

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. И. Воронин  
«05» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.3 Химия

Направление подготовки/специальность: 31.05.02 - Педиатрия

Профиль/направленность/специализация:

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация: Врач-педиатр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Вервекина Наталья Владимировна

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

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биохимии и фармакологии «23» июня 2022 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Медицинского института, Протокол от «05» июля 2022 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Специалиста.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	32
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	39
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	41
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	41

## 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)	
		2	3

1	Безопасность жизнедеятельности		+
2	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: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>
Контактная работа	48
Лекции (Лекции)	16
Лабораторные (Лаб. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	60
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, термодинамики растворов и химической кинетики. Химическое равновесие	4	8	15	Решение ситуационных задач; Защита лабораторных работ; Контрольная работа

2	Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитические равновесия и процессы. Буферные системы. Гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине	4	8	15	Решение ситуационных задач; Защита лабораторных работ; Контрольная работа
3	Физико-химия поверхностных явлений в функционировании живых систем. Физико-химия дисперсных систем в функционировании живых систем	4	8	15	Решение ситуационных задач; Контрольная работа; Защита лабораторных работ

4	Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Биологически активные поли- и гетерофункциональные вещества. Строение и свойства биополимеров. Строение и свойства аминокислот и пептидов. Белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды	4	8	15	Защита лабораторных работ; Контрольная работа
---	--	---	---	----	--

## Тема 1. Элементы химической термодинамики, термодинамики растворов и химической кинетики. Химическое равновесие (УК-8)

### Лекция.

Вводная лекция. 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. 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 соударений. 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.

### **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. Всё склянки, в которых хранятся вещества, должны быть снабжены этикетками с соответствующими названиями.
14. Нельзя зажигать спиртовку от другой спиртовки.

### **Правила противопожарной безопасности**



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.

16. Работы с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) следует проводить подальше от открытого пламени и включённых 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.

### **Лабораторная работа. Определение теплового эффекта реакции нейтрализации одноосновной кислоты раствором щёлочи**

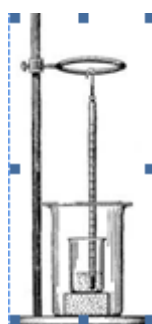
**Цель работы:** научиться экспериментально определять тепловые эффекты химических реакций.

**Реактивы:** 1 М кислоты - соляная или азотная и 1 М щелочи - NaOH или KOH.

**Приборы:** упрощенный калориметр (рис. 1).

#### **Ход работы**

1. Внутренний стакан калориметра взвесить с точностью до 0,1 г ( $m_1$ ), затем налить в него из бюретки 25 мл 1 М раствора кислоты и поместить стакан обратно в калориметр. В другой сухой стакан налить из бюретки 25 мл 1 М раствора щелочи.
2. Измерить температуру раствора кислоты с точностью до 0,1°. Температуру раствора щелочи можно не измерять, т.к. оба раствора хранятся в одной комнате и имеют одну и ту же температуру. Не вынимая из раствора кислоты термометр, быстро вылить раствор щелочи в кислоту. Осторожно перемешать раствор термометром, наблюдая за изменением температуры. Когда повышение температуры прекратится, отметить максимальную температуру раствора.
3. Когда раствор охладится до комнатной температуры, взвесить внутренний стакан калориметра с раствором с точностью до 0,1 г ( $m_2$ ).



**Рис. 1. Упрощенный калориметр, состоящий из двух стаканов (внешнего емкостью 250 – 300 мл и внутреннего емкостью 100 мл), корковой пробки и термометра с делениями на 0,1° (внутренний стакан для уменьшения теплоотдачи помещен на корковую пробку).**

#### **Форма записи наблюдений и обработка результатов**

Масса внутреннего стакана -  $m_1$  (г); объем раствора кислоты -  $V_k$  (мл); объем раствора щелочи -  $V_{щ}$  (мл); концентрация кислоты -  $C_k$  (моль/л); концентрация щелочи -  $C_{щ}$  (моль/л); начальная температура -  $t_1$  (°C); конечная температура -  $t_2$  (°C); масса внутреннего стакана с раствором -  $m_2$  (г).

1. Теплота, выделенная при реакции нейтрализации, расходуется на нагревание раствора:  $q = c \cdot m (t_2 - t_1)$ . Теплоемкость раствора ( $c$ ) принять равной теплоемкости воды, которая составляет 1 ккал/(кг·К);

Теплотой, расходуемой на нагревание калориметра, пренебречь.

2. Массу раствора найти по разности  $m = m_2 - m_1$ .

3. Количество вещества, содержащееся в 25 мл 1 М раствора, составляет 0,025 моль. Тепловой эффект реакции относится к 1 моль и выражается в ккал или кДж (1 ккал = 4,184 кДж).

Следовательно,  $Q = q/0,025$  (ккал/моль).

3. Рассчитать тепловой эффект реакции нейтрализации одноосновной кислоты и определить процент ошибки, если теоретическое значение эффекта равно 13,7 ккал.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «энтальпия химической реакции».

2. Напишите уравнения химической реакции (в полном и сокращенном ионном виде), тепловой эффект которой определялся в эксперименте. Каков знак энтальпии и теплового эффекта этой реакции?

3. Какова размерность теплового эффекта химической реакции?

### Лабораторная работа. Скорость химической реакции

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

**Приборы и посуда:** 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  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; химические стаканы емкостью 200 мл (2 шт.) и 25 мл (1 шт.); пипетка; шпатель; лучина.

**Реактивы:** серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (2 н и 1:200); 2) тиосульфат натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (1 н и 1:200); перекись водорода (3 %); оксид марганца (IV).

### Ход работы

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

а) К 1 н раствору тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  прилить 2 н раствор серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

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.

б) В три большие нумерованные пробирки налить разбавленный (1:200) раствор тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : 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  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  прилить при помешивании по 5 мл приготовленной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и определить время с момента добавления кислоты до помутнения раствора в каждой пробирке. Записать результаты.

№ пробирки	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , мл	$V(\text{H}_2\text{O})$ , мл	$V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ , мл	Общий объем раствора, мл	Условная концентрация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Время протекания реакции до появления мутн, τ	Скорость реакции в условных единицах, $V = (1/\tau)$
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  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а на оси ординат - скорость реакции  $V = 1/\tau$ . Сделать вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

## 2. Зависимость скорости реакции от температуры.

Для опыта взять разбавленные (1:200) растворы  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Налить в три большие пронумерованные пробирки по 10 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , в другие три - по 10 мл раствора серной кислоты и разделить их на три пары: по пробирке с раствором  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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  $10^\circ\text{C}$  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  $20^\circ\text{C}$  выше комнатной. Записать результаты.

№ пробирки	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , мл	$V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ , мл	Температура, $^\circ\text{C}$	Время до появления мути, $\tau$	Скорость реакции в условных единицах, $V = (1/\tau)$
1	10	10	$^\circ\text{C}$		
2	10	10	$^\circ\text{C} + 10^\circ$		
3	10	10	$^\circ\text{C} + 20^\circ$		

Построить график зависимости скорости реакции от температур: на оси абсцисс нанести значения температуры в опытах, на оси ординат - величины скорости реакции  $V = 1/\tau$ .

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

Налить в пробирку 3 мл 3 % - ного раствора перекиси водорода и ввести туда на кончике шпателя несколько крупинок  $\text{MnO}_2$ . С помощью тлеющей лучины убедиться в выделении кислорода.

### 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. Укажите на графике, каким образом определяется порядок реакции.
3. Что такое энергия активации? Каковы ее порядок и размерность? Укажите на графике, каким образом определяется энергия активации.
4. Что такое катализатор, ингибитор? Какие типы катализа Вы исследовали в данной работе? Напишите уравнения реакций и укажите катализатор или ингибитор.

### Лабораторная работа. Химическое равновесие

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

**Приборы и посуда:** химический стакан на 100мл, 4 пробирки в штативе.

**Реактивы и материалы:** хлорид железа (III)  $\text{FeCl}_3$  (0,001 н и насыщ.); роданид калия  $\text{KSCN}$  (0,001 н и насыщ.).

### Ход работы

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

В стакане смешать по 10 мл 0,001 н растворов хлорида железа (III)  $\text{FeCl}_3$  и роданида калия  $\text{KSCN}$ . 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?

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «химическое равновесие».

2. Сформулируйте принцип Ле - Шателье.

3. Запишите уравнения реакций в сокращенном молекулярно-ионном виде, на примере которых Вы исследовали смещение химического равновесия. Запишите выражения для соответствующих констант равновесия.

4. Как влияет температура на смещение химического равновесия? Объясните это смещение на конкретных примерах.

### Лабораторное занятие. Контрольный срез.

**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



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

$$-77.02 \text{ кДж/моль}$$

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

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

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

$$-220.16 \text{ кДж/моль}$$

**2. Для реакции  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{g})$  рассчитайте:**

а)  $\Delta G^\circ$ -ции при 298K; б) температуру, при которой оба направления процесса равновероятны.

#### Решение:

$$\text{а) } \Delta G = \Delta H - T \times \Delta S \quad (1)$$

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

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

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

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  $T$

**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  $\Delta S$  реакции:

$$\Delta H_{\text{р-ции}} = \sum H_{0\text{кон}} - \sum H_{0\text{исх}} \text{ кДж/моль}$$

Используя справочные данные стандартных энтальпий веществ, находим:

$$\Delta H_{\text{р-ции}} = \Delta H_{0\text{H}_2\text{O}(\text{ж})} + \Delta H_{0\text{CO}} - \Delta H_{0\text{CO}_2} - \Delta H_{0\text{H}_2} = -110,5 + (-285,8) - (-393,5) - 0 = -2,8 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S_{\text{р-ции}} = \sum S_{0\text{кон}} - \sum S_{0\text{исх}} \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$$

Аналогично, используя справочные данные стандартных энтропий веществ, находим:

$$\Delta S_{\text{р-ции}} = \Delta S_{0\text{H}_2\text{O}(\text{ж})} + \Delta S_{0\text{CO}} - \Delta S_{0\text{CO}_2} - \Delta S_{0\text{H}_2} = 197,5 + 70,1 - 213,7 - 130,52 = -76,6$$

$$\text{Дж/(моль} \cdot \text{K)}$$

Найдем энергию Гиббса при стандартных условиях

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

следовательно, реакция самопроизвольно не идет.

Найдем при каких температурах данная реакция становится самопроизвольной.

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

**4. Вычислите  $\Delta G_{\text{р-ции}}$  гидратации  $\beta$  – лактоглобулина при 18С;  $\Delta H_{\text{р-ции}} = -6,75 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta S_{\text{р-ции}} = -9,74 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ .**

Решение:

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

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

$$\Delta H_{\text{р-ции}} = -6,75 \text{ кДж/моль} = -6750 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

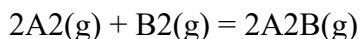
Подставляем значения в формулу:

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

**5. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества В в системе  $2\text{A}_2(\text{г}) + \text{B}_2(\text{г}) = 2\text{A}_2\text{B}(\text{г})$ , чтобы при уменьшении концентрации вещества А в 4 раза скорость реакции не изменилась?**

Решение:

Запишем выражение для расчета скорости реакции



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

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

$$1 = (C/4)^2(\text{A}) \cdot X, \text{ где } X \text{ – концентрации вещества В}$$

По условию задачи сказано, что при изменении концентрации скорость не меняется, тогда  $1 =$

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

Решаем уравнение и получаем

$$C(\text{B})/X = (C/4)^2(\text{A})/C^2(\text{A})$$

$$X = 16 \cdot C(\text{B})$$

Ответ: концентрацию вещества В следует увеличить в 16 раз.

#### 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 ( $\rho = 1007 \text{ кг/м}^3$ ).

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  $AB(г) = A(г) + B(г)$ . 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 °С, если при 250 °С  $\Delta H_{\text{ореак}} = 283$  кДж/моль, а  $\Delta S_{\text{ообр, 298}} = 288$  Дж/(моль·К). Считать, что изменение энтальпии и энтропии не зависят от температуры в данном диапазоне.

**Тема 2. Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитические равновесия и процессы. Буферные системы. Гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине (УК-8)**

**Лекция.**

Лекция-визуализация. 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.

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

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 рН 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.

Лекция-визуализация. Электродные процессы, их медико-биологическое значение и применение в практической медицине. 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.

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.

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.

### Лабораторные работы.

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 объемом 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

8. Приведите примеры КС, являющихся неэлектролитами; солями, в состав которых входит комплексный анион, комплексный катион.

### 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 отобрали 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 лакмонта	после добавления лакмонта и 5 капель 0,1 М NaOH	после добавления лакмонта 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. Контрольный срез.

1. Концентрация ионов водорода в щелочной среде:

- (!)  $[H^+] > 10^{-7}$ ;
- (?)  $[H^+] > 10^{-12}$ ;
- (?)  $[H^+] < 10^{-7}$ ;
- (?)  $[H^+] = 10^{-7}$ .

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

- (?) в 100г раствора 15г глюкозы и 100г воды;
- (?) в 90г раствора 15г глюкозы и 90г воды;
- (!) в 100г раствор 0,15г глюкозы и 99,85 воды;
- (?) в 100г раствора 85г воды и 15г глюкозы.

3. Истинный раствор отличается от коллоидного:

- (?) концентрацией
- (?) плотностью
- (!) размерами частиц растворенного вещества
- (?) способом приготовления

4. Какой из представленных растворов будет обладать буферными свойствами:

- (?) раствор глюкозы
- (?) раствор хлорида натрия
- (!) раствор уксусной кислоты + ацетата натрия
- (?) раствор фосфорной кислоты

5. Чему равен pH 0,001 М раствора HCl:

- (?) 1

(!) 3

(?) 4

(?) 6

6. Какой из предложенных терминов является видом концентрации?

(!)титр

(?)титрант

(?)тиксотропия

(?)титриметрия

7. Что такое молярность?

(!)содержание количества вещества (моль) в единице объема (л)

(?)содержание количества вещества (моль) в 1 кг растворителя

(?)количество моль эквивалентов вещества в единице объема (л)

(?)отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах или долях единицы

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

Часть 1.

1. Изучить материалы лекции, учебной литературы и других источников по данной теме.

2. Ответить на вопросы:

1. Совмещенные равновесия и конкурирующие процессы разных типов, протекающие в организме в норме, при патологии и при коррекции патологических состояний.

2. Инертные и лабильные комплексы.

3.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.

Часть 2.

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. 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

8. Приведите примеры КС, являющихся неэлектролитами; солями, в состав которых входит комплексный анион, комплексный катион.

Часть 3.

1. Изучить материалы лекции, учебной литературы и других источников по данной теме.
2. Ответить на вопросы:
  1. Совмещенные равновесия и конкурирующие процессы разных типов, протекающие в организме в норме, при патологии и при коррекции патологических состояний.
  2. Инертные и лабильные комплексы.
  3. 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. Физико-химия поверхностных явлений в функционировании живых систем.**

#### **Физико-химия дисперсных систем в функционировании живых систем (УК-8)**

##### **Лекция.**

Лекция-визуализация. 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. 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.

Свойства растворов ВМС. Особенности растворения ВМС как следствие их структуры. Форма макромолекул. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимости величины набухания от различных факторов. Аномальная вязкость растворов ВМС. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей. Осмотическое давление растворов биополимеров. Уравнение Галлера. Полиэлектролиты. Изoeлектрическая точка и методы ее определения. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление плазмы и сыворотки крови.

##### **Лабораторные работы.**

**Лабораторная работа. «Адсорбция уксусной кислоты активированным углем».**

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

**Посуда:** 12 колб на 200 мл; бюретка; пипетки на 5, 10 и 20 мл; мерный цилиндр на 100 мл; колбы на 100 мл.

**Реактивы и материалы:** 0,4 н раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 0,1 н раствор  $\text{NaOH}$ ; активированный уголь; фенолфталеин, фильтровальная бумага.

### Отчет о работе

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

№ колбы	1	2	3	4	5	6
$\text{C}(\text{CH}_3\text{COOH})$ , 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;  $V$  - объем кислоты, взятой для адсорбции - 50 мл. Количество адсорбированной кислоты вычисляют по формуле  $A = (C_0 - C_p)V/1000$  ммоль/г.

Результаты записывают в таблицу:

№ колбы	До адсорбции			После адсорбции			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  $A$  в ммоль/г.

Уравнение адсорбции Фрейндлиха логарифмируют

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

и строят график (рис. 4) для вычисления значений  $K$  и  $n$  (эмпирические константы):  $\lg K = OA$ ;  $n = \text{tg } \alpha = BC/AB$ ;  $n < 1$ .

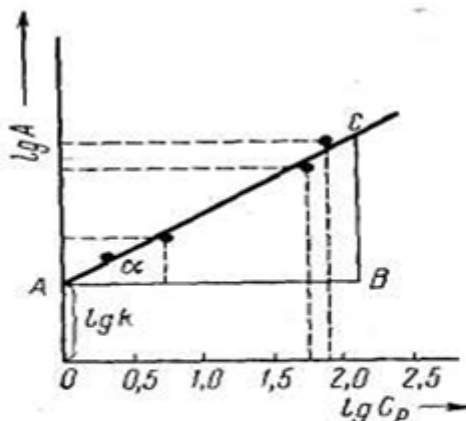


Рис. 4. График для вычисления эмпирических констант  $K$  и  $n$  в уравнении адсорбции Фрейндлиха.

#### Контрольные вопросы:

1. К какому типу относится адсорбция уксусной кислоты активированным углем?
2. Сформулируйте правило выравнивания 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?
6. Каковы особенности строения молекул ПАВ?
7. Что называется границей раздела фаз?
8. По какому признаку классифицируются границы раздела фаз?
9. Предложите адсорбент для удаления фенола из воды. Объясните свой выбор.
10. Во сколько раз поверхностная активность уксусной кислоты больше или меньше поверхностной активности масляной кислоты при условии равенства концентраций их разбавленных водных растворов?
11. Что такое адсорбция?
12. Что такое абсорбция?
13. Какие вещества называются поверхностно-активными?
14. Сформулируйте правило Траубе.
15. Перечислите методы определения поверхностного натяжения.
16. Чем физическая адсорбция отличается от хемосорбции?
17. Адсорбция из растворов. Уравнение Ленгмюра. Зависимость величины адсорбции от различных факторов.
18. Применение адсорбционных процессов в медицине.
19. Что такое хроматография?

#### Лабораторная работа. Определение порога коагуляции золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$

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

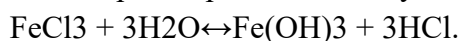
**Реактивы:** дистиллированная вода; 2 %-ный раствор  $\text{FeCl}_3$ ; 0,01 н раствор  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; растворы электролитов: 0,01 н  $\text{KCl}$ , 0,01 н  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 0,01 н  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 0,01 н  $\text{BaCl}_2$ , 0,01 н  $\text{AlCl}_3$ .

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

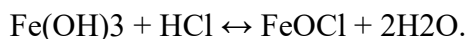
Отчет о работе

### 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  $\text{FeCl}_3$ . Получили коллоидный раствор интенсивного красно-коричневого цвета:



Поверхностные молекулы агрегата  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  вступают в химическое взаимодействие с  $\text{HCl}$ :



Молекулы  $\text{FeOCl}$ , подвергаясь диссоциации, образуют ионы  $\text{FeO}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . По правилу Пескова – Фаянса



Полученный гидрозоль  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  разлить по 10 мл в пять пронумерованных пробирок. В 1-ю пробирку прилить при помощи пипетки 1,0 мл 0,01н раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$  - 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 ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ). 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?
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. Что такое степень дисперсности?
7. Как классифицируются дисперсные системы по размеру частиц дисперсной фазы?
8. Как классифицируются дисперсные системы по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды? Приведите примеры медико-биологического профиля.
9. Объясните, почему осмотическое давление коллоидных растворов меняется во времени?
10. Какие электрокинетические явления наблюдаются при механическом перемещении: а) частиц дисперсной фазы относительно дисперсионной среды; б) дисперсионной среды относительно частиц дисперсной фазы?
11. Приведите примеры практического использования электрофореза, потенциала течения и потенциала седиментации.
12. Какими свойствами должен обладать осадок, чтобы его можно было пептизировать? Каковы внешние признаки пептизации? Какие осадки не пептизируются?

**Лабораторное занятие. Контрольный срез.**

1. Рассчитайте пороги коагуляции электролитов для золя  $\text{As}_2\text{S}_3$ , 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  $\text{С}_{\text{пк}}$  рассчитаем по формуле

$$\text{С}_{\text{пк}}(\text{NaCl}) = 0,0536 \text{ моль/л} = 53,6 \text{ ммоль/л};$$

$$\text{С}_{\text{пк}}(\text{MgCl}_2) = 0,00138 \text{ моль/л} = 1,38 \text{ ммоль/л};$$

$$\text{С}_{\text{пк}}(\text{AlCl}_3) = 9,9 \times 10^{-5} \text{ моль/л} = 0,099 \text{ ммоль/л}.$$

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

2. Порог коагуляции отрицательно заряженного гидрозоля металлического золота под действием  $\text{NaCl}$  равен  $3,9 \times 10^{-2}$ . С помощью правила Шульца-Гарди рассчитайте пороги коагуляции, вызываемой следующими электролитами:  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

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  $\text{NaCl}$  (заряд  $\text{Na} = +1$ ) порог коагуляции составляет  $3,9 \cdot 10^{-2}$  моль/л;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – противоион  $\text{K}^+$ , порог коагуляции тот же  $3,9 \cdot 10^{-2}/16 = 3,9 \cdot 10^{-2}$  моль/л.  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{MgSO}_4$  – противоион  $\text{Mg}^{2+}$ , порог равен  $3,9 \cdot 10^{-2}/26 = 6,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л;  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  – противоион  $\text{Fe}^{3+}$ , порог равен  $3,9 \cdot 10^{-2}/36 = 5,35 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

3. 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 20 мл титранта. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты.

Решение

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

$$\text{С}_{\text{равн}}(\text{CH}_3\text{COOH}) =$$

$$\text{С}_{\text{равн}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ моль/л}$$

2. Рассчитываем величину адсорбции уксусной кислоты по формуле:

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

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

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 –  $74,22 \text{ мН/м}$ .
7. Рассчитайте величину адсорбции фенола при  $20^\circ \text{C}$ , если концентрация изменяется с  $0,0625 \text{ моль/л}$  до  $0,0156 \text{ моль/л}$ , 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  $150^\circ \text{C}$  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  $73,49 \text{ мН/м}$ .
9. Вычислите адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела раствора с воздухом при концентрации  $0,1 \text{ кмоль/м}^3$ , если поверхностное натяжение воды равно  $75,49 \text{ мН/м}$ , а поверхностное натяжение раствора кислоты при той же температуре равно  $58,6 \text{ мН/м}$ .
10. Рассчитайте поверхностную активность изомасляной кислоты, если ее концентрация изменяется с  $0,25 \text{ моль/л}$  до  $0,125 \text{ моль/л}$ , а поверхностное натяжение с  $47,3$  до  $54,3 \text{ мН/м}$ .
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?

#### **Тема 4. Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Биологически активные поли- и гетерофункциональные вещества.**

**Строение и свойства биополимеров. Строение и свойства аминокислот и пептидов. Белки.**

**Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты.**

#### **Липиды (УК-8)**

##### **Лекция.**

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

Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.

Полифункциональные соединения. Многоатомные спирты. Хелатные комплексы. Сложные эфиры многоатомных спиртов с неорганическими кислотами (нитроглицерин, фосфаты глицерина, инозита). Диметакрилатглицефосфорная кислота как компонент пломбировочного материала). Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Фенолы как антиоксиданты.

Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин.

Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.

Гетерофункциональные соединения. Аминоспирты: аминоктанол (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.

Гидроксид- и аминокислоты. Влияние различных факторов на процесс образования циклов (стерический, энтропийный). Лактоны. Лактамы. Представление о

$\beta$ - лактамных антибиотиках. Одноосновные (молочная,  $\alpha$ - и  $\beta$ -гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты.

Оксокислоты – альдегидо- и кетоникислоты: глиоксильная, пировиноградная (фосфо-енолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -оксоглутаровая. Реакции декарбоксилирования  $\alpha$ -кетоникислот и окислительного декарбоксилирования кетоникислот. Кетонольная таутомерия.

Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства (салициловая, аминолбензойная, сульфаниловая кислоты и их производные).

Биологически важные гетероциклические соединения. Тетрапиррольные соединения (порфин, гем и др.). Производные пиридина, изоникотиновой кислоты, пиразола, имидазола, пиримидина, пурина, тиазола. Кетонольная и лактим-лактаминная таутомерия в гидроксизотосодержащих гетероциклических соединениях. Барбитуровая кислота и её производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Фолиевая кислота, биотин, тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Представление об алкалоидах и антибиотиках.

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

Пептиды. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Кальций-связывающие белки дентина и эмали. Изменение аминокислотного состава коллагена дентина при эволюции зубного зачатка в постоянный зуб.

Углеводы. Гомополисахариды: (амилоза, амилопектин, гликоген, декстран, целлюлоза). Пектины. Монокарбоксилцеллюлоза, полиакрилцеллюлоза – основа гемостатических перевязочных материалов.

Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах (гликопротеины, гликолипиды и др.). Влияние мукополисахаридов на стабилизацию структуры коллагена дентина и эмали.

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

Липиды. Омыляемые липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов. Понятие о строении восков. Основные природные высшие жирные кислоты, входящие в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Влияние липидов на минерализацию дентина.

### 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  $\square$ -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-дихлородиаминаплатина (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.

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 этиловым 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 серусодержащих □- 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 1мл 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 варенные 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.

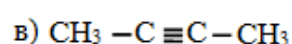
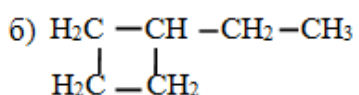
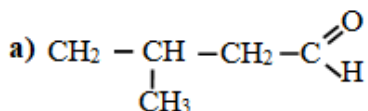
Наблюдения занести в таблицу:

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		

Напишите схему гидролиза крахмала.

**Лабораторное занятие. Контрольный срез.**

- Проанализируйте строение следующих соединений: бутановая кислота; пентаналь; 2-метилбутаналь. Расположите эти соединения в ряд по увеличению температуры кипения.  
2-метилбутаналь    пентаналь    бутановая кислота
- Выберите те признаки, которые лежат в основе классификации органических соединений:
  - строение углеродной цепи;
  - присутствие функциональных групп;
  - количество атомов углерода в молекуле;
  - количество атомов водорода в молекуле.
- Среди приведённых ниже соединений выберите то, формула которого приведена неверно:



- Соединения бутаналь и бутанон представляют собой:

- изомеры по строению углеродной цепи;
- изомеры по функциональной группе;
- геометрические изомеры;
- энантиомеры;
- изомеры по положению функциональной группы?

- 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

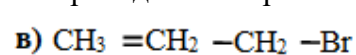
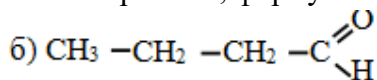
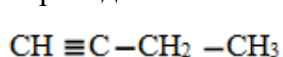
- Выберите правильное определение изомеров:

- 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, по-падающих в организм с пищей, протекающие с выделением энергии;  
 г) химические реакции, протекающие с участием специфических белков – ферментов.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Выучить конспекты лекций по теме.

2. Подготовиться к лабораторной работе. Заполнить лабораторный журнал: опи-сать ход выполнения работы, уравнения реакций. Ответить письменно на кон-трольные вопросы. После выполнения лабораторной работы внести в лабора-торный 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-этоксанилин (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**

а- 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.

Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Хорошо ли растворяются аминокислоты в воде? Ответ поясните. Почему водные растворы моноаминокислот имеют практически нейтральную реакцию?
2. Особенности строения пептидной связи.
3. О наличии каких аминокислот в белках и полипептидах свидетельствует реакция Фоля? А ксантопротеиновая реакция?
4. В каком из растворителей: воде, спирте, толуоле, физиологическом растворе – желатин будет набухать, а в каком – нет?

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.

Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Напишите формулы азотистых оснований, входящих в состав РНК и ДНК. Каковы их функции в живых организмах?
2. Какие связи обуславливают первичную и вторичную структуру нуклеиновых кислот?
3. Напишите строение участка РНК с последовательностью оснований: аденинурацил.
4. Что такое липиды? Их классификация.
5. Что такое жиры? Каковы физические свойства жиров? От каких факторов зависит агрегатное состояние жиров?
6. Перечислите биологические функции жиров.
7. К какому типу (присоединение, замещение или др.) относится реакция подсолнечного масла с бромной водой?
8. Как написать формулу триолеилглицерина?
9. Как написать формулу 1-олеил-2-стеарил-3-пальмитилглицерина?
10. Какой реагент переводит жидкие жиры в твердые? Приведите схему реакции.
11. Взаимодействием каких реагентов можно получить мыло?
12. Сколько бензольных колец присутствует в молекуле холестерина?
13. Каковы функции холестерина в организме?

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

4.1. Распределение баллов:



## 1 семестр

- текущий контроль – 40 баллов
- контрольные срезы – 4 среза: 8 баллов, 8 баллов, 7 баллов, 7 баллов
- 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, термодинамики растворов и химической кинетики. Химическое равновесие	Решение ситуационных задач	2	Предусмотрено выполнение 2 задач 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	12	Предусмотрено выполнение 4 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 1балл, если ответ неполный или отсутствует – 0 баллов).
		Контрольная работа(контрольный срез)	8	Контрольная работа состоит из 10 заданий. За каждый правильный ответ с 1 по 4 задания по 0,5 баллов. За каждый последующий правильный ответ с решением студент получает 1 балл.
2.	Свойства растворов низкомолекулярных веществ. Протолитическое равновесие и процессы. Буферные системы. Гетерогенные равновесия в растворах	Решение ситуационных задач	3	Предусмотрено выполнение 3 задач по 1 баллу. 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.

	электролитов. Введение в химию элементов, их применение и медико-биологическое значение. Комплексные соединения. Использование комплексов металлов в медицине	Защита лабораторных работ	6	Предусмотрено выполнение 2 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	Контрольная работа состоит из 10 заданий. За каждый правильный ответ с 1 по 4 задания по 0,5 баллов. За каждый последующий правильный ответ с решением студент получает 1 балл.
3.	Физико-химия поверхностных явлений в функционировании живых систем. Физико-химия дисперсных систем в функционировании живых систем	Решение ситуационных задач	2	Предусмотрено выполнение 2 задач по 1 баллу. 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.
		Контрольная работа(контрольный срез)	7	Контрольная работа состоит из 10 заданий. За каждый правильный ответ с 1 по 6 задание по 0,5 баллов. За каждый последующий правильный ответ с решением студент получает 1 балл.
		Защита лабораторных работ	6	Предусмотрено выполнение 2 лабораторных 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).

4.	Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Биологически активные поли- и гетерофункциональные вещества. Строение и свойства биополимеров. Строение и свойства аминокислот и пептидов. 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>	7	Контрольная работа состоит из 10 заданий. За каждый правильный ответ с 1 по 6 задание по 0,5 баллов. За каждый последующий правильный ответ с решением студент получает 1 балл.
5.	Премиальные баллы		20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности – 10 баллов

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. Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Биологически активные поли- и гетерофункциональные вещества. Строение и свойства биополимеров. Строение и свойства аминокислот и пептидов. 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 4. Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия. Механизмы реакций в органической химии. Биологически активные поли- и гетерофункциональные вещества. Строение и свойства биополимеров. Строение и свойства аминокислот и пептидов. Белки. Строение и свойства углеводов. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты. Липиды

##### Типовые задания письменной контрольной работы

1. 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.**

2. 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.**

## Решение ситуационных задач

Тема 3. Физико-химия поверхностных явлений в функционировании живых систем. Физико-химия дисперсных систем в функционировании живых систем

### Типовые ситуационные задачи

**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



$$\Delta H^\circ (\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta H^\circ (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta H^\circ (\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta H^\circ (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{тв})) =$$

$$2 \cdot (-276.9) + 2 \cdot (-393.51) - (-1263.80) = -77.02 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^\circ_{298}(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta S^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta S^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{тв})) =$$

$$2 \cdot 161.00 + 2 \cdot 213.67 - 269.50 = 515.84 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

$$\Delta G^\circ_{298}(\text{реакции}) = 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) + 2 \cdot \Delta G^\circ_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) - \Delta G^\circ_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{тв})) =$$

$$2 \cdot (-174.20) + 2 \cdot (-394.38) - (-917.00) = -220.16 \text{ кДж/моль}$$

**Ответ:  $\Delta H^\circ(\text{реакции}) = -77.02 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta S^\circ_{298}(\text{реакции}) = 515.84 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$ ;**

**$\Delta G^\circ_{298}(\text{реакции}) = -220.16 \text{ кДж/моль}$ .**

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.**

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 противовос-палительное 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  $100\text{--}200^\circ\text{C}$ ?
4. Рассчитайте константу равновесия реакции окисления этанола кислородом в уксусный альдегид (органические соединения жидкие) при  $310\text{ K}$ .

#### 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

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.



Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

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

### **6.1 Основная литература:**

1. 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>
2. 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>
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>

### **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>

### **6.3 Иные источники:**

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)
2. Правовой сайт КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>
3. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
4. Словари и энциклопедии онлайн - <http://dic.academic.ru/>

## **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.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

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

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. ЭБС «Консультант студента»: коллекции: Медицина. Здравоохранение. Гуманитарные науки (комплект Тамбовского ГУ) . – URL: <http://www.studentlibrary.ru>
4. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
6. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.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.