

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра общей, бионеорганической и биоорганической химии**

СОГЛАСОВАНО  
Проректор по учебно-  
методической работе и связям  
с общественностью  
профессор Т.А. Федорина



« 18 » 04 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель ЦКМС  
первый проректор-проректор  
по учебно-воспитательной  
и социальной работе  
профессор Ю.В. Шукин



« 19 » 04 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ХИМИЯ**

(Название дисциплины)

**Б.1.Б.6**

(Шифр дисциплины)

Рекомендуется для направления подготовки

**СЕСТРИНСКОЕ ДЕЛО 34.03.01**

Уровень высшего образования *Бакалавриат*

Квалификация (степень) выпускника *Академическая медицинская сестра. Преподаватель*

**Институт сестринского образования**

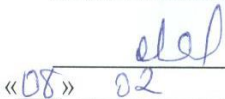
**Форма обучения очная**

СОГЛАСОВАНО  
Директор Института  
сестринского  
образования  
профессор Л.А. Карасева



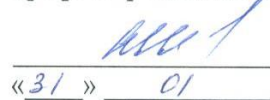
« 16 » 04 2017 г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель методической  
комиссии по специальности  
«Сестринское дело»  
доцент Л.А. Лазарева



« 08 » 02 2017 г.

Программа рассмотрена и одоб-  
рена на заседании кафедры  
(протокол № 7, «31» 01 2017 г.)  
Заведующий кафедрой общей,  
бионеорганической и биооргани-  
ческой химии,  
профессор Н.П. Аввакумова



« 31 » 01 2017 г.

Самара 2017

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности Сестринское дело - 34.03.01, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 964 от 03.09.2015 г.

#### **Составители рабочей программы:**

**Аввакумова Н.П.** – профессор, д.б.н., зав.кафедрой общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ;

**Катунина Е.Е.** - к.б.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

**Кривопалова М.А.** – доцент, к.х.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

#### **Рецензенты:**

**Пурыгин П.П.**, д.х.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, зав.кафедрой органической, биоорганической и медицинской химии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

**Буланова А.В.**, доктор химических наук, профессор кафедры химии и хроматографии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

**Цель** освоения учебной дисциплины «Химия» состоит в овладении студентами системных знаний сущности химических процессов, механизмов взаимодействия веществ, происходящих в организме человека на клеточном и молекулярном уровнях; умениями выполнять расчеты параметров химико-биологических процессов в условиях «in vitro», а также при воздействии факторов окружающей среды на живой организм.

При этом **задачами** дисциплины являются:

– формирование у студентов представлений о физико-химических аспектах функционирования организма человека: о важнейших закономерностях протекания биохимических процессов, различных видах гомеостаза и факторах, влияющие на смещение равновесия биохимических процессов;

– изучение студентами свойств веществ органической и неорганической природы; свойств растворов, различных видов равновесий химических реакций и процессов жизнедеятельности; механизмов действия буферных систем организма, их взаимосвязь и роль в поддержании кислотно-основного гомеостаза.

– изучение студентами закономерностей протекания химических процессов в живых системах с точки зрения их конкуренции, возникающей в результате совмещения равновесий разных типов; роли биогенных элементов и их соединений в живых системах; физико-химических основ поверхностных явлений и факторов, влияющих на свободную поверхностную энергию; особенностей адсорбции на различных границах разделов фаз; особенностей химии дисперсных систем и растворов биополимеров;

– формирование у студентов навыков изучения научной химической литературы;

– формирование у студентов умений решения проблемных и ситуационных задач с использованием химических понятий;

– формирование у студентов практических умений постановки и выполнения экспериментальной работы с использованием химических методов.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

**общепрофессиональных:**

**ОПК - 6 (А, Б). Способностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач.**

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

– термодинамические и кинетические закономерности, определяющие протекание химических и биохимических процессов;

– физико-химические аспекты важнейших биохимических процессов и различных видов гомеостаза в организме: теоретические основы биоэнергетики, факторы, влияющие на смещение равновесия биохимических процессов;

– свойства воды и водных растворов сильных и слабых электролитов;

– способы выражения концентрации веществ в растворах, способы приготовления растворов заданной концентрации;

– основные типы равновесий и процессов жизнедеятельности: протолитические, гетерогенные, лигандообменные, окислительно-восстановительные;

– механизмы действия буферных систем организма, их взаимосвязь и роль в

поддержании кислотно-основного гомеостаза;

- роль коллоидных поверхностно-активных веществ в усвоении и переносе малополярных веществ в живом организме;
- роль биогенных элементов и их соединений в живых системах;
- физико-химические основы поверхностных явлений и факторы, влияющие на свободную поверхностную энергию; особенности адсорбции на различных границах разделов фаз;
- особенности физико-химии дисперсных систем и растворов биополимеров;
- химические и физико-химические методы анализа в медицине (титриметрический, электрохимический, хроматографический).

***Уметь:***

- составлять план исследования;
- пользоваться физическим и химическим оборудованием;
- работать с увеличительной техникой (микроскопами, оптическими и простыми лупами);
- классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;
- определять задачи исследования и прогнозировать результаты физико-химических процессов, протекающих в живых системах, опираясь на теоретические положения;
- научно обосновывать наблюдаемые явления;
- производить физико-химические измерения, характеризующие те или иные свойства растворов, смесей и других объектов, моделирующих внутренние среды организма;
- обосновывать свою точку зрения и представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде законченного протокола исследования, выявлять проблемы при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения;
- решать типовые практические задачи и овладеть теоретическим минимумом на более абстрактном уровне;
- решать ситуационные задачи, опираясь на теоретические положения, моделирующие физико-химические процессы, протекающие в живых организмах, выбирать рациональные варианты действий при решении ситуационных задач;
- ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию по той или иной причине).

***Владеть:***

- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой;
- навыками сбора и обобщения информации;
- навыками самостоятельной безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами;
- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:**

Дисциплина «Химия» реализуется в рамках базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» согласно учебному плану специальности Сестринское дело - 34.03.01.

Предшествующими, на которых непосредственно базируется дисциплина «Химия», является «Химия» средней школы.

Дисциплина «Химия» является основополагающей для изучения дисциплин: «Общая гигиена»; «Фармакология».

Освоение компетенций в процессе изучения дисциплины способствует формированию знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять эффективную работу по следующим видам профессиональной деятельности: организационно-управленческая и исследовательская.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Контактная работа обучающегося с преподавателем</b> <b>Аудиторные занятия (всего)</b>	56	56
В том числе:		
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	40	40
Семинары (С)	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Подготовка к практическому занятию	16	16
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
<b>Общая трудоемкость:</b>		
Часов	72	72
зачетных единиц	2	2

#### 4. Содержание дисциплины:

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Коды компетенций
1	2	3	4
1.	Физико-химические основы протекания химических реакций в условиях организма. Элементы химической термодинамики, биоэнергетики и кинетики.	<p>Центрический характер химии среди естественных наук. Основные понятия и законы химии. Квантово-механическая модель атома. Характеристики состояния электрона системой квантовых чисел. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева. Электронные типы элементов (s-, p-, d- и f-блоки). Теория В.И.Вернадского. Понятие биогенности химических элементов. Биосфера, круговорот биогенных элементов. Биогеохимия, биогеохимические провинции. Классификация биогенных элементов по их функциональной роли. Основные источники поступления примесных элементов в организм человека. Химические аспекты охраны окружающей среды.</p> <p>Развитие представлений о природе химической связи. Геометрия связи и молекулы. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств. Значение водородных связей в формировании надмолекулярных структур в живых организмах.</p> <p>Химический эквивалент вещества. Фактор эквивалентности в обменных и окислительно-восстановительных реакциях.</p> <p>Предмет и методы химической термодинамики. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме. Основные понятия термодинамики. Состояние термодинамических систем: стационарное, равновесное и переходное. Интенсивные и экстенсивные параметры. Функция состояния. Внутренняя энергия. Типы термодинамических систем (изолированные, закрытые, открытые). Типы термодинамических процессов (изотермические, изобарные, изохорные). Стандартное состояние.</p> <p>Первое начало термодинамики. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования, стандартная энтальпия сгорания, стандартная энтальпия растворения веществ. Стандартная энтальпия реакции. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам.</p> <p>Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Энтропия. Энергия Гиббса. Прогнозирование направления самопроизвольно протекающих процессов в изолированной и закрытой системах; роль</p>	ОПК 6 А,Б

		<p>энтальпийного и энтропийного факторов. Термодинамические условия равновесия. Стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса биологического окисления вещества. Стандартная энергия Гиббса реакции.</p> <p>Термодинамика открытых систем. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики. Принцип Онзагера и Пригожина. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Сопряженные реакции. Химическое равновесие. Обратимые и необратимые по направлению реакции. Термодинамические условия равновесия в изолированных и закрытых системах. Константа химического равновесия. Уравнения изотермы химической реакции. Прогнозирование смещения химического равновесия. Понятие о гомеостазе и стационарном состоянии живого организма.</p> <p>Предмет и основные понятия химической кинетики. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Скорость реакции, средняя скорость, истинная скорость. Классификации реакций, применяющиеся в кинетике: реакции гомогенные, гетерогенные и микрогетерогенные; реакции простые и сложные (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные). Кинетические уравнения. Период полупревращения. Зависимость скорости реакции от концентрации и температуры. Температурный коэффициент скорости реакции и его особенности для биохимических процессов. Понятие о теории активных соударений. Энергетический профиль реакции; энергия активации; уравнение Аррениуса. Понятие о теории переходного состояния. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетический профиль каталитической реакции. Особенности каталитической активности ферментов.</p>	
2.	<p>Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц</p>	<p>Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее уникальную роль как единственного биорастворителя. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды. Зависимость растворимости веществ в воде от соотношения гидрофильных и гидрофобных свойств. Способы выражения концентрации растворов и переход от одного из используемых в медицине видов концентрации к другим.</p> <p>Химический эквивалент вещества. Молярная концентрация эквивалента вещества. Закон эквивалентов. Точка эквивалентности и способы ее фиксирования. Титриметрический анализ. Способы</p>	ОПК 6 А,Б

		<p>титрования: прямое, обратное, косвенное. Ацидиметрия и алкалиметрия: титранты, их стандартизация; индикаторы. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества по данным титриметрического анализа. Использование титриметрических методов в медицине и биологии.</p> <p>Термодинамика растворения. Физическая и химическая теория растворов. Растворимость газов в жидкостях и ее зависимость от различных факторов. Законы Генри и Дальтона. Влияние электролитов на растворимость газов. Закон Сеченова. Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Закон Рауля и следствия из него: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора. Осмос, осмотическое давление: закон Вант-Гоффа.</p> <p>Элементы теории растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты. Константа ионизации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Теория растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Ионная сила раствора, активность и коэффициент активности ионов. Электролиты в организме. Осмотические свойства растворов электролитов. Осмоляльность и осмолярность биологических жидкостей и перфузионных растворов. Представления о применении в медицине и биологии эбулиометрии, криометрии, осмометрии. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Изотонический коэффициент. Понятия об изоосмии (электролитном гомеостазе). Роль осмоса в биологических системах. Плазмолиз и цитолиз.</p>	
3.	<p>Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем</p>	<p>Кислоты и основания. Основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури: молекулярные и ионные кислоты и основания, сопряженная протолитическая пара, амфолиты. Водородный показатель рН. Основные положения теории кислот и оснований Льюиса. Протолитическое гомогенное равновесие. Ионизация слабых кислот и оснований. Константа кислотности и основности. Связь между константой кислотности и константой основности в сопряженной протолитической паре. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Амфолиты. Изоэлектрическая точка.</p> <p>Буферное действие - основной механизм протолитического гомеостаза в организме. 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 гомеостазе организма. Применение реакции нейтрализации в фармакотерапии:</p>	ОПК 6 А,Б



		<p>лекарственные средства с кислотными и основными свойствами.</p> <p>Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Константа растворимости. Условия образования и растворения осадков. Реакции, лежащие в основе образования неорганического вещества костной ткани гидроксидфосфата кальция. Механизм функционирования кальций-фосфатного буфера. Явление изоморфизма: замещение в гидроксидфосфате кальция гидроксид-ионов на ионы фтора, ионов кальция на ионы стронция. Реакции, лежащие в основе образования конкрементов: уратов, оксалатов, карбонатов. Применение хлорида кальция и сульфата магния в качестве антидотов. Реакции осаждения в методах количественного анализа. Аргентометрия: прямое и обратное титрование.</p> <p>Строение комплексных соединений: центральный атом и лиганды, координационное число и дентатность, внешняя и внутренняя координационная сфера. Изомерия комплексных соединений. Пространственное строение комплексных соединений. Классы комплексных соединений. Реакции замещения лигандов. Константа нестойкости комплексного иона. Комплексонометрическое титрование в клинической практике. Представления о строении металлоферментов и других биоконплексных соединений (гемоглобин, цитохромы, кобаламины). Физико-химические принципы транспорта кислорода гемоглобином. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения. Механизм токсического действия тяжелых металлов и мышьяка. Термодинамические принципы хелатотерапии. Механизм цитотоксического действия соединений платины.</p> <p>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. Константа окислительно-восстановительного процесса. Токсическое действие окислителей (нитраты, нитриты, оксиды азота). Обезвреживание кислорода, пероксид водорода и супероксид-иона. Применение редокс-реакций для детоксикации. Окислительно-восстановительное титрование: иодометрия и перманганатометрия. Потенциометрия. Обратимые электроды 1 и 2 рода. Измерение электродных потенциалов. Электроды сравнения: водородный и хлорсеребряный. Ионселективные электроды; их использование для измерения концентрации ионов водорода (стеклянный электрод), калия, кальция,</p>	
--	--	--	--

		натрия в биожидкостях. Потенциометрическое титрование.	
4.	Химия дисперсных систем в функционировании организма	<p>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 Дюкло-Траубе). Изотерма адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое и структура биологических мембран.</p> <p>Адсорбционные равновесия на неподвижных границах раздела фаз. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбция газов на твердых телах. Адсорбция из растворов. Уравнение Лэнгмюра. 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.</p> <p>Хроматография. Классификация хроматографических методов по доминирующему механизму разделения веществ. Идентификация веществ на хроматограммах и их количественное определение. Применение тонкослойной, бумажной, газо-жидкостной, высокоэффективной жидкостной, молекулярно-ситовой хроматографии в медико-биологических исследованиях.</p> <p>Классификация дисперсных систем по степени дисперсности; по агрегатному состоянию фаз; по силе межмолекулярного воздействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Природа коллоидного состояния. Получение и свойства дисперсных систем. Получение суспензий, эмульсий, коллоидных растворов. Строение мицеллы. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки. Молекулярно-кинетические свойства коллоиднодисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие. Оптические свойства: рассеяние света (уравнение Релея). 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 устойчивость лиозолей. Факторы, влияющие на устойчивость лиозолей. Коагуляция.</p>	ОПК 6 А,Б

		<p>Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди. Кинетика коагуляции. Взаимная коагуляция. Коллоидная защита, пептизация.</p> <p>Коллоидные ПАВ; биологически важные коллоидные ПАВ (мыла, детергенты, желчные кислоты). Мицеллообразование в растворах ПАВ, определение ККМ. Липосомы. Свойства растворов ВМС. Особенности растворения ВМС как следствие их структуры. Форма макромолекул. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимости величины набухания от различных факторов. Осмотическое давление растворов биополимеров: уравнение Галлера. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения. Онкотическое давление плазмы и сыворотки крови. Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание биополимеров из раствора. Денатурация биополимеров. Коацервация и ее роль в биологических системах. Застудневание растворов ВМС. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.</p>	
5.	Теоретические основы биоорганической химии.	<p>Биоорганическая химия, ее предмет, задачи. Классификация органических реакций и реагентов. Основные классы органических соединений. Реакции электрофильного и нуклеофильного типа - как основа понимания аналогичных реакций в организме, а также синтеза лекарственных веществ и аналогов природных соединений.</p> <p>Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений. Поляризация связей и электронные эффекты. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители в неароматических и ароматических соединениях. Сопряжение и сопряженные системы. Виды сопряжения.</p> <p>Кислотность и основность органических соединений. Общие закономерности в изменении кислотных и основных свойств во взаимосвязи с природой атома в кислотном и основном центрах, электронными эффектами заместителей при этих центрах. Кислотно-основные свойства гетероциклических соединений.</p> <p>Изомерия биоорганических соединений. Виды изомерии: структурная и пространственная. Биологическая роль структурной изомерии органических соединений (<math>\alpha</math>-гидрокси-, оксо-, аминокислоты, расположение двойных связей в полиеновых кислотах). Динамическая структурная изомерия (прототропная таутомерия) – кето-енольная и лактим-лактаминная. Факторы, стабилизирующие таутомерные формы. Значение таутомерных превращений в биологических процессах.</p>	ОПК 6 А,Б

		<p>Пространственное строение органических соединений, взаимосвязь с проявлением биологической активности. Понятия - конформация и конфигурация. Стереои́зомерия моно- и полиенов. π-Диастереомеры (цис- и транс-изомеры). Оптическая изомерия. Оптическая активность. Хиральные и ахиральные молекулы. Абсолютная и относительная конфигурации органических молекул: энантиомеры L- и D-ряда. Значение изомерии в проявлении токсических свойств ксенобиотиков по отношению к организму человека.</p> <p>Механизмы биорганических реакций. Классификация органических реакций по результату (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировки, окислительно-восстановительные) и по механизму - радикальные, ионные (электрофильные, нуклеофильные). Понятия - субстрат, реагент, реакционный центр.</p> <p>Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях, образование активных промежуточных частиц, электронное, пространственное строение, факторы, обуславливающие их относительную устойчивость.</p> <p>Биорганические соединения с сопряженными системами связей. Сопряженные системы с открытой цепью: 1,3-диены, полиены, α, β-ненасыщенные карбонильные соединения, α,β-ненасыщенные карбоновые кислоты. Медико-биологическое значение полиенов-антиоксидантов и витаминов. Сопряженные системы с замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности. Полициклические ароматические соединения - токсичные факторы окружающей среды. Гетероциклические ароматические соединения. Влияние таутомерной формы на проявление ароматических свойств. Медико-биологическое значение ароматических гетероциклических систем.</p> <p>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.</p>	
--	--	--	--

#### 4.2. Разделы дисциплин и трудоемкость по видам учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы					Всего часов
		аудиторная				внеаудиторная	
		Лекц.	Практ.	Сем.	Лаб.		СРС

			Зан.		Зан.		
1.	Физико-химические основы протекания химических реакций в условиях организма. Элементы химической термодинамики, биоэнергетики и кинетики.	2	6			2	10
2.	Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц.	2	9			2	13
3.	Основные типы химических равновесий и процессов жизнедеятельности.	4	12			4	20
4.	Химия дисперсных систем в функционировании организма.	4	7			4	15
5.	Теоретические основы биоорганической химии.	4	6			4	14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>	<b>40</b>			<b>16</b>	<b>72</b>

## 5. Тематический план лекций

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1.	Физико-химические основы протекания химических реакций в условиях организма. Элементы химической термодинамики, биоэнергетики и кинетики.	<b>Лекция 1.</b> Термодинамические основы функционирования живых организмов. Понятие об общем гомеостазе организма.	2
2.	Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц.	<b>Лекция 2.</b> Теория растворов как основа качественных и количественных характеристик внутренней среды организма.	2
3.	Основные типы химических	<b>Лекция 3.</b> Физико-химические основы водно-электролитного баланса организма. Буферное действие	2

	равновесий и процессов жизнедеятельности.	как основной механизм протолитического гомеостаза.	
		<b>Лекция 4.</b> Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения.	2
4.	Химия дисперсных систем в функционировании организма.	<b>Лекция 5.</b> Поверхностные явления в функционировании живых систем. Адсорбционная терапия.	2
		<b>Лекция 6.</b> Физикохимия дисперсных систем в функционировании организмов. Кровь как сложная дисперсная система.	2
5.	Теоретические основы биоорганической химии.	<b>Лекция 7.</b> Классификация и реакционная способность органических веществ как результат взаимного влияния атомов в молекуле.	2
		<b>Лекция 8.</b> Стереизомерия важнейших классов биологически активных соединений как компонент их биологической активности.	2
<b>ВСЕГО:</b>			<b>16</b>

## 6. Тематический план практических занятий (семинаров)

№ раздела	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Формы контроля		Трудоемкость (час)
			текущего	рубежного	
1.	Физико-химические основы протекания химических реакций в условиях организма. Элементы химической термодинамики, биоэнергетики и кинетики.	<b>ПЗ.1.</b> Правила работы в химической лаборатории. Основные понятия и законы химии. Закон эквивалентов и его применение в медико-биологической практике	Решение ситуационных задач.		3
		<b>ПЗ. 2.</b> Основы термодинамических расчетов. Определение энтальпий химических реакций и калорийности пищевых продуктов. Изучение равновесий в гомогенных системах на примере гидролитических процессов.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
2.	Учение о растворах. Классификация	<b>ПЗ. 3.</b> Способы выражения концентрации веществ в растворах. Приготовление растворов с заданной концентрацией.	Тестирование, решение		3

	я веществ, основанная на природе переносимых частиц.	Переход от одного вида концентрации к другому. Понятие о рН.	ситуационных задач		
		<b>ПЗ. 4.</b> Способы определения концентрации растворов. Титриметрический анализ. Определение кислотности биологических жидкостей.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
		<b>ПЗ. 5.</b> Свойства водных растворов. Расчет коллигативных характеристик биологических жидкостей.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
3.	Основные типы химических равновесий и процессов жизнедеятельности.	<b>ПЗ. 6.</b> Протолитические равновесия. Ионизация кислот и оснований. Изучение свойств буферных систем.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
		<b>ПЗ. 7.</b> Редокс-титрование в клинической практике. Потенциометрическое титрование биологических жидкостей.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
		<b>ПЗ. 8.</b> Количественная характеристика растворимости соединений. Условия смещения гетерогенного равновесия. Методы осаждения в лабораторном анализе.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
		<b>ПЗ. 9.</b> Равновесия в растворах комплексных соединений. Количественные характеристики устойчивости комплексных соединений. Итоговое занятие по разделам 1-3.	Тестирование, решение ситуационных задач	Контрольная работа	3
4.	Химия дисперсных систем в функционировании организма.	<b>ПЗ. 10.</b> Изучение адсорбции на сорбентах различной природы. Свойства поверхностно активных веществ.	Тестирование, решение ситуационных задач		3
		<b>ПЗ. 11.</b> Коллоидные растворы: получение, свойства. Кинетика процесса коагуляции. Коагулирующее действие электролитов.	Тестирование, решение ситуационных задач		2
		<b>ПЗ. 12.</b> Свойства растворов высокомолекулярных соединений. Студни, гели. Грубодисперсные системы: суспензии, эмульсии, аэрозоли, пасты	Тестирование		2
5.	Теоретические основы биоорганической химии.	<b>ПЗ. 13.</b> Классификация и номенклатура основных классов биоорганических соединений.	Тестирование, решение ситуационных задач		2
		<b>ПЗ. 14.</b> Стереизомерия органических соединений. Таутомерия.	Тестирование, решение		2

			ситуационных задач		
		<b>ПЗ.15.</b> Зачетное занятие.			2
<b>ВСЕГО</b>					<b>40</b>

## 7. Лабораторный практикум – не предусмотрен

## 8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося

### 8.1. Содержание самостоятельной работы

№ раздела	Раздел дисциплины	Наименование работ	Трудоемкость (час)
1.	Физико-химические основы протекания химических реакций в условиях организма. Элементы химической термодинамики, биоэнергетики и кинетики.	1.Работа с лекционным материалом. 2.Работа с учебной литературой 3.Выполнение домашнего задания к занятию. 4.Решение ситуационных задач.	2
2.	Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц.	1.Работа с лекционным материалом. 2.Выполнение домашнего задания к занятию. 3.Решение ситуационных задач.	2
3	Основные типы химических равновесий и процессов жизнедеятельности.	1.Работа с лекционным материалом. 2.Выполнение домашнего задания к занятию. 3. Решение ситуационных задач.	4
4.	Химия дисперсных систем в функционировании организма.	1.Работа с лекционным материалом. 2.Работа с учебной литературой 3.Выполнение домашнего задания к занятию.	4
5.	Теоретические основы биоорганической химии.	1.Работа с учебной литературой 2.Выполнение домашнего задания к занятию.	4
<b>ВСЕГО:</b>			<b>16</b>

### 8.2. Тематика курсовых проектов (работ) и/или реферативных работ – не предусмотрено



### 8.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины»

В качестве самостоятельного документа «Методические рекомендации для студента» в составе УМКД

## 9. Ресурсное обеспечение:

### 9.1.Основная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебник для медицинских вузов.	Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С.Берлянд и др. Ред.Ю.А.Ершов	М.: Вышш.шк., 2010 г.	390	5
2.	Практикум по общей и биоорганической химии. Учебное пособие для студентов.	Ред. В.А.Попков	М., Академия, 2005 г.	315	5

### 9.2. Дополнительная литература

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Общая химия. Учебник для медицинских вузов.	В.А. Попков, С.А. Пузаков	М, ГЭОТАР Медиа, 2007 г.	7	1
2.	Биоорганическая химия: Учебник: Учеб. пособие для студентов мед.вузов.	Н.А.Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зарубян	М, ГЭОТАР Медиа, 2011	20	5
3.	Медицинские аспекты современной химии. Учебное пособие	Н.П. Аввакумова, Е.Е. Катунина, М.Н. Глубокова, М.А.Кривопаало	Самара: ООО «Волга Документ» , - 2016	5	20

		ва, И.В.Фомин			
4.	Практикум по химии. Учебно-методическое пособие	Н.П. Аввакумова, М.А.Кривопаолова, М.Н. Глубокова, Е.Е. Катунина, И.В.Фомин, А.В. Жданова.	Самара: ООО «Волга Документ», - 2016г	5	50

**9.3. Программное обеспечение** - общесистемное и прикладное программное обеспечение, в том числе:

- программные средства общего назначения: текстовые редакторы Microsoft Office.

#### **9.4. Ресурсы информационно-телекоммуникативной сети «Интернет»**

*Ресурсы открытого доступа*

1. Chemlib.ru,
2. Chemisty.ru,
3. ChemPort.ru

*Информационно-образовательные ресурсы*

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. ЭБС «Консультант студента» [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)
4. Сайты Высших учебных медицинских заведений

*Информационно-справочная система*

[www.chemway.ru/bd\\_chem/structure/index\\_preface.php](http://www.chemway.ru/bd_chem/structure/index_preface.php) - Информационно-справочная система для анализа и решения задач.

#### **9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций,
- лекционная аудитория, оснащенная экраном,
- мультимедийная установка;
- ноутбук,
- микрофон.

Лабораторные занятия:

- аудитории, оснащённые химическими лабораторными столами;
- наборы химической посуды и оборудования;
- реактивы;
- таблицы.

#### **10. Использование инновационных (активных и интерактивных) методов обучения**

Используемые активные методы обучения при изучении данной дисциплины составляют 9 % от объема аудиторных занятий.

№	Наименование раздела	Формы занятий с использованием	Трудоемкос
---	----------------------	--------------------------------	------------

		активных и интерактивных образовательных технологий	ть (час.)
1.	Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц.	Лекция 2. Теория растворов как основа качественных и количественных характеристик внутренней среды организма. <b>Проблемная лекция</b>	1
2.	Учение о растворах. Классификация веществ, основанная на природе переносимых частиц.	ПЗ. 4. Способы определения концентрации растворов. Титриметрический анализ. Определение кислотности биологических жидкостей. <b>ПЗ на основе кейс-метода (обучающее)</b>	1
		ПЗ.5. Свойства водных растворов. Расчет коллигативных характеристик биологических жидкостей. <b>ПЗ на основе кейс-метода (обучающее)</b>	2
3.	Основные типы химических равновесий и процессов в жизнедеятельности	Лекция 3. Физико-химические основы водно-электролитного баланса организма. Буферное действие как основной механизм протолитического гомеостаза. <b>Лекция «обратной связи» - лекция-дискуссия</b>	1
ВСЕГО:			5

### 11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации: примеры оценочных средств для промежуточной аттестации, процедуры и критерии оценивания

(Фонд оценочных средств в форме самостоятельного документа в составе УМКД)

#### Процедура проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия» для студентов, обучающихся по специальности Сестринское дело - 34.03.01 проводится в форме зачета.

Зачет проводится на последнем практическом занятии. Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам билетов. Билет состоит из двух теоретических вопросов и ситуационной задачи.

Студенты могут пользоваться периодической таблицей химических элементов Д.И. Менделеева, таблицей растворимости, электрохимическим рядом напряжений, непрограммируемым калькулятором.

#### Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Предмет и задачи химии в системе подготовки врача.

2. Основные понятия и законы химии. Квантово-механическая модель атома.
3. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева. Электронные типы элементов (s-, p-, d- и f-блоки). Теория В.И.Вернадского. Понятие биогенности химических элементов. Химические аспекты охраны окружающей среды.
4. Химическая связь.
5. Химический эквивалент вещества.
6. Предмет и методы химической термодинамики. Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии в организме.
7. Первое начало термодинамики. Закон Гесса. Применение первого начала термодинамики к биосистемам. Второе начало термодинамики. Прогнозирование направления самопроизвольно протекающих процессов в изолированной и закрытой системах; роль энтальпийного и энтропийного факторов. Стандартная энергия Гиббса реакции.
8. Термодинамика открытых систем. Химическая термодинамика как теоретическая основа биоэнергетики. Примеры экзергонических и эндергонических процессов, протекающих в организме. Понятие о гомеостазе и стационарном состоянии живого организма.
9. Предмет и основные понятия химической кинетики. Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов.
10. Роль воды и растворов в жизнедеятельности. Способы выражения концентрации растворов и переход от одного из используемых в медицине видов концентрации к другим.
11. Титриметрический анализ. Использование титриметрических методов в клинике.
12. Термодинамика растворения. Физическая и химическая теория растворов.
13. Растворимость газов в жидкостях и ее зависимость от различных факторов.
14. Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Осмоляльность и осмолярность биологических жидкостей и перфузионных растворов. Представления о применении в медицине и биологии эбулиометрии, криометрии, осмометрии. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Изотонический коэффициент. Понятия об изоосмии (электролитном гомеостазе).
15. Элементы теории растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты. Электролиты в организме.
16. Кислоты и основания. Основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури, основные положения теории кислот и оснований Льюиса.
17. Буферные системы – основные регуляторы протолитического гомеостаза в организме.
18. Гетерогенные реакции в растворах электролитов. Реакции, лежащие в основе образования неорганического вещества костной ткани - гидроксидфосфата кальция.
19. Строение комплексных соединений: центральный атом и лиганды, координационное число и дентатность, внешняя и внутренняя координационная сфера. Физико-химические принципы транспорта кислорода гемоглобином. Металло-лигандный гомеостаз и причины его нарушения. Механизм токсического действия тяжелых металлов и мышьяка. Термодинамические принципы хелатотерапии.
20. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Механизм возникновения электродного и редокс-потенциалов. Уравнения Нернста-Петерса. Ионселективные электроды; их использование для измерения концентрации ионов водорода (стеклянный электрод), калия, кальция, натрия в биожидкостях. Потенциометрическое титрование.
21. Адсорбционные равновесия и процессы на подвижных и неподвижных границах раздела фаз. Избирательная адсорбция. Значение адсорбционных процессов для жизнедеятельности. Физико-химические основы адсорбционной терапии, гемосорбции, применения в медицине ионитов. Хроматография.

22. Классификация дисперсных систем. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Физико-химические принципы функционирования искусственной почки. Коагуляция. Порог коагуляции и его определение, правило Шульце-Гарди. Кинетика Коллоидная защита, пептизация.

23. Коллоидные ПАВ; биологически важные коллоидные ПАВ (мыла, детергенты, желчные кислоты). Онкотическое давление плазмы и сыворотки крови. Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание биополимеров из раствора.

24. Биоорганическая химия, ее предмет, задачи. Классификация органических реакций и реагентов. Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений.

25. Кислотность и основность органических соединений. Кислотно-основные свойства гетероциклических соединений.

26. Изомерия биоорганических соединений. Биологическая роль структурной изомерии органических соединений ( $\alpha$ -гидрокси-, оксо-, аминокислоты, расположение двойных связей в полиеновых кислотах). Динамическая структурная изомерия (прототропная таутомерия) – кето-енольная и лактим-лактаманная. Значение таутомерных превращений в биологических процессах.

27. Оптическая изомерия. Оптическая активность.. Значение изомерии в проявлении токсических свойств ксенобиотиков по отношению к организму человека.

28. Механизмы биоорганических реакций. Понятия - субстрат, реагент, реакционный центр.

29. Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях, образование активных промежуточных частиц, электронное, пространственное строение, факторы, обуславливающие их относительную устойчивость.

30. Биоорганические соединения с сопряженными системами связей. Медико-биологическое значение ароматических гетероциклических систем.

31. Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ.

### Пример билета к зачету

1. Химический эквивалент вещества. Фактор эквивалентности. Молярная масса эквивалента. Закон эквивалентов, его использование в титриметрическом анализе.

2. Явление осмоса и осмотическое давление. Гипо-, гипер- и изотонические растворы. Изотонический коэффициент. Понятия об изоосмии (электролитном гомеостазе). Роль осмоса в биологических системах. Плазмолиз и цитолиз.

3. Проба муравьиной кислоты массой 2,32 г разбавлена водой в мерной колбе вместимостью 100 мл. На титрование 10,0 мл разбавленного раствора затрачено 7,2 мл титранта с молярной концентрацией гидроксида калия  $0,1500 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте массовую долю муравьиной кислоты в исходном растворе.

### Критерий оценки

Оценка «зачтено» ставится студенту, показавшему знание основных положений учебной дисциплины, умение решить конкретную практическую задачу из числа предусмотренных рабочей программой, использовать рекомендованную учебную и справочную литературу.

Оценка «не зачтено» - студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки; допустил существенные ошибки в ответе на ситуационные задачи, неверно отвечал на дополнительно заданные ему вопросы.

## 12. Методическое обеспечение дисциплины

Методическое обеспечение дисциплины разрабатывается в форме отдельного комплекта документов: «Методические рекомендации к лекциям», «Методические рекомендации к практическим занятиям», «Фонд оценочных средств», «Методические рекомендации для студента» (в составе УМКД).

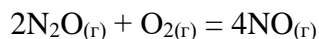
**Примеры оценочных средств для рубежного контроля успеваемости:  
(контрольная работа)**

### Образец контрольной работы №1 ПЗ №9

1. Проверьте, нет ли угрозы, что оксид азота (I), применяемый в медицине в качестве наркотического средства, будет окисляться кислородом воздуха до токсичного оксида азота (II):  $2N_2O_{(г)} + O_{2(г)} = 4NO_{(г)}$
2. Определите калорийность пищевого продукта массой 350 г, содержащего 50% воды, 30% белков, 15% жиров и 5% углеводов.
3. В медицинской практике часто пользуются 0,9%-ным раствором NaCl ( $\rho = 1$  г/мл). Вычислить: 1) молярную концентрацию 2) титр этого раствора; 3) массу соли, введенную в организм при вливании 400 мл этого раствора.
4. Чему равно осмотическое давление 5%-ного раствора глюкозы ( $\rho=1,09$ ) при температуре 37°C.
5. К 100 мл крови для изменения pH от 7,36 до 7,00 надо добавить 3,6 мл соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л. Какова буферная емкость по кислоте?

#### Эталон ответа

1. Проверьте, нет ли угрозы, что оксид азота (I), применяемый в медицине в качестве наркотического средства, будет окисляться кислородом воздуха до токсичного оксида азота (II):



Решение.

$$\Delta G^0_{р-ции} = 4 \cdot \Delta G^0_{обр}(NO_{(г)}) - 2 \cdot \Delta G^0_{обр}(N_2O_{(г)}) = \\ = 4 \cdot 87 - 2 \cdot 104 = 140 \text{ кДж/моль.}$$

**Ответ:** так как  $\Delta G^0 > 0$ , то окисление  $N_2O$  до  $NO$  (при с.у.) происходит не может.

2. Определите калорийность пищевого продукта массой 350 г, содержащего 50% воды, 30% белков, 15% жиров и 5% углеводов.

#### Решение

$$m(\text{белков}) = 350 \cdot 0,30 = 105 \text{ г;}$$

$$m(\text{углеводов}) = 350 \cdot 0,05 = 17,5 \text{ г;}$$

$$m(\text{жиров}) = 350 \cdot 0,15 = 52,5 \text{ г.}$$

Калорийность белков и углеводов составляет 17,1 кДж/г, калорийность жиров равна 38,0 кДж/г. Калорийность пищевого продукта равна

$$105 \cdot 17,1 + 17,5 \cdot 17,1 + 52,5 \cdot 38,0 = 4089,75 \text{ кДж,}$$

$$\text{Или } 4089,75 / 4,18 = 978,4 \text{ ккал} \quad (1 \text{ ккал} = 4,18 \text{ кДж}).$$

**Ответ:** калорийность пищевого продукта составляет 4089,75 кДж, или 978,4 ккал.

**3.** В медицинской практике часто пользуются 0,9%-ным раствором NaCl ( $\rho = 1$  г/мл). Вычислить: 1) молярную концентрацию 2) титр этого раствора; 3) массу соли, введенную в организм при вливании 400 мл этого раствора.

**Решение**

$$1) C(\text{NaCl}) = \frac{m(x) \cdot 1000}{M(x) \cdot V} = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M(x)} = \frac{0,9 \cdot 1 \cdot 10}{58,5} = 0,154 \text{ моль/л}$$

$$2) T(\text{NaCl}) = \frac{m(x)}{V_{p-pa}(\text{мл})} = \frac{C(x) \cdot M(x)}{1000} = \frac{0,154 \cdot 58,5}{1000} = 0,00900 \text{ г/мл}$$

$$3) m(\text{NaCl}) = 0,00900 \text{ г/мл} \cdot 400 \text{ мл} = 3,6 \text{ г}$$

**Ответ:**  $C_m(\text{NaCl}) = 0,154$  моль/л,  $T(\text{NaCl}) = 0,00900$  г/мл,  $m(\text{NaCl}) = 3,6$  г.

**4.** Чему равно осмотическое давление 5%-ного раствора глюкозы ( $\rho = 1,09$ ) при температуре 37°C.

**Решение**

В соответствии с законом Вант-Гоффа осмотическое давление разбавленных растворов неэлектролитов рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{осм}} = C_m RT,$$

где  $C_m$  – молярная концентрация, моль/л;

$R$  – универсальная газовая постоянная, равная 8,31 кПа·л/(моль·К)

$T$  – абсолютная температура, К.

Рассчитываем молярную концентрацию данного раствора:

$$C_m = \omega \cdot \rho \cdot 10 / M$$

$$C_m = 5 \cdot 1,09 \cdot 10 / 180 = 0,303 \text{ моль/л}$$

Абсолютная температура равна  $37 + 273 = 310$  К.

таким образом, осмотическое давление данного раствора составляет:

$$P_{\text{осм}} = 0,303 \cdot 8,31 \cdot 310 = 780,56 \text{ кПа.}$$

**Ответ:**  $P_{\text{осм}} = 780,56$  кПа.

**5.** Буферная емкость определяется числом моль-эквивалентов сильной кислоты или щелочи, которое надо добавить к 1 л буферного раствора, чтобы изменить его pH на единицу.

$$B = \frac{n_{\text{э}}}{|pH_1 - pH_2| \cdot V_{\text{б.р.}}} = \frac{C_{\text{э}} \cdot V_{\text{эл-га}}}{|pH_1 - pH_2| \cdot V_{\text{б.р.}}} = \frac{0,1 \cdot 3,6}{|7,36 - 7,00| \cdot 100} = 0,01 \text{ моль/л.}$$

### Критерии оценивания

оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно выполнены все 5 задач;

оценка «хорошо» выставляется, если решены 4 задачи или решены 5 задач, но имеются незначительные ошибки;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если решены 3 задачи или решены 4 задачи, но имеются существенные ошибки;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если решена 1 и менее задач.





R – универсальная газовая постоянная, равная 8,31 кПа·л/(моль·К)

T – абсолютная температура, К.

Взаимосвязь изотонического коэффициента и степени диссоциации выражается уравнением:

$$i = 1 + \alpha(n - 1),$$

где  $\alpha$  – степень диссоциации (в долях единицы);

n – число ионов, на которые распадается молекула электролита.

$$i = 1 + 0,8(2 - 1) = 1,8$$

Подставив выражение молярной концентрации в формулу для нахождения осмотического давления, вычислим массу натрия хлорида:

$$C_m = m \cdot 1000 / (M \cdot V_{p-pa})$$

$$P_{осм} = i \cdot m \cdot 1000 / (M \cdot V_{p-pa}) RT,$$

$$\text{откуда } m = \pi \cdot M \cdot V_{p-pa} / i \cdot 1000 RT$$

$$m = 780 \cdot 58,5 \cdot 100 / (1,8 \cdot 1000 \cdot 8,31 \cdot 310) = \mathbf{0,98 \text{ г.}}$$

### Критерии оценки

- «**зачтено**» - студент правильно решил задачу - привел необходимые формулы и произвел расчет по ним (допускаются незначительные, легко устранимые недочеты - не указана размерность единиц, имеются математические ошибки в расчетах молярной массы веществ, и т.д.); полно с глубоким знанием материала или достаточно убедительно с незначительными ошибками правильно ответил на вопросы.

- «**не зачтено**» выставляется студенту, если задание не выполнено или выполнены не полностью, допущены существенные ошибки; если студент обнаружил существенные пробелы в знании основного учебно-программного материала.

**13. Лист изменений**

№	Дата внесения изменений	№ протокола заседания кафедры, дата	Содержание изменения	Подпись