушить песком, противопожарным одеялом, огнетушителем. Если горит органическое вещество, тушение водой может привести к расширению очага пожара.



19. При возгорании одежды нельзя делать резких движений и бежать – это усиливает горение. Если это возможно, следует сбросить горящую одежду и погасить на полу, если нет, то надо плотно накрыть загоревшуюся ткань противопожарным одеялом.

20. При возникновении пожара необходимо вызвать службу спасения по номеру «01» со стационарного телефона или «112» с мобильного телефона.

### **Меры оказания первой помощи при несчастных случаях**

21. При порезах стеклом нужно удалить осколки из ранки и, убедившись, что стекла там нет, смазать поверхность вокруг пораженного места йодом и перевязать.

23. При ожогах кислотами необходимо промыть пораженное место большим количеством проточной воды, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия, и снова водой.

24. При ожогах щелочами нужно промыть очаг поражения проточной водой, а затем разбавленным раствором борной или уксусной кислоты.

25. При ожогах фенолом очаг поражения следует обработать 70 %-ным этиловым спиртом, а затем глицерином до исчезновения белых пятен на коже. При отравлении парами фенола категорически запрещается пить молоко.

26. При ожогах бромом его нужно смыть 96%-ным спиртом или разбавленным раствором щелочи, после чего обратиться к врачу. При отравлении парами брома необходимо несколько раз глубоко вдохнуть пары этилового спирта, а затем выпить молока.

27. При попадании на кожу едких органических веществ, не растворимых в воде, их необходимо смыть большим количеством подходящего растворителя.

28. После оказания первой помощи пострадавший должен быть направлен в медпункт.

Химическая посуда делится на стеклянную и фарфоровую. Основным требованием, предъявляемым к стеклянной посуде, является ее химическая устойчивость. Химическая устойчивость – это свойство стекла противостоять разрушающему действию растворов щелочей, кислот и других веществ. Термическая устойчивость – способность посуды выдерживать резкие колебания температуры.

Вся посуда по назначению делится на несколько групп:

- общего назначения (используется для выполнения нескольких химических операций): пробирки, стаканы, плоскодонные, конические и круглодонные колбы, колбы Вюрца (круглодонные с газоотводной трубкой), кристаллизаторы, воронки, часовые стекла, бюксы;
- мерная посуда: цилиндры, мензурки, пипетки Мора и градуированные пипетки, мерные колбы;
- посуда специального назначения: осушительные склянки (Тищенко, Вульфа, Дрекслея), аппарат Киппа, установка для фильтрования под вакуумом, которая состоит из колбы Бунзена, воронки Бюхнера, склянки-ловушки и водоструйного насоса;
- посуда из фарфора и других материалов: шпатели, ступки, выпарительные чашки, тигли.

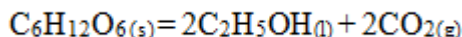
### *Контрольные вопросы:*

1. Приведите классификацию химической посуды в зависимости от назначения.
2. Какие требования предъявляются к стеклянной посуде? Что означает маркировка посуды ТУ и ХУ?
3. Укажите назначение фарфоровой посуды: чашка, тигель, ступка с пестиком. Перечислите преимущества фарфоровой посуды по сравнению со стеклянной.
4. Перечислите посуду, которую можно использовать для измерения объемов жидкости.
5. Какая посуда используется для отбора точно определенных объемов жидкости. Расскажите, как пользоваться этой посудой.
6. В лабораторной практике часто приходится пользоваться некоторыми простейшими инструментами. Перечислите наиболее употребительные, на Ваш взгляд, инструменты, которые полезно иметь в лаборатории.
7. Посуда, употребляемая для опытов должна быть чистой. Перечислите правила мытья посуды. Какие средства можно использовать для ее чистки.
8. Что такое «хромовая смесь»? На чем основано ее моющее действие?
9. Как по внешнему виду определить чистую обезжиренную химическую посуду?

10. Как правильно сушить химическую посуду? 11. Правила работы со спиртовкой, пипеткой, бюреткой.

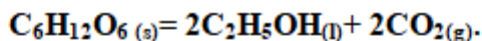
**Лабораторное занятие. Основные закономерности протекания химических реакций (термодинамика, кинетика). Решение ситуационных задач**

**1. Рассчитайте изменение энтропии, энтальпии и энергии Гиббса при с.у. для реакции окисления глюкозы до этанола, протекающей в организме:**



Решение:

используя формулы для расчета энтропии, энтальпии и энергии Гиббса при с.у. произведем расчет для реакции



$$\Delta H^\circ(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) + 2 \cdot \Delta H^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) - \Delta H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})) = 2 \cdot (-276.9) + 2 \cdot (-393.51) - (-1263.80) =$$

$$-77.02 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^\circ_{298}(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) + 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{g})) - \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})) = 2 \cdot 161.00 + 2 \cdot 213.67 - 269.50 =$$

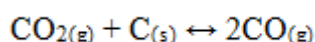
$$515.84 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$$

$$\Delta G^\circ_{298}(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})) + 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{g})) - \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})) = 2 \cdot (-174.20) + 2 \cdot (-394.38) - (-917.00) =$$

$$-220.16 \text{ кДж/моль}$$

Решение:

**2. Для реакции**



рассчитайте:

а)

$$\Delta G^\circ_{\text{р-ции}} \text{ при } 298\text{K}$$

б) температуру, при которой оба направления процесса равновероятны.

а)  $\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S$  (1)

Рассчитаем  $\Delta H$  и  $\Delta S$  реакции:

$$\Delta H^\circ_{298}(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta H^\circ_{298}(\text{CO}(\text{g})) - \Delta H^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{g})) = 2 \cdot (-110.52) - (-393.51) = -172.47 \text{ кДж/моль}$$

$$2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{CO}(\text{g})) - \Delta S^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{g})) = 2 \cdot 197.54 - 213.67 = 181.41 \text{ Дж/(моль K)}$$

Подставляем полученные данные в первое уравнение и получаем

$$\Delta G = -172.47 - 298 \cdot 181.41 \cdot 10^{-3} = -226.53 \text{ кДж/моль}$$

б) если оба направления процесса равны, то  $\Delta G = 0$ ,

тогда  $\Delta H = T \cdot \Delta S$ , а  $T =$ , рассчитаем  $T$

$$T = \frac{-172.47}{181.41 \cdot 10^{-3}} = 950.72 \text{ K}$$

**3. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях, невозможна экзотермическая реакция:  $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ ? Рассчитайте  $\Delta G$  данной реакции. При каких температурах данная реакция становится самопроизвольной?**

Решение:

Рассчитаем  $\Delta G$  данной реакции:  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$

Для этого сначала определим  $\Delta H$  и  $S$  реакции:

$$\Delta H_{p-ции} = \sum H^0_{кон} - \sum H^0_{исх} \text{ кДж/моль}$$

Используя справочные данные стандартных энтальпий веществ, находим:

$$\Delta H_{p-ции} = \Delta H^0_{H_2O(ж)} + \Delta H^0_{CO} - \Delta H^0_{CO_2} - \Delta H^0_{H_2} = -110,5 + (-285,8) - (393,5) - 0 = -2,8 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S_{p-ции} = \sum S^0_{кон} - \sum S^0_{исх} \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

Аналогично, используя справочные данные стандартных энтропий веществ, находим:

$$\Delta S_{p-ции} = \Delta S^0_{H_2O(ж)} + \Delta S^0_{CO} - \Delta S^0_{CO_2} - \Delta S^0_{H_2} = 197,5 + 70,1 - 213,7 - 130,52 = -76,6 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

Найдем энергию Гиббса при стандартных условиях

$$\Delta G_{p-ции} = \Delta H - T \Delta S = -2,8 + 298 \cdot 76,6 / 1000 = 20 \text{ кДж/моль} > 0,$$

следовательно, реакция самопроизвольно не идет.

Найдем при каких температурах данная реакция становится самопроизвольной.

В состоянии равновесия  $\Delta G_{p-ции} = 0$ , тогда  $T = \Delta H / \Delta S = -2,8 / (-76,6 \cdot 1000) = 36,6 \text{ К}$

4. Вычислите  $\Delta G^0_{p-ции}$  гидратации  $\beta$  – лактоглобулина при  $18^\circ \text{C}$ ;  $\Delta H^0_{p-ции} = -6,75 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta S^0_{p-ции} = -9,74 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ .

Решение:

Рассчитаем  $\Delta G$  данной реакции:  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$

Температуру переведем в Кельвины:  $18^\circ \text{C} + 273 = 291 \text{ К}$

$$\Delta H^0_{p-ции} = -6,75 \text{ кДж/моль} = -6750 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}.$$

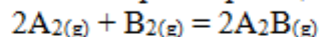
Подставляем значения в формулу:

$$\Delta G = -6750 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} - 291 \text{ К} \cdot (-9,74 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}) = -3915,66 \text{ Дж/моль} = -3,9 \text{ кДж/моль}$$

5. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества В в системе  $2A_{2(g)} + B_{2(g)} = 2A_2B_{(g)}$ , чтобы при уменьшении концентрации вещества А в 4 раза скорость реакции не изменилась?

Решение:

Запишем выражение для расчета скорости реакции



$$V = C^2(A) \cdot C(B)$$

Запишем выражение для расчета скорости реакции, если концентрации вещества А уменьшится в 4 раза

$$v_1 = (C/4)^2(A) \cdot X, \text{ где } X - \text{концентрации вещества В}$$

По условию задачи сказано, что при изменении концентрации скорость не меняется, тогда  $v = v_1 \Rightarrow$

$$C^2(A) \cdot C(B) = X \cdot (C/4)^2(A)$$

Решаем уравнение и получаем

$$C(B)/X = (C/4)^2(A)/C^2(A)$$

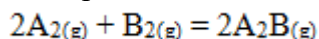
$$X = 16 \cdot C(B)$$

Ответ: концентрацию вещества В следует увеличить в 16 раз.

Лабораторное занятие. Основные типы равновесий и процессов жизнедеятельности

Решение ситуационных задач.

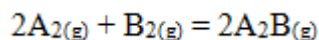
5. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества В в системе



, чтобы при уменьшении концентрации вещества А в 4 раза скорость реакции не изменилась?

Решение:

Запишем выражение для расчета скорости реакции



$$V = C^2(A) \cdot C(B)$$

Запишем выражение для расчета скорости реакции, если концентрации вещества А уменьшится в 4 раза

$$v_1 = (C/4)^2(A) X,$$

где X –концентрации вещества В

По условию задачи сказано, что при изменении концентрации скорость не меняется, тогда

$$v = v_1 \Rightarrow$$

$$C^2(A) C(B) = X \cdot (C/4)^2(A)$$

Решаем уравнение и получаем

$$C(B)/X = (C/4)^2(A)/C^2(A)$$

$$X = 16 \cdot C(B)$$

Ответ: концентрацию вещества В следует увеличить в 16 раз.

#### Лабораторная работа. Скорость химической реакции

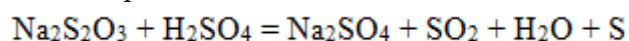
**Цель работы:** изучить влияние концентрации реагирующих веществ, температуры и присутствия катализаторов на скорость химической реакции.

**Реактивы и оборудование:** весы с разновесом; штатив с лапкой и кольцом; метроном или секундомер; термометр на 100 °С; штатив с пробирками; пробирки емкостью 50 мл с номерами (3 шт.); мерный цилиндр для воды на 25 мл; мерные цилиндры емкостью 25 мл для растворов тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  и серной кислоты  $H_2SO_4$ ; химические стаканы емкостью 200 мл (2 шт.) и 25 мл (1 шт.); пипетка; шпатель; лучина; серная кислота  $H_2SO_4$  (2н и 1:200); 2) тиосульфат натрия  $Na_2S_2O_3$  (1н и 1:200); перекись водорода (3 %); оксид марганца (IV).

#### Отчет о работе

##### 1. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

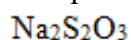
а) К 1 н раствору тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  прилить 2 н раствор серной кислоты  $H_2SO_4$ . Наблюдается помутнение раствора, которое вызвано взаимодействием тиосульфата натрия и серной кислоты с выделением свободной серы:



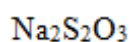
Время, которое проходит от начала реакции до заметного помутнения раствора, характеризует скорость реакции.

#### Вывод:

б) В три большие нумерованные пробирки налить разбавленный (1:200) раствор тиосульфата натрия



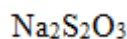
в первую - 5 мл, во вторую - 10 мл, в третью - 15 мл. К содержимому первой пробирки добавить 10 мл воды, а второй - 5 мл воды. В три другие пробирки налить по 5 мл разбавленной (1:200) серной кислоты. В каждую пробирку с раствором



прилить при помешивании по 5 мл приготовленной серной кислоты и определить время с момента добавления кислоты до помутнения раствора в каждой пробирке. Записать результаты в таблицу:

№ пробирки	V(Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), мл	V(H <sub>2</sub> O), мл	V(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), мл	Общий объем раствора, мл	Условная концентрация Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Время протекания реакции до появления мути, τ	Скорость реакции в условных единицах, v = (1/τ)
1	5	10	5	20	1С		
2	10	5	5	20	2С		
3	15	-	5	20	3С		

Результаты изобразить графически, отложив на оси абсцисс условные концентрации



, а на оси ординат - скорость реакции

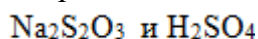
$$v = 1/\tau.$$

Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Вывод:

## 2. Зависимость скорости реакции от температуры.

Для опыта взять разбавленные (1:200) растворы:



Налить в три большие нумерованные пробирки по 10 мл первого раствора, в другие три - по 10 мл раствора серной кислоты и разделить их на три пары: по пробирке с растворами в каждой паре. Отметить температуру воздуха в лаборатории, слить вместе растворы первых двух пробирок, встряхнуть и определить время с момента добавления кислоты до помутнения раствора.

Две другие пробирки поместить в химический стакан с водой и нагреть воду до температуры на 10 °С выше комнатной. За температурой следить по термометру, опущенному в воду. Слить содержимое пробирок, встряхнуть и отметить время от слива до появления мути. Повторить опыт с оставшимися двумя пробирками, нагрев их в том же стакане с водой до температуры на 20 °С выше комнатной. Записать результаты:

№ пробирки	V(Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), мл	V(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), мл	Температура, °С	Время до появления мути, τ	Скорость реакции в условных единицах, v = (1/τ)
1	10	10	°С		
2	10	10	°С + 10°		
3	10	10	°С + 20°		

Построить график зависимости скорости реакции от температур: на оси абсцисс нанести значения температуры в опытах, на оси ординат - величины скорости реакции

$$v = 1/\tau.$$

Вывод:

## 3. Каталитическое действие оксида марганца (IV).

Налить в пробирку 3 мл 3% - ного раствора перекиси водорода и ввести туда на кончике шпателя несколько крупинок оксида марганца (IV). С помощью тлеющей лучины убедиться в выделении кислорода. Напишите уравнение реакции.

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Что называют скоростью химической реакции? Какова ее размерность? Как и почему скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ и температуры?

2. Что такое энергия активации?

3. Что такое катализатор, ингибитор?

4. От каких факторов зависит скорость химической реакции? Приведите формулировки закона действия масс и правила Вант-Гоффа.

5. Чему равна константа скорости химической реакции? Каков физический смысл этой величины?

6. Реакция при температуре 50 °С протекает за 2 мин 15 с. За сколько времени закончится эта реакция при температуре 70 °С, если в данном температурном интервале температурный коэффициент скорости реакции равен 3?

7. При температуре 30 °С реакция протекает за 25 мин, при 50 °С — за 4 мин. Рассчитайте температурный коэффициент скорости реакции.

**Лабораторная работа . Химическое равновесие**

**Цель работы:** Изучить факторы, влияющие на смещение химического равновесия.

**Реактивы и оборудование:** хлорид калия  $KCl$ ; раствор иода (0,05 M); раствор крахмала; хлорид железа (III)



(0,001 н и насыщ.); роданид калия  $KSCN$  (0,001 н и насыщ.); термометр на 100 °С; штатив с пробирками; химические стаканы емкостью 200 мл и 25 мл; ступка; пипетка; шпатель; электроплитка.

**Отчет о работе**

**1. Смещение химического равновесия при изменении концентраций реагирующих веществ.**

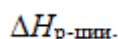
В стакане смешать по 10 мл 0,001 н растворов хлорида железа (III)  $FeCl_3$  и роданида калия  $KSCN$ . Написать уравнение этой обратимой реакции и выражение константы равновесия.

Полученный раствор разлить поровну в четыре пробирки. В первую пробирку добавить концентрированного раствора хлорида железа (III), во вторую - концентрированного раствора роданида калия, в третью - кристаллического хлорида калия, а четвертую пробирку оставить для сравнения. Сравнить цвет жидкостей в пробирках. По изменению интенсивности окраски сделать вывод о смещении равновесия. Объяснить изменение окраски раствора на основании закона действия масс. Сместится ли равновесие при разбавлении полученных растворов?

Вывод:

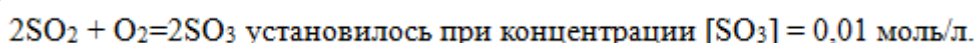
**2. Смещение химического равновесия при изменении температуры.**

В стакане вместимостью 250 мл нагревают воду почти до кипения. В две пробирки внося по 2 мл раствора крахмала и добавляя туда же по 1 мл раствора иода. Наблюдают цвет образовавшегося раствора. Одну из пробирок опускают на несколько минут в горячую воду. Вторую пробирку оставляют для сравнения. Наблюдают изменение окраски. Охлаждают нагретую пробирку, опустив ее в холодную воду, продолжая наблюдение за окраской раствора. Делают вывод о наличии равновесия и его смещении при изменении температуры, а так же о знаке

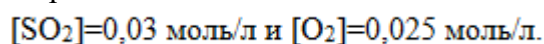


Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «химическое равновесие».
2. Сформулируйте принцип Ле-Шателье.
3. Как влияет температура на смещение химического равновесия? Объясните это смещение на конкретных примерах.
4. Равновесие реакции.



Исходные концентрации веществ равны:



Вычислите равновесные концентрации остальных веществ.

**Лабораторная работа. Приготовление раствора заданной концентрации**

**Цель работы:** научиться готовить растворы заданной концентрации.



**Реактивы:** 1 М раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 0,1 М раствор  $\text{NaOH}$ ; дистиллированная вода; раствор фенолфталеина.

**Оборудование:** бюретка; воронка; пипетка на 5 мл; пипетка на 10 мл; груша; мерная колба на 50 мл; 2 стакана; 3 колбы для титрования; цилиндр.

**Отчет о работе**

**Опыт 1. Приготовление раствора уксусной кислоты заданной концентрации.**

Рассчитать объем 1 М раствора уксусной кислоты, необходимый для приготовления 50 мл раствора заданной концентрации.

Отмерить пипеткой объёмом 5 мл рассчитанный объем 1М раствора кислоты, перенести его в мерную колбу и довести объем до метки дистиллированной водой. Раствор перемешать и вылить в стакан.

Пипеткой из стакана отбирают 10 мл приготовленного раствора и переносят его в колбу для титрования. Добавляют 2-3 капли фенолфталеина. Таким образом заполняют три колбы для титрования.

Бюретку заполняют 0,1 М раствором гидроксида натрия.

Заполненность бюретки и пипетки определяют по нижнему мениску.

В колбу с приготовленным раствором кислоты и индикатора по каплям добавляют щелочь из бюретки, до появления розовой окраски раствора.

Оттитровывают растворы кислоты (раствор считается оттитрованным, если при добавлении 1 капли щелочи окраска раствора не исчезает в течение 1 минуты).

Данные титрования занести в таблицу:

Объем кислоты, взятый для титрования, мл	Объем щелочи, пошедший на титрование, мл	Средний объем щелочи, пошедший на титрование, мл	Концентрация кислоты, моль/л	Концентрация щелочи, моль/л
10				0,1
10				
10				

По закону эквивалентов рассчитать концентрацию полученной кислоты и результаты занести в таблицу (для расчета использовать средний общий объем щелочи, пошедшей на титрование  $V_{\text{ср}} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3$ ).

Рассчитывают ошибку эксперимента.

*Контрольные вопросы:*

1. Сформулируйте основные положения современной физико-химической теории растворов?
2. Назовите основные способы выражения концентрации растворов. Как связаны между собой эти величины?
3. Какую роль играет осмос в живых системах? Приведите примеры.
4. Как изменится температура замерзания раствора сахарозы, если в него добавить: а) воду, б) мочевины? Дайте краткие пояснения.
5. Как изменятся значения изотонического коэффициента хлорида натрия и коэффициента активности иона натрия при разбавлении водного раствора, содержащего хлорид натрия? Значения изотонического коэффициента некоторых электролитов при разбавлении водного раствора стремятся к: а) 2; б) 3; в) 4. Приведите по два примера каждого типа электролитов.
6. Сформулируйте основные положения теории электролитической диссоциации (ТЭД). Дайте определения кислот, оснований, солей с позиции ТЭД.
7. Объясните, почему растворы слабых электролитов характеризуют величиной степени диссоциации, а растворы сильных электролитов - "кажущейся" степенью диссоциации? Объясните, почему кажущаяся степень ионизации хлороводорода уменьшается с увеличением концентрации.

**Лабораторное занятие. Способы выражения концентрации растворов. Коллигативные свойства растворов**

Решение ситуационных задач.

1. При внутривенном струйном введении гидрохлорида преднизолона используется изотонический (0,9%-ный) раствор хлорида натрия. Сколько дистиллированной воды и хлорида натрия надо взять, чтобы получить 250 мл такого раствора ( $\rho = 1007 \text{ кг/м}^3$ ).

2. Пораженный участок при ожогах щелочами обрабатывают после промывания водой 1%-ным раствором уксусной кислоты. Рассчитайте массу такого раствора, если масса уксусной кислоты в нем равна 0,4 г. Рассчитайте молярность и моляльность этого раствора. Плотность раствора принять равной 1.

1. Раствор, содержащий 1,70 г хлорида цинка в 250 г воды, замерзает при  $-0,23^\circ\text{C}$ . Определить степень диссоциации хлорида цинка и температуру кипения раствора.

Дано:	Решение:
$m_{\text{H}_2\text{O}}$	1. Понижение температуры
$=250 \text{ г}$	замерзания разбавленного раствора
$m_{\text{ZnCl}_2}$	электролита определяется выражением
$=1,7 \text{ г}$	$\Delta t_{\text{ЗАМ}} = i K C_{m,2},$ где
$t_{\text{ЗАМ}} =$	$\Delta t_{\text{ЗАМ}} = t_{\text{ЗАМ}}^0 - t_{\text{ЗАМ}}$
$-0,23^\circ\text{C}$	следовательно,
$\alpha - ?$	$i = \frac{\Delta t_{\text{ЗАМ}}}{K m_2} = \frac{t_{\text{ЗАМ}}^0 - t_{\text{ЗАМ}}}{K C_{m,2}}$
$t_{\text{КИП}} - ?$	



Так как степень диссоциации электролита

$$\alpha = \frac{i-1}{\Sigma \nu - 1},$$

рассчитав моляльность хлорида цинка  $m_2$ , можно найти величину  $\alpha$ .

Моляльность растворенного вещества - число моль данного вещества в 1000 г растворителя.

$$n = \frac{m}{M}; \quad C_{m,2} = \frac{n_{\text{ZnCl}_2} \cdot 1000}{m_{\text{р-ля}}} = \frac{1,70 \text{ г} \cdot 1000}{136 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 250 \text{ г}} = 0,05 \frac{\text{моль}}{\text{кг}}$$

2. Криоскопическая константа воды равна 1,86, а число ионов, образующихся из одной молекулы хлорида цинка при диссоциации - 3, тогда

$$i = \frac{\Delta t_{\text{зам}}}{K C_{m,2}} = \frac{0^\circ \text{C} - (-0,23^\circ \text{C})}{1,86 \cdot 0,05} = 2,473; \quad \alpha = \frac{2,473-1}{3-1} = 0,7366 = 73,66\%$$

3. Температура кипения раствора

$$t_{\text{кип}} = t_{\text{кип}}^0 + \Delta t_{\text{кип}}, \quad \text{где } \Delta t_{\text{кип}} = i E C_{m,2}$$

С учетом того, что эбуллиоскопическая константа воды равна 0,512

$$t_{\text{кип}} = t_{\text{кип}}^0 + \Delta t_{\text{кип}} = t_{\text{кип}}^0 + i E C_{m,2}$$

$$t_{\text{кип}} = 100^\circ \text{C} + 2,473 \cdot 0,512 \cdot 0,05 = 100,064^\circ \text{C}$$

2. Вычислить осмотическое давление, создаваемое 20% - ным раствором глюкозы при 25°C.

Дано:  
 $\omega = 20\%$   
 $t = 25^\circ \text{C}$   
 $\rho = 1,0798$   
 $\text{г/см}^3$

$\pi - ?$

Решение:

В разбавленных растворах неэлектролитов осмотическое давление рассчитывают по уравнению

$$\pi = CRT,$$

Рассчитываем мольность раствора глюкозы:

количество растворенного вещества и объем раствора определяем по формулам:

$$n = \frac{m}{M}; \quad V_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho}, \quad \text{тогда мольность}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m \cdot \rho}{M \cdot m_{\text{р-ра}}} = \frac{20 \text{ г} \cdot 1,0798 \cdot 10^6 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 100 \text{ г}} = 1199,78 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3}$$

$$\pi = CRT = 1199,78 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К} = 2,973 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

3. Рассчитайте ионную силу раствора «Трисоль», применяемого в медицинской практике в качестве плазмозамещающего раствора. Его состав: хлорид натрия – 0,5 г, хлорид калия – 0,1 г, гидрокарбонат натрия – 0,4 г, вода для инъекций до 100 мл.

Решение:

1. Для расчета ионной силы раствора необходимо найти концентрации ионов,

$$c_i = \frac{n_i}{V_{p-pa}},$$

содержащихся в растворе:

а)  $c(\text{Na}^+) = c(\text{NaCl}) + c(\text{NaHCO}_3)$ ;  $c(\text{K}^+) = c(\text{KCl})$ ;  
 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NaCl}) + c(\text{KCl})$ ;  $c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{NaHCO}_3)$

$$\begin{aligned} c(\text{NaCl}) &= \frac{n(\text{NaCl})}{V_{p-pa}} = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot V_{p-pa}} = \frac{0,5\text{г}}{58,5\text{г/моль} \cdot 0,1\text{л}} = 0,085\text{моль/л} \\ \text{б)} \quad c(\text{KCl}) &= \frac{n(\text{KCl})}{V_{p-pa}} = \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl}) \cdot V_{p-pa}} = \frac{0,1\text{г}}{74,5\text{г/моль} \cdot 0,1\text{л}} = 0,013\text{моль/л} \\ c(\text{NaHCO}_3) &= \frac{n(\text{NaHCO}_3)}{V_{p-pa}} = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3) \cdot V_{p-pa}} = \frac{0,4\text{г}}{84\text{г/моль} \cdot 0,1\text{л}} = 0,048\text{моль/л} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{в)} \quad c(\text{Na}^+) &= 0,085\text{ моль/л} + 0,048\text{ моль/л} = 0,133\text{ моль/л} \\ c(\text{K}^+) &= 0,013\text{ моль/л} \\ c(\text{Cl}^-) &= 0,085\text{ моль/л} + 0,013\text{ моль/л} = 0,098\text{ моль/л} \\ c(\text{HCO}_3^-) &= 0,048\text{ моль/л} \\ I &= 0,5 \cdot (c(\text{Na}^+) \cdot z^2(\text{Na}^+) + c(\text{K}^+) \cdot z^2(\text{K}^+) + c(\text{Cl}^-) \cdot z^2(\text{Cl}^-) + c(\text{HCO}_3^-) \cdot z^2(\text{HCO}_3^-)) \end{aligned}$$

$$I = 0,5 \cdot (0,133 \cdot 1^2 + 0,013 \cdot 1^2 + 0,098 \cdot (-1)^2 + 0,048 \cdot (-1)^2) = 0,146\text{ моль/л}$$

Ответ:  $I = 0,146\text{ моль/л}$

4. Рассчитайте рОН 0,001М раствора гидроксида натрия.

Решение:

В растворе сильного основания  $a(\text{OH}^-) \approx c(\text{OH}^-) = c(\text{NaOH}) = 0,001\text{ М}$ .

$$pOH = -\lg a_{\text{OH}^-} = -\lg 0,001 = 3$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3 = 11.$$

Ответ: рОН = 11.

5. Рассчитайте рН 5%-ного раствора муравьиной кислоты, если степень её диссоциации составляет 0,01%, а плотность раствора равна 1,012 г/мл.

Решение:



$$pH = -\lg c_{\text{H}^+}$$

$$c(\text{H}^+) = c(\text{НСООН}) \cdot \alpha$$

Пусть масса раствора 1000 г, тогда его объем

$$V = \frac{m_{p-pa}}{\rho_{p-pa}} = \frac{1000\text{ г}}{1,012\text{ г/мл}} = 988,14\text{ мл} \approx 0,988\text{ л}$$

а масса муравьиной кислоты в нем

$$m(\text{НСООН}) = m_{p-pa} \cdot \omega(\text{НСООН}) = 1000\text{ г} \cdot 0,05 = 50\text{ г}$$

$$c(\text{НСООН}) = \frac{n(\text{НСООН})}{V_{p-pa}} = \frac{m(\text{НСООН})}{M(\text{НСООН}) \cdot V_{p-pa}} = \frac{50\text{ г}}{46\text{ г/моль} \cdot 0,988\text{ л}} = 1,1\text{ моль/л}$$

$$c(\text{H}^+) = 1,1\text{ моль/л} \cdot 0,0001 = 1,1 \cdot 10^{-4}\text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg c_{\text{H}^+} = -\lg 1,1 \cdot 10^{-4} = 3,96$$

Ответ: рН=3,96.

1. Энергия активации реакции кислотного гидролиза сахарозы при 37 °С равна 102 кДж/моль, а в присутствии фермента энергия активации снижается до 35 кДж/моль. Во сколько раз быстрее протекает реакция гидролиза сахарозы в присутствии фермента?

Решение:

воспользуемся формулой:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = - \frac{E_{a2} - E_{a1}}{RT}$$

температуру переведем в кельвины:  $T = 37 + 273 = 310$

$$\ln k_2/k_1 = - (35 - 102) / (8.31 \cdot 10^{-3} \cdot 310) = 25.996$$

$$\frac{k_2}{k_1} = e^{25.996} = 1.95 \cdot 10^{11}$$

Ответ: в присутствии фермента реакция протекает быстрее в  $1.95 \cdot 10^{11}$  раз.

2. Как изменится скорость реакции при повышении температуры на 40 °С, если температурный коэффициент реакции равен 2,5.

Решение:

по правилу Вант – Гоффа

$$k_2 = k_1 \cdot \gamma^{(\Delta t/10)} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \gamma^{(\Delta t/10)}$$

подставив наши значения получаем

$$\frac{k_2}{k_1} = 2,5^{40/10} = 2,5^4 \approx 39$$

Ответ: скорость реакции увеличится в 39 раз

3. Равновесие в системе  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{г})$  установилось при следующих концентрациях:  $C(\text{H}_2) = 0.025$  моль/л,  $C(\text{I}_2) = 0.005$  моль/л;  $C(\text{HI}) = 0.09$  моль/л. Определите исходные концентрации иода и водорода. Рассчитайте константу равновесия.

Решение:

Для данной реакции выражение  $K_e$  запишется

$$K_e = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}$$

Подставляем данные задачи и считаем

$$K_e = \frac{0.09^2}{0.025 \cdot 0.005} = 64.8$$

Если реакция протекает в сосуде емкостью 1л, то вместо концентрации можно использовать количество вещества. Согласно уравнению реакции, для образования 0.09 моль HI должно прореагировать по 0.045 моль  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$ .

Обозначим прореагировавшие концентрации иода и водорода как  $\Delta C(\text{H}_2)$  и  $\Delta C(\text{I}_2)$ , тогда

$$C_0(\text{H}_2) = + \Delta C(\text{H}_2) = 0.025 + 0.045 = 0.07 \text{ моль/л}$$

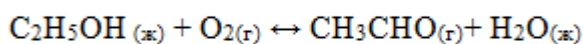
$$C_0(\text{I}_2) = + \Delta C(\text{I}_2) = 0.005 + 0.045 = 0.05 \text{ моль/л}$$

4. Рассчитайте константу равновесия реакции окисления этанола и уксусный альдегид при 310 К.

**Решение:**

$$\Delta G^0_{p-ции} = -2,3 RT \lg K_{равн.}$$

$$\Delta G^0_{298} (\text{реакции}) = \sum \nu_i \cdot \Delta G^0_{i,298} (\text{прод. реакции}) - \sum \nu_i \cdot \Delta G^0_{i,298} (\text{исходных веществ})$$



Подставляя справочные данные, находим  $\Delta G^0$  реакции:

$$\Delta G^0_{p-ции} = [-133,0 + (-237)] - (-174,2) = -195,8 \text{ кДж/моль};$$

$$\lg K_{равн} = \frac{-196 \cdot 10^3 \text{ Дж / моль}}{-2,3 \cdot 8,31 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{K)} \cdot 310 \text{ K}} \approx 33$$

$$K_{равн} = 10^{33}$$

$$\text{Ответ: } K_{равн} = 10^{33}$$

5. Определите направление протекания реакции  $H_{2(г)} + I_{2(г)} \leftrightarrow 2HI_{(г)}$  при 298 К и  $c(H_2) = c(I_2) = 0,01$  моль/л;  $c(HI) = 1$  моль/л;  $K_{равн} = 2$ .

**Решение:**

Воспользуемся уравнением изотермы Вант-Гоффа:

$$\Delta G_{p-ции} = -RT \ln K_{равн.} + RT \ln \frac{c^2(HI)}{c(H_2) \cdot c(I_2)};$$

$$\Delta G_{p-ции} = -8,31 \cdot 298 \ln 2 + 8,31 \cdot 298 \ln \frac{1^2}{0,01 \cdot 0,01} = 21091 \text{ Дж / моль} = 21,091 \text{ кДж / моль}$$

Ответ:  $\Delta G_{p-ции} > 0$ , поэтому реакция не может идти самопроизвольно в прямом направлении.

**6. Концентрация ионов водорода в щелочной среде:**

- а)  $[H^+] > 10^{-7}$ ;
- б)  $[H^+] > 10^{-12}$ ;
- в)  $[H^+] < 10^{-7}$ ;
- г)  $[H^+] = 10^{-7}$ .

**7. Что значит раствор глюкозы с массовой долей 0,15?**

- а) в 100г раствора 15г глюкозы и 100г воды;
- б) в 90г раствора 15г глюкозы и 90г воды;
- в) в 100г раствор 0,15г глюкозы и 99,85 воды;
- г) в 100г раствора 85г воды и 15г глюкозы.

**8. Истинный раствор отличается от коллоидного:**

- а) концентрацией
- б) плотностью
- в) размерами частиц растворенного вещества
- г) способом приготовления

**9. Какой из представленных растворов будет обладать буферными свойствами:**

- а) раствор глюкозы
- б) раствор хлорида натрия
- в) раствор уксусной кислоты + ацетата натрия
- г) раствор фосфорной кислоты

**10. Чему равен pH 0,001 М раствора HCl:**

- а) 1
- б) 3
- в) 4
- г) 6

**11. Какой из предложенных терминов является видом концентрации?**

- а) титр
- б) титрант
- в) тиксотропия
- г) титриметрия

**12. Что такое молярность?**

- а) содержание количества вещества (моль) в единице объема (л)
- б) содержание количества вещества (моль) в 1 кг растворителя
- в) количество моль эквивалентов вещества в единице объема (л)
- г) отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах или долях единицы

**13. Что такое моляльность?**

- а) содержание количества вещества (моль) в 1 кг растворителя
- б) содержание количества вещества (моль) в единице объема (л)
- в) количество моль эквивалентов вещества в единице объема (л)
- г) отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах или долях единицы

**14. Что такое нормальность?**

- а) количество моль эквивалентов вещества в единице объема (л)
- б) содержание количества вещества (моль) в единице объема (л)
- в) содержание количества вещества (моль) в 1 кг растворителя
- г) отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах или долях единицы

**15. В 190 г воды растворили 10 г сахарозы. Вычислите массовую долю сахарозы в полученном растворе.**

- а) 5 %
- б) 5,26 %
- в) 19 %
- г) 20 %

**16. Определить процентную концентрацию б н раствора серной кислоты ( $f_{\text{экв}} = 0,5$ ,  $\rho = 1,18$  г/мл):**

- а) 25 %
- б) 6 %
- в) 50 %
- г) 75 %

**17. Выберите правильную формулировку закона Рауля:**

- а) относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества
- б) повышение температуры кипения раствора пропорционально количеству молей растворенного вещества при условии, что количество молей растворителя постоянно

в) понижение температуры замерзания раствора пропорционально числу молей растворенного вещества при постоянном количестве растворителя

г) осмотическое давление равно тому давлению, которое производило бы растворенное вещество, если бы оно в виде идеального газа занимало тот же объем при той же температуре.

**18. При несахарном диабете выделяются очень большие количества разбавленной мочи, осмолярность которой может снижаться до 0,06 осмоль/л. Вычислите осмотическое давление такой мочи при 310 К.**

**19. К 0,1М раствору гидроксида натрия объемом 10 мл прибавили 10 мл 0,1 М раствора муравьиной кислоты. Обладает ли полученный раствор буферным действием? Ответ подтвердите расчетами.**

**20. Написать уравнение гидролиза солей:  $K_2CO_3$ ,  $NiCl_2$ ,  $Al_2(CO_3)_3$ ,  $NaCl$ .**

**21. Опишите поведение ацетатного и фосфатного буферных растворов при введении сильной кислоты.**

**22. Определить pH буферного раствора, содержащего 0,1 моль/л  $HCOOH$  и 0,11 моль/л  $HCOONa$ ?**

**23. К 0,2 М раствору гидроксида калия объёмом 10 мл прибавили 0,1 М раствор муравьиной кислоты объёмом 20 мл. Обладает ли полученный раствор буферным действием? Ответ подтвердите расчетом.**

### Задания для самостоятельной работы.

1. Выучить конспекты лекций по теме.
2. Подготовиться к лабораторной работе. Заполнить лабораторный журнал: описать ход выполнения работы, уравнения реакций. Ответить письменно на контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы внести в лабораторный журнал наблюдения и выводы по проведенным опытам.

3. Изучить материалы темы.

4. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Что называется термодинамической системой?
2. Какие параметры характеризуют состояние системы?
3. Исходя из объединенного выражения для первого и второго законов термодинамики, определите условия, при которых направление процесса будет определяться изменением энтропийного фактора.
4. В чём заключаются особенности ферментативного катализа?
5. При внутривенном струйном введении гидрохлорида преднизолона используется изотонический (0,9%-ный) раствор хлорида натрия. Сколько дистиллированной воды и хлорида натрия надо взять, чтобы получить 250 мл такого раствора ( $\rho = 1007$

$kg/m^3$

).

6. Пораженный участок при ожогах щелочами обрабатывают после промывания водой 1%-ным раствором уксусной кислоты. Рассчитайте массу такого раствора, если масса уксусной кислоты в нем равна 0,4 г. Рассчитайте молярность и моляльность этого раствора. Плотность раствора принять равной 1.

7. В замкнутом сосуде протекает реакция  $AB(g) = A(g) + B(g)$ . Константа равновесия реакции равна 0,04, а равновесная концентрация вещества В составляет 0,02 моль/л. Найти начальную концентрацию вещества АВ. Сколько процентов вещества АВ разложилось?

8. Вычислите энергию Гиббса тепловой денатурации трипсина при

50 °C

, если при

$$25^{\circ}C \Delta H^{\circ}_{\text{реак}} = 283 \text{ кДж/моль, а } \Delta S^{\circ}_{\text{обр, 298}} = 288 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$$

Считать, что изменение энтальпии и энтропии не зависят от температуры в данном диапазоне.

9. Сформулируйте основные положения современной физико-химической теории растворов?
10. Назовите основные способы выражения концентрации растворов. Как связаны между собой эти величины?
11. Какую роль играет осмос в живых системах? Приведите примеры.
12. Как изменится температура замерзания раствора сахарозы, если в него добавить: а) воду, б) мочевины? Дайте краткие пояснения.
13. Как изменятся значения изотонического коэффициента хлорида натрия и коэффициента активности иона натрия при разбавлении водного раствора, содержащего хлорид натрия? Значения изотонического коэффициента некоторых электролитов при разбавлении водного раствора стремятся к: а) 2; б) 3; в) 4. Приведите по два примера каждого типа электролитов.
14. Сформулируйте основные положения теории электролитической диссоциации (ТЭД). Дайте определения кислот, оснований, солей с позиции ТЭД.
15. Объясните, почему растворы слабых электролитов характеризуют величиной степени диссоциации, а растворы сильных электролитов - "кажущейся" степенью диссоциации? Объясните, почему кажущаяся степень ионизации хлороводорода уменьшается с увеличением концентрации.

## **Тема 2. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение.**

### **Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине. Физико-химия поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем (УК-8)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине

Комплексные соединения. Реакции замещения лигандов. Константа нестойкости комплексного иона. Конкуренция за лиганд или за комплексообразователь: изолированное и совмещенное равновесия замещения лигандов. Общая константа совмещенного равновесия замещения лигандов. Физико-химические принципы транспорта кислорода гемоглобином. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения. Термодинамические принципы хелатотерапии. Механизм цитотоксического действия соединений платины. Электродные процессы, их медико-биологическое значение и применение в практической медицине.

Лекция-визуализация. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение

Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Понятие биогенности химических элементов.

Химия биогенных элементов s- блока.

Химия биогенных элементов p- блока.

Химия биогенных элементов d- блока.

Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Механизм возникновения электродного и редокс-потенциалов. Уравнения Нернста-Петерса. Сравнительная сила окислителей и восстановителей. Прогнозирование направления редокс-процессов по величинам редокс-потенциалов.

Лекция-визуализация. Физико-химия поверхностных явлений в функционировании живых систем

Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных границах раздела фаз. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (правило Траубе). Изотерма адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биомембран.

Адсорбционные равновесия на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов. Правило выравнивания полярностей. Избирательная адсорбция. Значение адсорбционных процессов для жизнедеятельности. Физико-химические основы адсорбционной терапии, гемосорбции, применения в медицине ионитов.

Лекция-визуализация. Физико-химия дисперсных систем в функционировании живых систем

Классификация дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природа коллоидного состояния.

Получение и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки. Молекулярно-кинетические свойства коллоидно-дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие. Электрокинетические свойства: электрофорез и электроосмос; потенциал течения и потенциал седиментации. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его зависимость от различных факторов.

Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная и конденсационная устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди, явление привыкания. Взаимная коагуляция. Коллоидные ПАВ; биологически важные коллоидные ПАВ (мыла, детергенты, желчные кислоты). Мицеллообразование в растворах ПАВ. Определение критической концентрации мицеллообразования. Липосомы.

Ситуационные задачи:

1. Определить значение величины адсорбции при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  для водного раствора изовалериановой кислоты, если концентрация изменяется с 0,25 до 0,0312 моль/л, а поверхностное натяжение с 35,0 до 57,5 мН/м.
2. Рассчитайте величину адсорбции бензойной кислоты активированным углем, если ее концентрация в растворе равна 0,006 моль/л, а  $n = 0,4$ , а  $\lg K = 0,53$ .
3. Рассчитайте поверхностную активность пропионовой кислоты, если ее концентрация изменяется с 0,25 моль/л до 0,0625 моль/л, а поверхностное натяжение с 64,5 до 67,7 мН/м.
4. Определить величину адсорбции пеларгоновой кислоты  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$  с ее содержанием в растворе 50 мг/л, если поверхностное натяжение исследуемого раствора равно  $57,0 \cdot 10^{-3}$  Н/м, а поверхностное натяжение воды – 74,22 мН/м.
5. Вычислите адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела раствора с воздухом при концентрации 0,1 кмоль/м<sup>3</sup>, если поверхностное натяжение воды равно 75,49 мН/м, а поверхностное натяжение раствора кислоты при той же температуре равно 58,6 мН/м.
6. Определите величину адсорбции кислоты  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$  на поверхности водного раствора при 10  $^{\circ}\text{C}$ , если массовая доля кислоты в растворе 0,005%. Поверхностное натяжение чистой воды и раствора при этой температуре равны соответственно  $74,22 \cdot 10^{-3}$  и  $57,0 \cdot 10^{-3}$  Дж/м<sup>2</sup>.
7. Чему равно поверхностное натяжение водного раствора амилового спирта, если число капель этого раствора, вытекающего из сталагмометра, равно 72, а число капель воды – 60? Поверхностное натяжение воды при 293 К равно  $72,8 \cdot 10^{-3}$  Дж/м<sup>2</sup> (плотность раствора принять равной 1 г/см<sup>3</sup>).
8. Приведите примеры КС, являющихся неэлектролитами; солями, в состав которых входит комплексный анион, комплексный катион.

### Лабораторные работы.

**Лабораторная работа. Свойства буферных растворов**

**Реактивы:** 0,1 М и 0,01 М соляная кислота; 0,1 М растворы уксусной кислоты, гидроксида натрия, ацетата натрия; раствор хлорида натрия 0,9 %; раствор лакмоида в этаноле.

**Оборудование:** набор пробирок в штативе; пипетки емкостью 1 мл; капельницы с растворами.

**Отчет о работе**



### Опыт 1. Приготовление буферных растворов с различным значением pH.

1.1. Рассчитайте объемы исходных растворов для приготовления буферных смесей объемом 10 мл с соотношением концентраций  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ : в пробирке № 1 - 1:9, в пробирке № 2 - 1:1, в пробирке № 3 - 9:1.

1.2. Объемы растворов уксусной кислоты и ацетата натрия отмерить в пробирки с помощью пипетки; содержимое пробирок тщательно перемешать.

1.3. Приготовить серию буферных растворов с тем же соотношением концентраций соли и кислоты, но с меньшей суммарной концентрацией компонентов. Для этого пипеткой отобрать по 1 мл приготовленных ранее растворов и к каждому добавить 8 мл дистиллированной воды. Содержимое перемешать (в пробирках № 1 и 4, № 2 и 5, № 3 и 6 находятся растворы с одинаковым соотношением концентраций соли и кислоты, но растворы в пробирках № 4 - 6 являются разбавленными по сравнению с таковыми в пробирках № 1 - 3.)

1.4. Во все пробирки добавить по 2 капли раствора лакмоида, содержимое пробирок перемешать. На белом фоне сравнить окраску растворов.

1.5. Результаты наблюдений и расчетов внести в таблицу:

№ пробирки	$\text{C}(\text{CH}_3\text{COONa}) : \text{C}(\text{CH}_3\text{COOH})$	pH	Цвет буферного раствора после добавления лакмоида
1	1:9		
2	1:1		
3	9:1		
4	1:9		
5	1:1		
6	9:1		

### Опыт 2. Изучение влияния небольших количеств сильных кислот и оснований на показатель pH буферного раствора.

2.1. В пробирках № 1, 2 приготовить по 10 мл буферного раствора с соотношением концентраций ацетата натрия и уксусной кислоты 2:3, предварительно рассчитанные объемы растворов отмерить с помощью пипеток.

2.2. В пробирки № 3 и 4 отобраны пипеткой по 10 мл физиологического раствора (0,9 % раствора хлорида натрия).

2.3. Ко всем растворам добавить по 5 капель раствора лакмоида и содержимое пробирок перемешать.

2.4. В пробирки №1 и 3 добавить по 5 капель 0,1 М раствора гидроксида натрия, в № 2 и 4 - по 5 капель 0,1 М соляной кислоты. Все растворы перемешать.

Результаты наблюдений внести в таблицу

№ пробирки	Раствор	Цвет раствора		
		после добавления лакмоида	после добавления лакмоида и 5 капель 0,1 М NaOH	после добавления лакмоида и 5 капель 0,1 М HCl
1	Буферный			
2	Буферный			
3	Физиологический			
4	Физиологический			

### Контрольные вопросы:

1. Что такое точка эквивалентности?
2. Каким образом можно точно измерить объем раствора?
3. Значение титриметрического анализа в медико-биологических исследованиях?
4. Что такое титрант и титруемое вещество?
5. Какие вещества называются индикаторами?

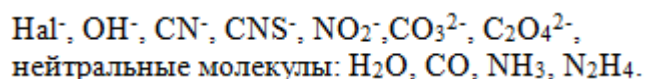
6. Что такое раствор? Какими способами можно выразить содержание растворенного вещества в растворе?
7. Какие природные буферные системы Вам известны? Опишите механизм действия аммиачной буферной смеси.
8. Перечислите типы буферных растворов (название, состав).
9. Перечислите факторы, влияющие на pH буферного раствора.
10. Опишите сферы существования и области применения буферных систем (применительно для живых организмов и медицины).
11. Приведите пример буферных систем живого организма.

### Лабораторное занятие. Комплексные соединения

К комплексным соединениям (КС) относятся все наиболее устойчивые соединения высшего порядка, которые в водном растворе либо вообще не распадаются на составные части, либо распадаются в незначительной степени. В 1893 г Вернер предположил, что любой элемент после насыщения способен проявлять еще и дополнительную валентность – координационную. По координационной теории Вернера, в каждом КС различают: комплексообразователь, лиганды, внешнюю и внутреннюю сферы.

Комплексообразователь – центральный атом внутренней сферы, вокруг которого группируются ионы или молекулы, роль комплексообразователей чаще всего выполняют ионы металлов, реже нейтральные атомы или анионы.

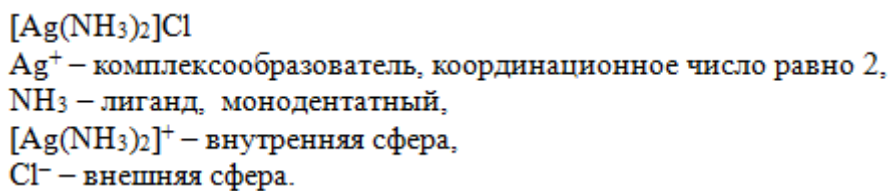
Лиганды – ионы или молекулы, координирующиеся вокруг центрального атома во внутренней сфере. Лигандами могут быть анионы:



Координационная ёмкость (дентатность) лигандов – число мест во внутренней сфере комплекса, занимаемых каждым лигандом, для большинства лигандов координационная емкость равна единице (монодентатные лиганды), реже двум (бидентатные лиганды), существуют лиганды с большей емкостью (3, 4, 6) – полидентатные лиганды.

Координационное число (КЧ) – число мест во внутренней сфере комплекса, которые могут быть заняты лигандами, координационное число обычно выше степени окисления, КЧ может быть равно 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, чаще всего КЧ = 2, 4, 6.

Заряд комплексного иона численно должен быть равен суммарному заряду внешней сферы и противоположен ему по знаку.



### Лабораторная работа. Адсорбция уксусной кислоты активированным углем

**Цель работы:** исследовать адсорбцию на границе раздела твердое тело - жидкость, научиться строить изотермы адсорбции.

**Реактивы и оборудование:** 0,4 н раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 0,1 н раствор  $\text{NaOH}$ ; активированный уголь; фенолфталеин, фильтровальная бумага; 12 колб на 200 мл; бюретка; пипетки на 5, 10 и 20 мл; мерный цилиндр на 100 мл; колбы на 100 мл

#### Отчет о работе

Приготовить в шести колбах по 50 мл раствора уксусной кислоты разной концентрации:

№ колбы	1	2	3	4	5	6
$C(CH_3COOH)_0$ моль/л	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,01

Растворы кислоты титруют 0,1 н раствором щелочи с фенолфталеином, отбирая для титрования из первых двух колб (с большой концентрацией) по 5 мл кислоты, из следующих двух колб - по 10 мл и из последних двух - по 20 мл ( $V_k$ ). Проводят 3 параллельных титрования, берут среднее значение пошедшего объема раствора щелочи  $V_{щ}$ , вычисляют концентрацию кислоты  $C_0$  в каждой колбе в ммоль/л, значения величин  $V_k$ ,  $V_{щ}$  и  $C_0$  заносят в таблицу записи результатов в графу «До адсорбции».

В шесть других сухих пронумерованных колб емкостью 100 мл насыпают по 1 г угля, приливают по 50 мл растворов в концентрациях, установленных титрованием, колбы закрывают пробками и периодически встряхивают в течение 20 мин - время, достаточное для достижения адсорбционного равновесия. Готовят еще шесть сухих пронумерованных колб с воронками и сухими складчатыми фильтрами. Растворы после адсорбции фильтруют в колбы под теми же номерами, отбрасывая первые 3 мл фильтрата. Отбирают пипетками по 5, 10 и 20 мл раствора (см. выше) и после титрования вычисляют равновесную концентрацию  $C_p$  в ммоль/л. Обозначают

$V'_k$  - объем кислоты, взятой для титрования после адсорбции

$V'_{щ}$  - объем щелочи, пошедшей на титрование

Количество адсорбированной кислоты вычисляют по формуле:

$$\Gamma(A) = (C_0 - C_p)V/1000 \text{ ммоль/г}$$

Результаты записывают в таблицу:

№ колбы	До адсорбции			После адсорбции			$\Gamma(A)$
	$V_k$	$V_{щ}$	$C_p$	$V'_k$	$V'_{щ}$	$C_p$	

Полученные данные оформляют графически, откладывая по оси абсцисс значения  $C_p$  в ммоль/мл, по оси ординат значения  $\Gamma(A)$  в ммоль/г.

Уравнение адсорбции Фрейндлиха логарифмируют:

$$\lg \Gamma = \lg K + n \lg C_p$$

и строят график (рис. 31) для вычисления значений  $K$  и  $n$  (эмпирические константы):

$$\lg K = \text{OA}; \quad n = \text{tg } \alpha = \text{BC/AB}; \quad n < 1.$$

Вывод:

#### Контрольные вопросы:

1. К какому типу относится адсорбция уксусной кислоты активированным углем?
2. Сформулируйте правило уравнивания полярностей Ребиндера.
3. Запишите уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра. В каких координатах строят график для определения константы Фрейндлиха и параметра  $n$  в уравнении адсорбции Фрейндлиха?
4. От каких факторов зависит величина адсорбции?
5. Каковы физико-химические основы адсорбционной терапии?

**Лабораторная работа. Определение порога коагуляции золя  $Fe(OH)_3$**

**Цель работы:** изучить явление коагуляции, научиться определять порог коагуляции гидрофобных золей, научиться определять электролит с наибольшей коагулирующей способностью.

**Реактивы:**

дистиллированная вода; 2 %-ный раствор  $\text{FeCl}_3$ ; 0,01 н раствор  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; растворы электролитов: 0,01 н  $\text{KCl}$ , 0,01 н  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 0,01 н  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 0,01 н  $\text{BaCl}_2$ , 0,01 н  $\text{AlCl}_3$ .

**Оборудование:** стакан на 200 мл; 10 пронумерованных пробирок; мерный цилиндр на 10 мл; электроплитка.

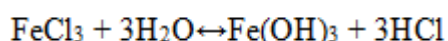
**Отчет о работе**

**Опыт 1. Определение порога коагуляции сульфатом калия.**

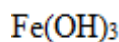
100 мл дистиллированной воды нагреть до кипения. В кипящую воду по каплям добавляют 10 мл 2 %-ного раствора



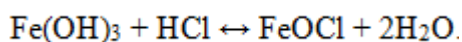
. Получили коллоидный раствор интенсивного красно-коричневого цвета:



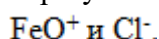
Поверхностные молекулы агрегата



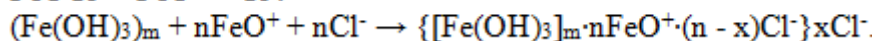
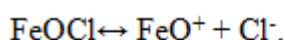
вступают в химическое взаимодействие с  $\text{HCl}$ :



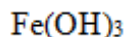
Молекулы  $\text{FeOCl}$ , подвергаясь диссоциации, образуют ионы



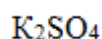
По правилу Пескова – Фаянса



Полученный гидрозоль



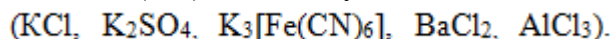
разлить по 10 мл в пять нумерованных пробирок. В 1-ю пробирку прилить при помощи пипетки 1,0 мл 0,01н раствора



- электролита - коагулянта. В каждую последующую пробирку приливают на 0,5 мл электролита больше, чем в предыдущую, причем после добавления раствора соли пробирку встряхивают до равномерного перемешивания смеси. Прибавляя электролит, наблюдают, от какого количества коагулянта появится устойчивое помутнение и через некоторое время - коагуляция. Минимальный объем электролита будет порогом коагуляции Спк для данного золя в условиях опыта.

**Опыт 2. Определение электролита с наибольшей коагулирующей способностью.**

В 5 пробирок налить по 10 мл золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и в каждую добавили по 3 мл растворов электролитов



Через 20 – 30 минут после добавления электролитов содержимое пробирок рассматривают и отмечают те пробирки, где произошла явная коагуляция. Результаты наблюдений записывают в таблицу. Наличие или отсутствие коагуляции отметили знаком «+» или «-»

электролит	$\text{KCl}$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$\text{BaCl}_2$	$\text{AlCl}_3$
коагуляция					

Рассчитать коагулирующую способность электролитов по правилу Шульца-Гарди.

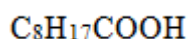
**Контрольные вопросы:**

1. Что называется границей раздела фаз?

- По какому признаку классифицируют границы раздела фаз? Приведите примеры.
- Какие факторы влияют на величину поверхностного натяжения жидкостей?
- Какую зависимость выражает изотерма поверхностного натяжения?
- Почему адсорбция является самопроизвольным процессом? Как экспериментально определяется величина адсорбции из раствора на твердом адсорбенте? Приведите уравнение для расчета величины адсорбции из раствора.
- Что такое степень дисперсности?
- Как классифицируются дисперсные системы по размеру частиц дисперсной фазы?
- Как классифицируются дисперсные системы по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды? Приведите примеры медико-биологического профиля.
- Объясните, почему осмотическое давление коллоидных растворов меняется во времени?
- Какие электрокинетические явления наблюдаются при механическом перемещении: а) частиц дисперсной фазы относительно дисперсионной среды; б) дисперсионной среды относительно частиц дисперсной фазы?
- Приведите примеры практического использования электрофореза, потенциала течения и потенциала седиментации.
- Какими свойствами должен обладать осадок, чтобы его можно было пептизировать? Каковы внешние признаки пептизации? Какие осадки не пептизируются?

### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

#### 1. Определите величину адсорбции кислоты



на поверхности водного раствора при 10 °С, если массовая доля кислоты в растворе 0,005%. Поверхностное натяжение чистой воды и раствора при этой температуре равны соответственно

$$74,22 \cdot 10^{-3} \text{ и } 57,0 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$$

Решение:

- Для расчёта адсорбции  $\Gamma$  на поверхности раствора воспользуемся уравнением Гиббса:

$$\Gamma = - \frac{\Delta \sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT} = - \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{C_2 - C_1} \cdot \frac{C}{RT}$$

В уравнении Гиббса величина  $C_2$  означает молярную концентрацию кислоты,  $C_1 = 0$  (чистая вода).

- Считая, что плотность разбавленного раствора кислоты около 1 г/мл (т.е. такая же, как и воды), используя  $\omega\%$  кислоты, находим, что в 100 мл раствора содержится 0,005 г кислоты. Молярная масса кислоты равна 158 г/моль, поэтому молярная концентрация раствора будет:

$$C_M = \frac{m_{\text{кисл}}}{M_{\text{кисл}} \cdot V_{\text{раств}}} = \frac{0,05}{158 \cdot 1} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

- В уравнение Гиббса подставляем необходимые данные:

$$\Gamma = - \frac{57,0 \cdot 10^{-3} - 74,22 \cdot 10^{-3}}{3,16 \cdot 10^{-4} - 0} \cdot \frac{3,16 \cdot 10^{-4}}{8,314 \cdot 283} = 7,3 \cdot 10^{-6} \text{ моль/м}^2$$

#### 2. Экспериментально установлено, что максимальная величина адсорбции ПАВ ( $M = 60$ г/моль) некоторым адсорбентом составляет

$$5,0 \cdot 10^3 \text{ моль/г.}$$

Величина  $K$  равна 0,06 моль/л. Какая масса (в граммах) вещества адсорбировалась двумя граммами данного адсорбента из раствора, если равновесная концентрация ПАВ стала равна 0,1 моль/л?

Решение:

- Рассчитываем величину адсорбции ПАВ по уравнению Лэнгмюра:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{C}{K+C}$$

$$\Gamma = 5,0 \cdot 10^{-3} \frac{0,1}{0,06+0,1} = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ (моль/г)}$$

- Количество адсорбированного вещества на адсорбенте массой 2 г будет в 2 раза больше:

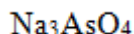
$$m_{\text{ПАВ}} = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ моль/г} \cdot 2\text{г} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

3. Масса адсорбированного вещества будет равна:

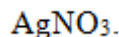
$$m_{\text{ПАВ}} = \tau \cdot M = 6,25 \cdot 10^{-3} \cdot 60 = 0,375 \text{ г}$$

### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. Коллоидный раствор (гидрозоль) получили при смешивании 10 мл 0,01 М раствора

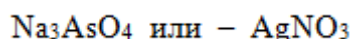


и 20 мл 0,013 М раствора



1. Напишите уравнение реакции и определите, какой из продуктов реакции образует гидрозоль.

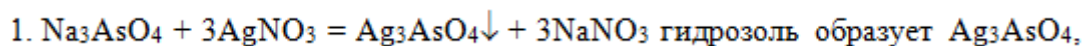
2. Рассчитайте, какое из исходных веществ –



взято в избытке.

3. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя, укажите заряд коллоидной частицы (гранулы).

Решение:



т. к. плохо растворяется в воде.

2. Рассчитываем, какое из исходных веществ взято в избытке, для этого находим число моль эквивалентов каждого из исходных веществ:  $n_{\text{ЭК}}(\text{в-ва}) =$

$$V \cdot C_{\text{М}} \cdot f_{\text{ЭК}},$$

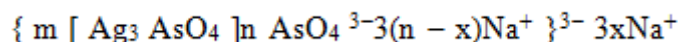
где  $V$  – объем раствора, л;  $C_{\text{М}}$  – молярная концентрация, моль/л;

$f_{\text{ЭК}}$  – число эквивалентности вещества.  $f_{\text{ЭК}}(\text{Na}_3\text{AsO}_4) = 3$ ,  $f_{\text{ЭК}}(\text{AgNO}_3) = 1$

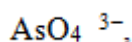
$$n_{\text{ЭК}}(\text{Na}_3\text{AsO}_4) = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01 \cdot 3 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n_{\text{ЭК}}(\text{AgNO}_3) = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,013 \cdot 1 = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

В избытке взят  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$



Потенциалоопределяющими ионами (ПОИ) являются



т. к. они взяты в избытке. Заряд коллоидной частицы – отрицательный.

### 2. Рассчитайте пороги коагуляции электролитов для золя



если для коагуляции 20 мл золя требуется 2,4 мл 0,5 М раствора  $\text{NaCl}$ , или 0,8 мл 0,036 М раствора  $\text{MgCl}_2$ , или 0,2 мл 0,01 М раствора  $\text{AlCl}_3$ . Укажите знак заряда коллоидной частицы.

Решение:

Порог коагуляции электролита  $C_{\text{ПК}}$  рассчитаем по формуле

$$C_{\text{ПК}} = \frac{C_{\text{эл-та}} \cdot V_{\text{эл-та}}}{V_{\text{золя}} + V_{\text{эл-та}}},$$

$$C_{\text{ПК}}(\text{NaCl}) = \frac{0,5 \cdot 2,4}{20 + 2,4} = 0,0536 \text{ моль/л} = 53,6 \text{ ммоль/л};$$

$$C_{\text{ПК}}(\text{MgCl}_2) = \frac{0,8 \cdot 0,036}{20 + 0,8} = 0,00138 \text{ моль/л} = 1,38 \text{ ммоль/л};$$

$$C_{\text{ПК}}(\text{AlCl}_3) = \frac{0,2 \cdot 0,01}{20 + 0,2} = 9,9 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л} = 0,099 \text{ ммоль/л}.$$



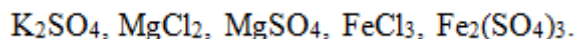
Знак заряда коллоидной частицы золя – отрицательный, т. к. с увеличением заряда катиона электролита порог коагуляции уменьшается.

### Лабораторное занятие. Контрольный срез

1. Порог коагуляции отрицательно заряженного гидрозоля металлического золота под действием NaCl равен

$$3,9 \cdot 10^{-2}$$

С помощью правила Шульце-Гарди рассчитайте пороги коагуляции, вызываемой следующими электролитами:



Решение:

Коагуляцию отрицательно заряженного гидрозоля золота вызывают противоионы, т. е. катионы электролитов. Согласно правилу Шульца-Гарди порог коагуляции обратно пропорционален заряду противоиона в шестой степени. Для NaCl (заряд Na = +1) порог коагуляции составляет

$$3,9 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л; } \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ – противоион } \text{K}^+, \text{ порог коагуляции тот же } 3,9 \cdot 10^{-2}/1^6 = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л. } \text{MgCl}_2 \text{ и } \text{MgSO}_4 \text{ – противоион } \text{Mg}^{2+}, \text{ порог равен } 3,9 \cdot 10^{-2}/2^6 = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л; } \text{FeCl}_3 \text{ и } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ – противоион } \text{Fe}^{3+}, \text{ порог равен } 3,9 \cdot 10^{-2}/3^6 = 5,35 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

2. К 60 мл раствора уксусной кислоты с концентрацией раствора 0,15 моль/л добавили 3 г адсорбента и взболтали. После достижения равновесия пробу раствора объемом 10 мл оттитровали раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,05 моль/л. На титрование затрачено 20 мл титранта. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты.

Решение

1. Найдём равновесную концентрация раствора уксусной кислоты по результатам титрования:

$$C_{\text{равн}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

$$C_{\text{равн}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,05 \cdot 20}{10} = 0,1 \text{ моль/л}$$

2. Рассчитываем величину адсорбции уксусной кислоты по формуле:

$$\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{m_{\text{адсорб}}} = (C_{\text{исх.}} - C_{\text{равн.}}) \cdot V_{\text{исх.}} / m = (0,15 - 0,1) \cdot 0,6 = 0,001$$

$$\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,001$$

3. Дисперсная система с газообразной дисперсионной средой:

- а) пена
- б) суспензия
- в) эмульсия
- г) аэрозоль

4. Понижение степени дисперсности зольей, приводящее к потере седиментационной устойчивости и разрушению зольей с выделением дисперсной фазы в виде осадка или флоккулята (рыхлого хлопьевидного агрегата) называется:

- а) застудневание
- б) коацервация
- в) коагуляция
- г) гелеобразование

5. Коагуляция гидрозоля железа(III) объемом 10 мл наступила при добавлении к нему раствора сульфата натрия объемом 2 мл с  $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,00125$  моль/л. Вычислите коагулирующую способность электролита:

- а) 0,000208 моль/л
- б) 4,8 л/ммоль

в) 0,00041 моль/л

г) 2,43 л/ммоль

**6. К 60 мл раствора уксусной кислоты с концентрацией раствора 0,1 моль/л добавили 3 г адсорбента и взболтали. После достижения равновесия пробу раствора объемом 10 мл оттитровали раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,05 моль/л. На титрование затрачено 15 мл титранта. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты:**

а) 0,033 моль/л

**б) 0,005 моль/г**

в) 0,75 моль/г

г) 2,43 ммоль/г

### Задания для самостоятельной работы.

1. Выучить конспекты лекций по теме.
2. Подготовиться к лабораторной работе. Заполнить лабораторный журнал: описать ход выполнения работы, уравнения реакций. Ответить письменно на контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы внести в лабораторный журнал наблюдения и выводы по проведенным опытам.
3. Изучить материалы темы.
4. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:
  1. Что называется границей раздела фаз?
  2. По какому признаку классифицируют границы раздела фаз? Приведите примеры.
  3. Какие факторы влияют на величину поверхностного натяжения жидкостей?
  4. Какую зависимость выражает изотерма поверхностного натяжения?
  5. Почему адсорбция является самопроизвольным процессом? Как экспериментально определяется величина адсорбции из раствора на твердом адсорбенте? Приведите уравнение для расчета величины адсорбции из раствора.
  6. Определить величину адсорбции пеларгоновой кислоты  $C_8H_{17}COOH$  с ее содержанием в растворе 50 мг/л, если поверхностное натяжение исследуемого раствора равно

$$57,0 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

, а поверхностное натяжение воды – 74,22 мН/м.

7. Рассчитайте величину адсорбции фенола при 20

$$^{\circ}\text{C}$$

, если концентрация изменяется с 0,0625 моль/л до 0,0156 моль/л, а поверхностное натяжение с  $43,3 \cdot 10$

$$^{-3} \text{ Н/м.}$$

до  $53,2 \cdot 10$

$$^{-3} \text{ Н/м.}$$

8. Определить значение величины адсорбции при 15

$$^{\circ}\text{C}$$

для водного раствора ацетона, содержащего 29 г/л ацетона, если поверхностное натяжение раствора  $59,4 \cdot 10$

$$^{-3} \text{ Н/м.}$$

, а поверхностное натяжение воды равно 73,49 мН/м.

9. Вычислите адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела раствора с воздухом при концентрации 0,1 кмоль/м<sup>3</sup>, если поверхностное натяжение воды равно 75,49 мН/м, а поверхностное натяжение раствора кислоты при той же температуре равно 58,6 мН/м.

10. Рассчитайте поверхностную активность изомасляной кислоты, если ее концентрация изменяется с 0,25 моль/л до 0,125 моль/л, а поверхностное натяжение с 47,3 до 54,3 мН/м.



11. Что такое степень дисперсности?
  12. Как классифицируются дисперсные системы по размеру частиц дисперсной фазы?
  13. Как классифицируются дисперсные системы по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды? Приведите примеры медико-биологического профиля.
  14. Объясните, почему осмотическое давление коллоидных растворов меняется во времени?
  15. Приведите примеры КС, являющихся неэлектролитами; солями, в состав которых входит комплексный анион, комплексный катион.
  16. Совмещенные равновесия и конкурирующие процессы разных типов, протекающие в организме в норме, при патологии и при коррекции патологических состояний.
  17. Инертные и лабильные комплексы.
  18. Остеотропность металлов. Реакции, лежащие в основе образования конкрементов: уратов, оксалатов, карбонатов. Применение хлорида кальция и сульфата магния в качестве антидотов.
4. Подготовиться к письменной контрольной работе с элементами тестирования/контрольный срез.

### **Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Типы реакций в органической химии. Кислотно-основные свойства (УК-8)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация. Классификация и номенклатура биологически важных органических соединений. Строение органических соединений

Классификация и номенклатура биологически важных органических соединений. Строение органических соединений. Изомерия органических соединений. Механизмы реакций в органической химии.

Лекция-визуализация. Типы реакций в органической химии. Кислотно-основные свойства

Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Типы реакций в органической химии. Кислотно-основные свойства органических соединений.

Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.

#### **Лабораторные работы.**

**Лабораторная работа. Изучение химических свойств гетерофункциональных соединений**

**Цель работы:** изучить кислотно-основные и хелатообразующие свойства гетерофункциональных соединений.

**Реактивы:** салициловая кислота, ацетилсалициловая кислота, винная кислота, 5 %-ный раствор гидроксида калия, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 5 %-ный раствор сульфата меди; насыщенный раствор гидрокарбоната натрия, бромная вода, 5 %-ный раствор фенола; 1 %-ный раствор хлорида железа (III); молочная кислота.

**Оборудование:** штатив с пробирками, спиртовка, пробиркодержатель, спички.

#### **Отчет о работе**

**Опыт 1. Получение солей винной кислоты.**

**Опыт 1.1.** В пробирку помещают 0,5 мл 15 %-ного раствора винной кислоты и 0,5 мл 5 %-ного раствора гидроксида калия, интенсивно встряхивают.

**Наблюдения:** (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

**Опыт 1.2.** К полученному в опыте 1.1 раствору с осадком добавили 10% - ный раствор гидроксида натрия до полного растворения осадка. Образовавшийся раствор двойной калий-натриевой соли винной кислоты (сегнетовой соли) используют далее в опыте 2.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

## **Опыт 2. Образование хелатных комплексов.**

**Опыт 2.1. В пробирку помещают несколько капель 5 %-ного раствора сульфата меди, добавляют раствор гидроксида натрия до выпадения голубого осадка. К образовавшемуся осадку гидроксида меди (II) добавляют раствор сегнетовой соли, полученной в оп.1.2.**

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнения реакций

## **Опыт 3. Свойства салициловой и ацетилсалициловой кислот.**

**Опыт 3.1. На предметное стекло помещают несколько кристаллов салициловой кислоты и добавляют одну каплю насыщенного раствора гидрокарбоната натрия.**

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

**Опыт 3.2. В сухую пробирку помещают 0,5 г салициловой кислоты и осторожно нагревают нижнюю часть пробирки.**

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

## **Опыт 3.3. Определение фенольного фрагмента в молекуле салициловой кислоты.**

В одну пробирку помещают 0,5 г салициловой кислоты, в другую такое же количество ацетилсалициловой кислоты, в каждую пробирку добавить по 1 мл воды, хорошо встряхнуть. После встряхивания в каждую пробирку добавить 1 - 2 капли бромной воды.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

## **Опыт 3.4. Гидролиз ацетилсалициловой кислоты.**

В одну пробирку поместить несколько кристалликов салициловой кислоты, в другую такое же количество ацетилсалициловой кислоты, в каждую пробирку добавить по 0,5 мл воды, хорошо встряхнуть. После встряхивания в каждую пробирку добавили хлорид железа (III), отмечают окраску раствора в каждой пробирке, после чего нагревают пробирки до кипения.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

## **Опыт 4. Качественная реакция α-гидроксикислот с хлоридом железа (III).**

В пробирку помещают 0,5 мл 5 %-ного раствора фенола и добавляют 1...2 капли 1 %-ного раствора хлорида железа (III). Отмечают изменение окраски раствора. Затем добавляют к окрашенному раствору 1 – 2 капли молочной кислоты.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнения реакций.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое металло-лигандный гомеостаз?
2. Напишите структурные формулы препаратов, используемых в хелатотерапии:
  - 1) гексахлороплатинат(IV) калия
  - 2) цис-дихлородиаминплатина (II)
3. Напишите структурную формулу комплекса унитола с катионом кадмия (II)
4. Образует ли салициловая кислота окрашенный комплекс с катионом железа? А бензойная кислота? Ответ поясните.

5. Напишите формулы салициловой кислоты и её производных: аспирина, метилсалицилата, п-аминосалициловой кислоты. Укажите их медицинское значение.
6. Напишите формулы сульфаниловой кислоты и её производных: сульфаниламида, альбумида, сульфидина. Укажите их медицинское значение.
7. Напишите формулы и медицинское значение парацетамола, анестезина, новокаина.
8. В хелатотерапии для выведения катионов меди из организма используется пеницилламин. Напишите формулу его хелатного комплекса с катионом меди.

#### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. Продукты расщепления гликогена в мышцах – пировиноградная и молочная кислота. Напишите их формулы и названия по Международной номенклатуре. Напишите для каждой кислоты структурные формулы и названия всех возможных структурных и пространственных изомеров и гомологов, имеющих на 2 атома углерода больше.
2. В каком из названий допущена ошибка: 2-гидроксипентаналь; 1-метилбутан; 1-оксо-2-бутанол; 3-гидрокси-2-бутанон; 2-метилбутан; 2,3-бутандиол; 2,2-диметилбутан; 2,3-диметилбутан. Напишите формулу этого соединения (соединений) и дайте правильное название.
3. Отвечают ли правилам современной международной номенклатуры названия: «2-метил-4-бутанол», «2-метил-3-этилбутан», «3-метилбутан»?

- а) название дано правильно;
- б) неправильно расположены составные части названия;
- в) неправильно выбрана нумерация;
- г) неправильно выбрана главная цепь.

Если Вы считаете, что название дано неверно, составьте правильное название.

4. Напишите формулу g-аминомасляной кислоты, выполняющей в нашем организме роль нейромедиатора. Напишите формулу оптически активного изомера этого соединения. Изобразите формулы двух энантиомеров этого изомера; назовите их по D, L-номенклатуре.

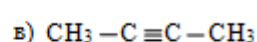
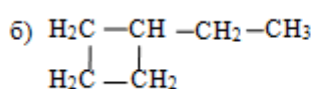
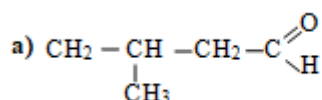
#### Лабораторное занятие. Контрольный срез

1. Проанализируйте строение следующих соединений: бутановая кислота; пентаналь; 2-метилбутаналь. Расположите эти соединения в ряд по увеличению температуры кипения.

**2-метилбутаналь    пентаналь    бутановая кислота**

2. Выберите те признаки, которые лежат в основе классификации органических соединений:

- а) строение углеродной цепи;
  - б) присутствие функциональных групп;
  - в) количество атомов углерода в молекуле;
  - г) количество атомов водорода в молекуле.
3. Среди приведённых ниже соединений выберите то, формула которого приведена неверно:



4. Соединения бутаналь и бутанон представляют собой:

- а) изомеры по строению углеродной цепи;
- б) изомеры по функциональной группе;
- в) геометрические изомеры;
- г) энантиомеры;
- д) изомеры по положению функциональной группы?

5. Проанализируйте строение следующих соединений: бутановая кислота; 1-пентанол; 2-метил-2-бутанол. Расположите эти соединения в ряд по увеличению температуры кипения.

**2-метил-2-бутанол    1-пентанол    бутановая кислота**

6. Выберите правильное определение изомеров:

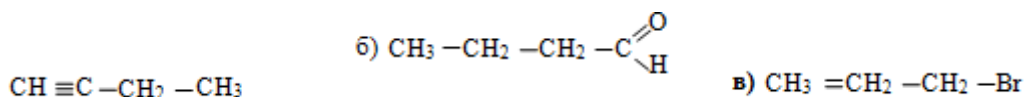
- а) соединения, имеющие различный качественный состав и различное строение;
- б) соединения, имеющие различный количественный состав и различное строение;
- в) соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение;
- г) соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав и одинаковое строение.

7. Отвечает ли правилам международной номенклатуры название «2-метил-4-бутанол»:

- а) название дано правильно;
- б) неправильно расположены составные части названия;

в) неправильно выбрана нумерация; г) неправильно выбрана главная цепь.

8. Среди приведённых ниже соединений выберите то, формула которого приведена неверно:



9. Соединения бутановая кислота и метиловый эфир пропановой кислоты представляют собой:

а) изомеры по строению углеродной цепи; б) изомеры по функциональной группе; в) геометрические изомеры; г) энантиомеры; д) изомеры по положению функциональной группы?

10. Выберите правильное определение анаболизма:

а) синтез сложных молекул из более простых, в результате которого осуществляется образование и обновление структурных элементов живого организма;

б) совокупность всех химических реакций в клетках, тканях и органах растений и животных;

в) реакции распада веществ, попадающих в организм с пищей, протекающие с выделением энергии;

г) химические реакции, протекающие с участием специфических белков – ферментов.

#### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. α-Аминокислоты, относящиеся к разным стереохимическим рядам, различаются по вкусу. Так, D-глутаминовая (2-аминопентандиовая) кислота безвкусна, а её энантиомер имеет вкус мяса. Поэтому L-глутаминовую кислоту, получаемую гидролизом клейковины пшеницы, применяют в виде натриевой соли в качестве вкусовой добавки к пищевым концентратам. Изобразите структурные формулы этих энантиомеров.

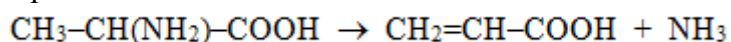
2. Напишите формулу и название третичного спирта, содержащего 5 атомов углерода. Напишите формулы и названия трёх структурных изомеров этого соединения: по строению углеродной цепи, по положению функциональной группы и по функциональной группе. Является ли исходное соединение оптически активным? Если да, то напишите формулы двух его энантиомеров; назовите их по D, L-номенклатуре. Если нет, объясните, почему.

3. Проанализируйте строение следующих соединений: пентаналь; 2-метилбутаналь; бутановая кислота; 1-пентанол; 2-метил-2-бутанол. Расположите эти соединения в ряд по увеличению температуры кипения. Поясните свой выбор.

#### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. Проанализируйте строение следующих соединений: пентан; гексан; метилбутан; пропан; диметилпропан. Расположите их в ряд по увеличению температуры кипения. Поясните свой выбор.

2. В организме протекает реакция:



К какому классу по изменению числа частиц в ходе реакции и по частным признакам можно отнести эту реакцию?

3. В моче больного фенилкетонурией обнаружены фенилаланин – 6 ммоль/л (норма 0,01 ммоль/л) и его метаболит – фенилпировиноградная кислота – 4,9 ммоль/л (в норме отсутствует). Какая реакция приводит к превращению фенилаланина в фенилпировиноградную кислоту, если известно, что в ней принимает участие 2-оксопентандиовая кислота? Какая аминокислота образуется в реакции наряду с фенилпировиноградной кислотой?

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Выучить конспекты лекций по теме.

2. Подготовиться к лабораторной работе. Заполнить лабораторный журнал: описать ход выполнения работы, уравнения реакций. Ответить письменно на контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы внести в лабораторный журнал наблюдения и выводы по проведенным опытам.

3. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Напишите формулу изолейцина. Назовите вещество по Международной номенклатуре. Напишите для него структурные формулы и названия гомолога, изомера по строению углеродной цепи и изомера по положению функциональной группы.

2. В синтезе противотуберкулёзного лекарственного средства фтивазида используется ванилин: 4-гидрокси-3- метоксибензальдегид. Напишите его структурную формулу. Напишите для него структурные формулы и названия трёх изомеров.

3. Напишите структурные формулы следующих биологически активных соединений: 4-этоксианилин (фенетидин), 2-метиламино-1- фенилпропанол (эфедрин);

2-гидрокси-2- фенилэтановая (миндальная) кислота.

4. Ментол (2-изопропил-5-метилциклогексанол) входит в состав препарата «Валидол». При окислении ментола образуется ментон. Напишите схему реакции окисления ментола. Укажите, к какому классу соединений относится продукт реакции. Какое из соединений является восстановителем?

5. В метаболизме α-аминокислот участвует гомосерин (2-амино-4-гидроксибутановая кислота) и его лактон. Напишите уравнение образования лактона гомосерина.

Напишите схему реакций кислотного гидролиза анестезина и новокаина. К какому классу производных карбоновых кислот они относятся?

7. α-Гидроксикислоты получают при действии водным раствором щелочи на

α- галогенокарбоновые кислоты. Синтезируйте молочную (2-гидроксипропановую) кислоту из соответствующей галогенкарбоновой кислоты. Каков механизм реакции? Является ли молочная кислота оптически активным соединением? Если да, изобразите оба энантиомера.

8. Можно ли отнести лимонную кислоту к полифункциональным соединениям? Какое количество вещества (моль) этанола необходимо ввести в реакцию, чтобы получить полный этиловый эфир лимонной кислоты? Приведите соответствующее уравнение реакции.

9. Лекарственное средство мезатон имеет систематическое название

1-(3-гидроксифенил)-2-(метиламино)этанол. Изобразите структурную формулу этого соединения. Напишите для него структурные формулы и названия одного изомера и одного гомолога.

10. Проанализируйте строение следующих соединений: пентаналь;

2-метилбутаналь; бутановая кислота; 1-пентанол; 2-метил-2-бутанол. Расположите эти соединения в ряд по увеличению температуры кипения. Поясните свой выбор.

#### **Тема 4. Строение и свойства биополимеров. Аминокислоты и белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды**

##### **(УК-8)**

##### **Лекция.**

Лекция-визуализация. Строение и свойства аминокислот

Пептиды и белки. Биологически важные реакции α-аминокислот: дезаминирование, гидроксилирование. Роль гидроксипролина в стабилизации спирали коллагена дентина и эмали. Декарбоксилирование α-аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов.

Лекция-визуализация. Пептиды и белки

Пептиды. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Классификация белков. Свойства и функции. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов.

Лекция-визуализация. Углеводы. Строение и функции

Углеводы. Гомополисахариды: (амилоза, амилопектин, гликоген, декстран, целлюлоза). Общая характеристика и классификация полисахаридов. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, цикло-оксо-таутомерия. Восстановительные свойства дисахаридов. Гидролиз дисахаридов.

Пектины. Монокарбоксилцеллюлоза, полиакрилцеллюлоза – основа гемостатических перевязочных материалов.

Лекция-визуализация. Полисахариды. Строение и функции

Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах (гликопротеины, гликолипиды и др.).

Лекция-визуализация. Нуклеиновые кислоты. Строение и функции

Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот.

Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Нуклеозидциклофосфаты (ЦАМФ). Их роль как макроэргических соединений и внутриклеточных биорегуляторов.

Лекция-визуализация. Липиды. Строение и функции

Липиды. Структурные компоненты липидов. Простые и сложные липиды. Свойства липидов. Строение. Основные функции.

### **Лабораторные работы.**

**Лабораторная работа. Изучение реакций аминокислот и белков**

**Реактивы:** 1 %-ный раствор глицина, 1 %-ные растворы яичного белка и желатина; 5 %-ный раствор хлорида железа (III), 5 %-ный раствор сульфата меди (II), 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 10 %-ный раствор ацетата свинца (II); концентрированная азотная кислота, 1 %-ый раствора нингидрина в этиловом спирте.

**Оборудование:** штатив с пробирками, спиртовка, пробиркодержатель, спички.

**Отчет о работе**

**Опыт 1. Реакция аминокислот с хлоридом железа (III).**

К 1 мл 5 %-ного раствора глицина добавить несколько капель 5 %-ного раствора хлорида железа (III). Раствор слегка нагреть до изменения окраски.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции.

**Опыт 2. Биуретовая реакция на пептидную связь.**

В одну пробирку поместить по 5 - 6 капель раствора яичного белка, в другую – 5 – 6 капель раствора желатина. В каждую пробирку добавить 5 – 6 капель 10 %-ного водного раствора гидроксида натрия и 1 - 2 капли раствора сульфата меди(II). Пробирки встряхнуть.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

**Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция белков.**

В одну пробирку поместить по 5 - 6 капель раствора яичного белка, в другую – 5 - 6 капель раствора желатина. В каждую пробирку добавить 2 - 3 капли концентрированной азотной кислоты. При встряхивании пробирки осторожно нагреть. Отметить окраску раствора и образовавшегося осадка. Обе пробирки охладить на воздухе и осторожно добавить 2 - 3 капли 10 %-ного водного раствора гидроксида натрия.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха, различия в результатах опыта в одной и другой пробирках)

**Опыт 4. Реакция на наличие серосодержащих α- аминокислот (реакция Фоля).**

В одну пробирку поместить по 10 капель раствора яичного белка, в другую – 10 капель раствора желатина. В обе пробирки добавить по 20 капель 10 %-ного раствора гидроксида натрия; перемешать и нагреть каждую из пробирок до кипения в течение 1 - 2 мин. К полученным растворам в каждую пробирку добавить 5 капель 10 %-ного раствора ацетата свинца (II) и вновь прокипятить.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха, различия в результатах опыта в одной и другой пробирках).

**Опыт 5. Нингидриновая реакция**

В одну пробирку поместить 1 мл раствора яичного белка, в другую – 1 мл раствора глицина. В обе пробирки добавить по 1 мл 1 %-го раствора нингидрина, перемешать и нагреть.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха, различия в результатах опыта в одной и другой пробирках).

*Контрольные вопросы:*

1. О наличии каких аминокислот в белках свидетельствует реакция Фоля?
2. Напишите названия двух пар аминокислот, между радикалами которых возможны:
  - а) гидрофобные взаимодействия
  - б) ионные связи
  - в) водородные связи
  - г) дисульфидные связи (одна пара).
3. Напишите формулу любого трипептида, который даёт положительную ксантопротеиновую реакцию.
4. Определите последовательность аминокислотных остатков в тетрапептиде, содержащем аланин, валин, лизин, пролин, если известно, что в результате реакции тетрапептида с динитрофторбензолом и последующего гидролиза получен ДНФ–валин, а при действии карбоксипептидазы отщепляется аланин. Также установлено, что лизин образует связь с валином. Ответ поясните.
5. Назовите реакции, с помощью которых можно идентифицировать такие аминокислоты, как тирозин, аргинин, гистидин, триптофан и глицин.
6. Почему в клинической практике для определения белка в биологических жидкостях применяют азотную, а не серную или соляную кислоты?
7. Употребление в пищу сырых яиц может вызвать гиповитаминоз витамина Н. Яичный белок авидин взаимодействует с витамином Н и препятствует его всасыванию в желудочно-кишечном тракте. Объясните, почему вареные яйца таким эффектом не обладают.

**Лабораторная работа. Строение и свойства углеводов**

**Реактивы:** 1 %-ные растворы глюкозы, сахарозы, лактозы, фруктозы; 10 %-ные растворы гидроксида натрия и серной кислоты; 2 %-ный раствор сульфата меди (II); реактив Толленса (аммиачный раствор оксида серебра), раствор йода; реактив Селиванова (0,5 % раствор резорцина в 14 %-ном водном растворе HCl); 0,5 %-ный раствор крахмала..

**Оборудование:** штатив с пробирками, спиртовка, пробиркодержатель, спички.

**Отчет о работе.**

**Опыт 1. Моно- и дисахариды как восстановители.**

**Опыт 1.1. Реакция Троммера.**

В пробирку поместить 10 капель 1 %-ного раствора глюкозы, добавить 1 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия и 1 - 2 капли раствора CuSO<sub>4</sub>. Осторожно нагреть над пламенем горелки так, чтобы грелась только верхняя часть раствора (не кипятить). Такой же опыт провести с раствором сахарозы, а затем с раствором лактозы.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха, сравнение результатов опытов).

Напишите уравнение реакции (на примере глюкозы).

**Опыт 1.2. Реакция серебряного зеркала (реакция Толленса).**

В пробирку налить 3 мл аммиачного раствора оксида серебра (реактива Толленса) и добавить 1,5 мл 1 %-ного раствора глюкозы. Пробирку нагреть на водяной бане при температуре 70 - 80 °С, наблюдается выделение металлического серебра на стенках пробирки («серебряное зеркало»). Если пробирка была недостаточно чистой или во время нагревания сильно встряхивалась, серебро выпадает в виде черного осадка.

По такой же методике провести реакцию аммиачного раствора оксида серебра с 1%-ным раствором фруктозы.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха).

Напишите уравнение реакции:

### Опыт 2. Качественная реакция на кетогексозы (реакция Селиванова).

В одну пробирку поместить 10 капель 1 %-ного раствора фруктозы, в другую – столько же 1 %-ного раствора глюкозы, добавить в обе пробирки по 1 мл реактива Селиванова. Осторожно нагреть над пламенем горелки.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха; сравнить результаты опытов).

### Опыт 3. Качественная реакция на крахмал.

В пробирку поместить 5 капель 0,5 %-ного раствора крахмала и 1 каплю разбавленного раствора йода. Отметить изменение окраски. Пробирку с раствором нагреть, а потом охладить.

Наблюдения: (указать признаки протекания реакции: появление осадка, его цвет и форму; выделение газа; разогрев пробирки; изменение окраски растворов; появление характерного запаха, отметить изменения окраски раствора после нагревания и последующего охлаждения).

### Опыт 4. Кислотный гидролиз крахмала.

В три пробирки поместить по 1 мл 0,5 %-ного раствора крахмала. В первую пробирку добавить раствор слюны (содержит  $\alpha$ -амилазу), во вторую и третью – по 1 мл 10 %-ного раствора серной кислоты. Третью пробирку поместить в кипящую баню. Через 3 минуты в отдельные пробирки отбирают пробы и добавляют к каждой пробе по 1 капле разбавленного раствора йода в йодиде калия. Повторяют пробы через 10 минут. Сделать вывод о степени гидролиза крахмала.

Если проба окрашивается в синий цвет, можно сделать вывод о том, что гидролиз крахмала не прошёл. Если проба окрашивается в коричневый или фиолетовый цвет, можно сделать вывод о том, что гидролиз крахмала прошёл частично (до стадии декстринов). Если цвет раствора йода (жёлтый) не меняется, можно сделать вывод о том, что гидролиз крахмала прошёл полностью.

Наблюдения занести в таблицу:

состав раствора	цвет раствора	
	через 3 минуты от начала реакции	через 10 минут от начала реакции
крахмал со слюной		
крахмал с серной кислотой при нагревании		
крахмал с серной кислотой без нагревания		

Контрольные вопросы:

1. Какая функциональная группа глюкозы проявляет восстанавливающие свойства?
2. В чём особенность структуры восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов?
3. Какой моносахарид получается в результате полного гидролиза крахмала? А в результате гидролиза под действием фермента  $\alpha$ -амилазы? Напишите схему гидролиза крахмала под действием фермента, назовите промежуточные продукты.

### Лабораторная работа. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты

**Реактивы и оборудование:** гидролизат дезоксирибонуклеопротеинов, 1 М раствор гидроксида натрия; 10 %-ный раствор сульфата меди (II); насыщенный раствор молибдата аммония; 1 М раствор азотной кислоты, штатив с пробирками, спиртовка, пробиркодержатель, спички.

#### Опыт 1. Качественные реакции на компоненты нуклеопротеинов. Биуретовая реакция

В пробирку помещают 0,5 мл гидролизата дезоксирибонуклеопротеинов и проводят биуретовую реакцию, записывают наблюдения и делают вывод о том, какие вещества образуются при гидролизе ДНК.

#### Опыт 2. Качественные реакции на компоненты нуклеопротеинов. Реакция Троммера

В пробирку помещают 0,5 мл гидролизата дезоксирибонуклеопротеинов, проводят реакцию Троммера, записывают наблюдения и делают вывод о том, какие вещества образуются при гидролизе ДНК.



### Опыт 3. Качественные реакции на компоненты нуклеопротеинов. Обнаружение фосфорной кислоты

В пробирку помещают 0,5 мл гидролизата дезоксирибонуклеопротеинов, 2 мл насыщенного раствора молибдата аммония и 1 мл раствора азотной кислоты. Смесь перемешивают и кипятят 3-5 мин. Записывают наблюдения и делают вывод о том, какие вещества образуются при гидролизе ДНК.

*Контрольные вопросы:*

1. Биологическое значение и строение ДНК и РНК. В чём состоит отличие ДНК от РНК? Какие виды РНК Вы знаете?
2. Первичная, вторичная и третичная структура ДНК и РНК. Какие типы связей стабилизируют и поддерживают эти структуры? Принцип комплементарности.
3. Гидролиз нуклеиновых кислот. Способы определения состава ДНК и РНК.
4. Строение и функции нуклеозидмоно- и полифосфатов: АМФ, АДФ, АТФ.
5. Строение и функции никотинамидинуклеотидных коферментов (НАД<sup>+</sup>, НАДФ).
6. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований.
7. Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ и радиации. Мутагенное действие азотистой кислоты.

### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. Напишите структуры веществ, образующихся после растворения в воде α-D-глюкопиранозы. Назовите их. Каким физическим методом можно обнаружить происходящие изменения?
2. Некоторое количество кристаллической D-глюкозы растворили в воде. Оптические измерения показали, что за несколько часов удельное вращение раствора снизилось от +1130 до +52,50. Последнее значение оставалось неизменным в течение нескольких часов. В чём причина изменения удельного вращения раствора D-глюкозы. Как называется это явление? Назовите и напишите все формы, в которых существует D-глюкоза в водном растворе.
3. Оптически активная альдогексоза окисляется концентрированной азотной кислотой до оптически неактивной дикарбоновой кислоты. Какая это может быть альдогексоза? Напишите уравнения реакций.
4. В раствор сахарозы добавили фермент сахаразу и поместили в термостат при температуре 60°C на 30 минут. Затем проделали реакцию Троммера. Будет ли наблюдаться расщепление сахарозы? Какой будет реакция Троммера? Почему?
5. Мать месячного ребенка обратилась к участковому педиатру с жалобами на то, что после кормления грудью ребенок плачет, появляется вздутие живота, двигательное беспокойство, метеоризм, выраженная диарея, иногда рвота. Объективно: ребенок истощен, мышечная масса развита слаб. Ответьте на следующие вопросы:
  - а) Как объяснить возникновение указанных симптомов у ребенка после кормления грудью?
  - б) Чем объясняется возникновение метеоризма, диареи и рвоты?
  - в) Что нужно предпринять для ликвидации указанных явлений?
6. Какими качественными реакциями можно различить D-глюкозу и метил-α-D-глюкопиранозид? Напишите схемы соответствующих реакций.
7. Какими качественными реакциями можно различить:
  - а) глюкозу и фруктозу;
  - б) глюкозу и крахмал?
8. В трёх пробирках находятся растворы фруктозы, глюкозы и крахмала (в одной пробирке одно вещество). Предложите методы идентификации этих соединений (укажите используемые реагенты и внешние признаки протекания реакции). Напишите для двух веществ уравнения реакций, иллюстрирующих эти методы.
9. Сравните строение и функции гликогена и крахмала. С помощью какой качественной реакции можно их идентифицировать?

10. В трёх пробирках находятся растворы психозы, галактозы и желатина (в одной пробирке одно вещество). Предложите методы идентификации этих соединений (укажите реагенты и внешние признаки протекания реакции). Напишите для одного вещества соответствующее уравнение реакции.

#### Лабораторное занятие. Контрольный срез

1. Из перечисленных соединений выберите монозы, являющиеся диастереомерами:

- а) D-идоза**
- б) L-гало́за**
- в) D-арабиноза
- г) D-психоза
- д) L-альтроза
- е) L-эритрулоза

2. Из перечисленных соединений выберите монозы, образующиеся в процессе кетенольной таутомерии из D-сорбозы (в щелочной среде):

- а) D-тагато́за
- б) L-сорбоза
- в) D-гуло́за
- г) D-галакто́за**
- д) L-идоза
- е) D-идоза**

3. Какие из приведённых углеводов дают реакцию «серебряного зеркала»:

- а) сахароза
  - б) манно́за**
  - в) крахмал
  - г) целлюло́за
  - д) мальто́за
4. При восстановлении глюкозы образуется:
- а) гликозид
  - б) сложный эфир
  - в) шестиа́томный спирт**
  - г) ено́л

5. В гепарине в состав повторяющихся дисахаридных единиц входят остатки D- глюкозамина, D- глюкуроновой и L-иду́роновой кислот. К каким соединениям относится гепарин:

- а) гомополисахариды
- б) трисахариды
- в) гетерополисахариды**
- г) карбоновые кислоты

#### Лабораторное занятие. Решение ситуационных задач

1. На основе анализа строения аминокислоты валина, предположите, какая кислота образуется при её гидролитическом и внутримолекулярном дезаминировании. Напишите соответствующие уравнения.

2. В результате точечной мутации остаток валина в белке (не в области функционально активного центра) заменен на остаток другой аминокислоты. Проанализируйте строение следующих аминокислот: глутаминовая кислота, лейцин, серин, лизин, тирозин. По Вашему мнению, замена валина на какую кислоту минимально отразится на структуре и функции белка?

3. Перед назначением изможденному пациенту парентерального питания, было проведено лабораторное исследование электрофоретического спектра белков крови. Какие физико-химические свойства белковых молекул лежат в основе этого метода? Выберите значение рН электрофореза для разделения смеси белков со следующими изоэлектрическими точками:  $pI_1 = 3,2$ ;  $pI_2 = 6,5$ ;  $pI_3 = 9,4$ . Определите направление движения каждого белка при выбранной вами среде электрофореза.

4. Приведите строение нуклеозидов: аденозин, дезоксиаденозин, гуанозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин, тимидин. Напишите реакции гидролиза, фосфорилирования.
5. Напишите уравнение синтеза нуклеотида на базе рибозы и тимина (или других соединений по выбору преподавателя). Какой нуклеозид образуется на промежуточном этапе? Сколько таких нуклеотидов можно написать? В чём состоит их различие? Напишите их название.
6. Напишите строение тринуклеотидов с последовательностью оснований - ATG, CGA, GUC, ACT, TGC.
7. Последовательность нуклеотидов в начале гена, хранящего информацию о белке инсулине, начинается так: AAA ЦАЦ ЦТГ ЦТТ ГТА ГАЦ. Напишите последовательности аминокислот, которой начинается цепь инсулина.
8. Большая из двух цепей белка инсулина (так называемая цепь В) начинается со следующих аминокислот: фен-вал-асн-глу-гис-лей. Напишите последовательность нуклеотидов в начале участка молекулы ДНК, хранящего информацию об этом белке.
9. Запишите формулу 5'-тимидиловой кислоты, обозначьте типы связи между фрагментами молекулы. Напишите схемы кислотного и щелочного гидролиза этого нуклеотида.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций по теме.
2. Подготовиться к лабораторной работе. Заполнить лабораторный журнал: описать ход выполнения работы, уравнения реакций. Ответить письменно на контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы внести в лабораторный журнал наблюдения и выводы по проведенным опытам.
3. Подготовиться к письменной контрольной работе с элементами тестирования / контрольному срезу.
4. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:
  1. Какая функциональная группа глюкозы проявляет восстанавливающие свойства?
  2. Какие свойства глюкозы проявляются в реакции «серебряного зеркала»? На чем основано определение глюкозы в биологических жидкостях?
  3. По какому признаку дисахариды делят на восстанавливающие и невосстанавливающие?
  4. Объясните, почему положительная проба Троммера свидетельствует о полном гидролизе крахмала.
  5. Напишите формулы азотистых оснований, входящих в состав РНК и ДНК. Каковы их функции в живых организмах?
  6. Какие связи обуславливают первичную и вторичную структуру нуклеиновых кислот?
  7. Напишите строение участка РНК с последовательностью оснований: аденинурацил.
  8. Хорошо ли растворяются аминокислоты в воде? Ответ поясните. Почему водные растворы моноаминокислот имеют практически нейтральную реакцию?
  9. Особенности строения пептидной связи.
  10. О наличии каких аминокислот в белках и полипептидах свидетельствует реакция Фоля? А ксантопротеиновая реакция?
  11. В каком из растворителей: воде, спирте, толуоле, физиологическом растворе – желатин будет набухать, а в каком – нет?

### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

#### **4.1. Распределение баллов:**

#### **1 семестр**

- текущий контроль – 38 баллов
- контрольные срезы – 4 среза по 8 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Элементы химической термодинамики и химической кинетики. Химическое равновесие. Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитическое равновесие и процессы. Буферные системы	Решение ситуационных задач	4	Предусмотрено выполнение 4 задачи по 1 баллу за каждую. На решение ситуационной задачи отводится 10 минут. Ситуационные задачи для решения выдаются заранее. На занятии преподаватель задает студенту две задачи из выданного заранее перечня. Решение каждой задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. 1 балл – студент решил задачу без ошибок и недочетов, 0 баллов – задача решена неправильно или к решению задачи студент не приступил.
		Защита лабораторных работ	10	Предусмотрено выполнение 3 работ. 1 лабораторная работа по 1 баллу и три лабораторных работы по 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Первая лабораторная работа без контрольных вопросов. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольные вопросы к лабораторной работе (преподаватель задает один или несколько контрольных вопросов из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на вопросы полный верный ответ, начисляется 1 балл, если ответ неполный или отсутствует – 0 баллов).
		Контрольная работа(контрольный срез)	8	Письменная контрольная работа с элементами тестирования состоит из 8 заданий. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.
2.	Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине. Физико-химия	Решение ситуационных задач	3	Предусмотрено выполнение 3 задач по 1 баллу. На решение ситуационной задачи отводится 10 минут. На решение ситуационной задачи отводится 10 минут. Ситуационные задачи для решения выдаются заранее. На занятии преподаватель задает студенту две задачи из выданного заранее перечня. Решение каждой задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. 1 балл – студент решил задачу без ошибок и недочетов, 0 баллов – задача решена неправильно или к решению задачи студент не приступил.

	поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем	Защита лабораторных работ	9	Предусмотрено выполнение 3 работ по 3 балла. защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольные вопросы к лабораторной работе (преподаватель задает один или несколько контрольных вопросов из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на вопросы полный верный ответ, начисляется 1 балл, если ответ неполный или отсутствует – 0 баллов).
		Контрольная работа(контрольный срез)	8	Письменная контрольная работа с элементами тестирования состоит из 8 заданий. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.
3.	Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Типы реакций в органической химии. Кисотно-основные свойства	Защита лабораторных работ	3	Предусмотрено выполнение 1 лабораторной работы - 3 балла. защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольные вопросы к лабораторной работе (преподаватель задает один или несколько контрольных вопросов из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на вопросы полный верный ответ, начисляется 1 балл, если ответ неполный или отсутствует – 0 баллов).
		Контрольная работа(контрольный срез)	8	Письменная контрольная работа с элементами тестирования состоит из 8 заданий. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.
4.	Строение и свойства биополимеров. Аминокислоты и белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды	Защита лабораторных работ	9	Предусмотрено выполнение 3 работ по 3 балла. защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольные вопросы к лабораторной работе (преподаватель задает один или несколько контрольных вопросов из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на вопросы полный верный ответ, начисляется 1 балл, если ответ неполный или отсутствует – 0 баллов).

		<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	8	Письменная контрольная работа с элементами тестирования состоит из 8 заданий. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.
5.	Премиальные баллы		20	Дополнительные премиальные баллы начисляются за постоянную активность во время практических занятий, выступление на конференции, , участие в научной деятельности кафедры

6.	Ответ на экзамене	30	<p>15-20 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»;</p> <p>21-25 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»;</p> <p>26-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».</p> <p>Экзамен проводится в письменной форме, время подготовки 40 минут. В билете 4 задания: два теоретических вопроса (5 баллов за каждый) и две ситуационные задачи (10 баллов за каждую).</p> <p>Критерии оценивания вопроса:</p> <p>5 баллов -исчерпывающий, последовательный, грамотный и логический ответ на вопрос; ответы на дополнительные вопросы верные и чёткие.</p> <p>4 балла - полный и правильный ответ на поставленный вопрос, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок и неточностей.</p> <p>3 балла - твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных ошибок и неточностей в ответе на вопрос.</p> <p>2 балла - освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей.</p> <p>1 балл - допускает неточности, недостаточно правильно трактует формулировки, нарушает последовательность в изложении ответа на вопрос.</p> <p>0 баллов - отсутствие знаний по вопросу, допускает принципиальные ошибки, не может правильно применять теоретические положения.</p> <p>Критерии оценивания задачи:</p> <p>10 баллов - составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул нет ошибок, есть объяснение решения, получен верный ответ, задача решена рациональным способом; ответы на дополнительные вопросы верные, чёткие.</p> <p>9 баллов - ответ на вопросы задачи дан правильно; объяснение хода её решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями.</p> <p>8 баллов - ответ на вопросы задачи дан правильно, объяснение хода её решения подробное, с единичными ошибками в деталях, ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно чёткие.</p> <p>7 баллов - ответ на вопросы задачи дан правильно, объяснение хода её решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании.</p> <p>6 баллов - ответы на вопросы задачи даны правильно; объяснение хода ее решения недостаточно полное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием, в том числе лекционным материалом. Ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие.</p> <p>5 баллов - ответы на вопросы задачи даны правильно; объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием, в том числе лекционным материалом. Ответы на дополнительные вопросы с ошибками в деталях.</p> <p>4 балла - ответы на вопросы задачи даны правильно; объяснение хода ее решения дано частичное, без теоретического обоснования. Ответы на дополнительные вопросы с ошибками в деталях.</p> <p>3 балла - задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.</p> <p>2 балла - ответы на вопросы задачи даны неправильно;</p>
----	-------------------	----	--

7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	30	Набор дополнительных баллов разрешен студенту, раскрывшему на экзамене основные вопросы и задания билета на оценку не ниже «удовлетворительно». Необходимо выполнить задания текущих контрольных срезов или ответить на устные вопросы (по выбору преподавателя), причем баллы, набранные ранее за данные виды работы, обнуляются
8.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Защита лабораторных работ

Тема 4. Строение и свойства биополимеров. Аминокислоты и белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды

#### Типовой отчет по лабораторной работе

1. Заполнить лабораторный журнал: описать ход выполнения работы, уравнения реакций.
2. Ответить письменно на контрольные вопросы.
3. После выполнения лабораторной работы внести в лабораторный журнал наблюдения и выводы по проведенным опытам.

### Контрольная работа

Тема 2. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине. Физико-химия поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем

1. Буферная емкость это - ...
  - (а) количество моль-эквивалентов сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буферного раствора, чтобы изменить водородный показатель на единицу;
  - (б) количество эквивалентов сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буферного раствора, чтобы изменить водородный показатель на единицу;
  - (в) количество моль сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буферного раствора, чтобы изменить водородный показатель на два;
  - (г) количество моль сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буферного раствора, чтобы изменить водородный показатель на единицу.
2. Определите концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) ионов H<sup>+</sup>, если pH = 4
  - (а) 10<sup>-2</sup>;    (б) 10<sup>-3</sup>;    (в) 10<sup>-4</sup>;    (г) 10<sup>-5</sup>.
3. Дисперсная система с газообразной дисперсионной средой



(а) аэрозоль; (б) эмульсия; (в) суспензия; (г) пена.

4. Молярная концентрация или молярность (См) - это:

- (а) количество моль эквивалента растворенного вещества в 1 л раствора;
- (б) количество моль растворенного вещества, содержащееся в 1л раствора;
- (в) отношение массы компонента (растворенного вещества) к массе раствора, выраженное в долях единицы или в процентах;
- (г) число моль растворенного вещества в 1000 г растворителя.

5. Выберите соединения, являющиеся диастереомерами:

- а) D-рибоза и L-ликсоза
- б) D-рибоза и D-аллоза
- в) L-гулоза и L-глюкоза
- г) D-рибулоза и D-фруктоза

6. Какая реакция приводит к превращению фенилаланина в фенилпировиноградную (2-оксо-3-фенилпропановую) кислоту:

- а) декарбоксилирование; б) дегидрирование; в) трансаминирование; г) гидролиз?

7. При взаимодействии с ацетатом свинца в растворе аминокислоты образовался черный осадок. Это был раствор:

- а) аланина, б) серина, в) гистидина, г) триптофана, д) цистеина, е) тирозина?

Тема 4. Строение и свойства биополимеров. Аминокислоты и белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды

1. Из перечисленных соединений выберите монозы, являющиеся диастереомерами:

- а) D-идоза
- б) L-галактоза**
- в) D-арабиноза
- г) D-психоза
- д) L-альтроза
- е) L-эритрулоза

2. Из перечисленных соединений выберите монозы, образующиеся в процессе кето-енольной таутомерии из D-сорбозы (в щелочной среде):

- а) D-тагатоza
- б) L-сорбоза
- в) D-гулоза
- г) D-галактоза**
- д) L-идоза
- е) D-идоза**

3. Какие из приведённых углеводов дают реакцию «серебряного зеркала»:

- а) сахароза
- б) манноза**
- в) крахмал
- г) целлюлоза
- д) мальтоза**

4. При восстановлении глюкозы образуется:

- а) гликозид
- б) сложный эфир
- в) шестиатомный спирт**
- г) енол

5. В гепарине в состав повторяющихся дисахаридных единиц входят остатки D- глюкозамина, D- глюкуроновой и L-идуриновой кислот. К каким соединениям относится гепарин:

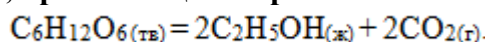
- а) гомополисахариды

- б) трисахариды
- в) гетерополисахариды
- г) карбоновые кислоты

### Решение ситуационных задач

Тема 2. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение.  
Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине. Физико-химия  
поверхностных явлений и дисперсных систем в функционировании живых систем

**1. Рассчитайте изменение энтропии, энтальпии и энергии Гиббса при с.у. для реакции окисления глюкозы до этанола, протекающей в организме:**



Решение:

используя формулы для расчета энтропии, энтальпии и энергии Гиббса при с.у. произведем расчет для реакции:

$$\begin{aligned}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{тв}) &= 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) + 2\text{CO}_2(\text{г}). \\ \Delta H^\circ(\text{реакции}) &= 2 \cdot \Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta H^\circ(\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{тв})) = \\ &= 2 \cdot (-276.9) + 2 \cdot (-393.51) - (-1263.80) = -77.02 \text{ кДж/моль} \\ \Delta S^\circ_{298}(\text{реакции}) &= 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{тв})) = \\ &= 2 \cdot 161.00 + 2 \cdot 213.67 - 269.50 = 515.84 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \\ \Delta G^\circ_{298}(\text{реакции}) &= 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{тв})) = \\ &= 2 \cdot (-174.20) + 2 \cdot (-394.38) - (-917.00) = -220.16 \text{ кДж/моль}\end{aligned}$$

2. При внутривенном введении гипертонических растворов глюкозы повышается осмотическое давление крови, усиливается ток жидкости из тканей в кровь, повышаются процессы обмена, улучшается дезинтоксикационная функция печени, расширяются сосуды, увеличивается диурез. Рассчитайте количество глюкозы и дистиллированной воды для приготовления 150 мл 40%-ного раствора (плотность раствора 1540 кг/м<sup>3</sup>).

**Ответ: 92,4- масса глюкозы, 138,6- масса воды.**

3. Пораженный участок при ожогах щелочами обрабатывают после промывания водой 1%-ным раствором уксусной кислоты. Рассчитайте массу такого раствора, если масса уксусной кислоты в нем равна 0,4 г. Рассчитайте молярность и моляльность этого раствора. Плотность раствора принять равной 1.

**Ответ: масса раствора- 40г, См -0,17 моль/л, См-0,185г/кг р-ля.**

4. Глюкоза применяется в медицине как средство усиленного углеводного питания, как компонент различных кровезамещающих и противошоковых жидкостей, при отравлениях угарным газом и анилином. Определите массу глюкозы, которую получит пациент при инъекции одной ампулы 40%-ного раствора объемом 10 мл. Плотность раствора равна 1,54 г/см<sup>3</sup>.

**Ответ: пациент получит 6,16 г глюкозы.**

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

### Типовые вопросы экзамена (УК-8)

1. Предмет химии. Химия и окружающая среда. Связь химии с медициной.

2. Энергетические эффекты химических реакций. Виды энергетических эффектов химических реакций. Факторы, влияющие на энергетический эффект химической реакции (природа и количество веществ - участников реакции). Термохимические уравнения. Теплота и энтальпия: химической реакции, образования вещества, химической связи, сгорания, фазового перехода. Стандартное состояние вещества. Закон Гесса и следствия из него.
3. Классификация дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой.
4. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция. Значение коагуляции в медицине.
5. Адсорбция из раствора на твердом адсорбенте.

### Типовые задания для экзамена (УК-8)

1. Анальгин применяется в медицине как болеутоляющее, жаропонижающее и противовоспалительное средство при головных болях, радикулите, гриппе, ревматизме. Определите массу анальгина, которую получит пациент при инъекции одной ампулы 50%-ного раствора объемом 2 мл. Плотность раствора 1,47 г/мл.
2. При лечении онкологических заболеваний в опухоль вводят препарат, содержащий радионуклид иридий-192. Рассчитайте, какая часть введенного радионуклида останется в опухоли через 45 суток, если его период полупревращения составляет 74,08 суток.
3. В лаборатории создали новый лекарственный препарат. Срок годности этого препарата при  $t^\circ = 20^\circ\text{C}$  составляет три года. Известно, что для данной реакции температурный коэффициент скорости реакции равен 2. Какое время можно хранить препарат при  $30^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ ? Можно ли проводить исследования при температурах  $100-200^\circ\text{C}$ ?
4. Рассчитайте константу равновесия реакции окисления этанола кислородом в уксусный альдегид (органические соединения жидкие) при 310 К.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	УК-8	Демонстрирует высокий уровень знаний основных физико-химических понятий и теорий; основных методов исследования в химии. Проводит комплексный анализ физико-химической сущности процессов, происходящих в живом организме, на клеточном и молекулярном уровне. Демонстрирует умение прогнозировать свойства веществ и их реакционную способность в конкретных условиях окружающей среды, в том числе живого организма. Свободно применяет физико-химические методы в профессиональной деятельности.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	УК-8	Демонстрирует хороший уровень знаний основных физико-химических понятий и теорий; основных методов исследования в химии. Анализирует физико-химическую сущность процессов, происходящих в живом организме, на клеточном и молекулярном уровне. Демонстрирует владение навыками применения физико-химических методов в профессиональной деятельности по предложенному алгоритму.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	УК-8	Демонстрирует недостаточно высокий уровень знаний основных физико-химических понятий, определений и теорий. Демонстрирует фрагментарное представление о применении физико-химических методов в профессиональной деятельности.

«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	УК-8	Демонстрирует слабый уровень знаний естественнонаучных понятий и методов. Затрудняется дать оценку сущности процессов, происходящих в живом организме. Демонстрирует неготовность применять физико-химические методы в профессиональной деятельности.
--	------	---

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);

- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

##### **Защита лабораторных работ**

Подготовку к лабораторному занятию осуществляют в несколько этапов: предварительная подготовка, начало работы, ее выполнения, составление отчета и оценки работы преподавателем. Готовясь к работе студент, прежде всего, должен осознать ее цель, усвоить теоретический материал, добиться четкого представления о химических и других процессах, на которых основывается работа приборов и установок.

В ходе лабораторной работы студент должен заполнить соответствующие разделы рабочей тетради, записывая свои наблюдения, заполняя таблицы, делая необходимые расчеты, выполняя построение графиков. Тетрадь оформляется индивидуально каждым студентом. В выводах следует привести числовые значения полученных величин, кратко сформулировать основные результаты выполненной работы. После оформления лабораторной работы студент защищает свою работу, представляя заполненную рабочую тетрадь преподавателю и отвечая на контрольные вопросы. Лабораторная работа считается полностью выполненной и сданной только после ее защиты.

##### **Решение ситуационных задач**

Ситуационные задачи – это вид учебного задания, имитирующий ситуации, которые могут возникнуть в реальной действительности (при проведении диагностических и лечебных процедур). Специфика ситуационной задачи заключается в том, что она носит ярко выраженный практико-ориентированный характер, но для ее решения необходимо конкретное предметное знание. Обязательным элементом задачи является проблемный вопрос. При решении ситуационной задачи студент должен найти решение, соответствующее данной ситуации, и аргументировать свой ответ.

Для подготовки к решению ситуационных задач необходимо изучить теоретический материал по теме. Для этого необходимо просмотреть видеолекцию, изучить материал учебника, учебно-методического пособия. Рекомендуется заранее просмотреть и прорешать ситуационные задачи, приведенные в рабочей тетради в соответствующем разделе.

##### **Письменная контрольная работа с элементами тестирования/контрольный срез**

Письменная контрольная работа является формой контроля самостоятельной работы обучающихся и отражает степень освоения материала по изучаемой дисциплине.

Подготовка и выполнение контрольной работы приучает студентов к самостоятельному труду, ее выполнение формирует учебно-исследовательские навыки, помогает усвоению важных разделов курса.

При подготовке к контрольной работе необходимо проработать теоретический материал по теме, просмотреть еще раз презентацию лекции, повторить материал учебника. Помогает осознанию материала составление конспекта по теме, дополненного с учетом рекомендованной дополнительной литературы. Необходимо ответить на вопросы для самостоятельной работы, использовать материалы рабочей тетради.

При выполнении письменной контрольной работы студент получает задания по ранее изученному материалу и должен написать решение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 6.1 Основная литература:

1. Бабков А. В., Нестерова О. В. Химия в медицине : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 403 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/469316>
2. Жолнин А.В. Общая химия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html>

3. Пузаков С. А., Попков В. А., Филиппова А. А. Общая химия, сборник задач и упражнений : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 5-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 251 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468600>
4. Семенов, И. Н., Перфилова, И. Л. Химия : учебник для вузов. - 2022-06-21; Химия. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2016. - 656 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/49800.html>
5. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 168 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html>
6. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970472095.html>

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Лебедев Ю. А., Фадеев Г. Н., Голубев А. М., Шаповал В. Н. Химия : Учебник для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 431 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/469031>
2. Романцова С.В., Панасенко А.И. Биоорганическая химия в вопросах и ответах : учебно-методическое пособие : в 2-х частях. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2013

## 6.3 Иные источники:

1. Правовой сайт КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>
2. Словари и энциклопедии онлайн - <http://dic.academic.ru/>
3. Электронный справочник «Информиио» - [www.informio.ru](http://www.informio.ru)
4. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Наличие лабораторий для проведения лабораторных занятий. Лабораторный практикум по химии, обеспеченный химическими реактивами, лабораторной посудой и учебным оборудованием в соответствии с программой лабораторных работ.

Перечень оснащения лабораторий: химическая посуда и оборудование: пробирки, колбы, мерные колбы, цилиндры, химические стаканы, пипетки, воронки, делительные воронки, штативы, электрические плитки, аналитические весы, водяные бани, шпатели, фильтровальная бумага, универсальная индикаторная бумага, лабораторные термометры, микроскоп.

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
4. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
6. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
7. ЭБС «Консультант студента»: коллекции: Медицина. Здравоохранение. Гуманитарные науки . – URL: <https://www.studentlibrary.ru>
8. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
9. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
10. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
11. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.