

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,
фармацевтическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра здравоохранения
Республики Беларусь,
Председатель Учебно-методического
объединения по высшему
медицинскому, фармацевтическому
образованию

Е.Н.Кроткова

Регистрационный № УПД-091-020 /пр.

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальности

7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело»

СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования
«Гомельский государственный
медицинский университет»

И.О.Стома

СОГЛАСОВАНО

Начальник Республиканского
центра научно-методического
обеспечения медицинского и
фармацевтического образования
государственного учреждения
образования «Белорусская
медицинская академия
последипломного образования»

Л.М.Калацей

08.06.2023

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления кадровой
политики, учреждений образования
Министерства здравоохранения
Республики Беларусь

О.Н.Коллюпанова

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.Г.Тюлькова, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

В.В.Болтromeюк, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент;

А.И.Макаренко, доцент кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент;

М.В.Одинцова, старший преподаватель кафедры общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;

В.Н.Бурдь, заведующий кафедрой химии и биотехнологии учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я.Купалы», доктор химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

(протокол № 5 от 15.04.2023);

Кафедрой общей и биоорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»

(протокол № 10 от 17.04.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»

(протокол № 14 от 04.05.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»

(протокол № 7 от 27.04.2023);

Научно-методическим советом по медико-диагностическому делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию

(протокол № 2 от 04.05.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Медицинская химия» – учебная дисциплина модуля «Химический модуль 1», содержащая систематизированные научные знания о химических веществах и их превращениях, сопровождающихся изменением состава, строения и свойств, а также о физико-химических методах качественного и количественного анализа биологических жидкостей организма человека, растворов лекарственных средств и биополимеров.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от _____ № __; примерным учебным планом по специальности 7-07-0911-04 «Медико-диагностическое дело» (регистрационный № 7-07-09-004/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 24.11.2022, первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 20.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Медицинская химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для применения знаний о химических и физико-химических основах процессов жизнедеятельности организма человека и методах исследования биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров при решении диагностических, научно-исследовательских и иных задач профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины «Медицинская химия» состоят в формировании у студентов научных знаний и современных представлений о химической термодинамике и кинетике химических реакций, являющихся теоретической основой биоэнергетики и энзимологии; растворах, являющихся научной базой для изучения электролитного баланса, кислотно-щелочного равновесия, диффузионных и осмотических явлений, физико-химии физиологических и патологических гомо- и гетерогенных систем в организме человека; основных положениях электрохимии как основы биоэлектрохимии и электрохимических методов исследования в биологии и медицине; физико-химии поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений, способствующих пониманию структуры биологических мембран, сущности процессов гемо- и лимфосорбции, энтеросорбции, умений и навыков, необходимых для:

диагностики процессов жизнедеятельности в организме человека;

применения современных химических и физико-химических методов при проведении лабораторных диагностических исследований и разработки новых методов диагностики.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Медицинская химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Медицинская и биологическая физика», «Нормальная физиология», «Биологическая химия», «Фармакология».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

использовать знания о современных химических и физико-химических методах исследования биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров для произведения расчетов на основании проведенных исследований.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 118 академических часов, из них 78 аудиторных и 40 часов самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы текущей аттестации: экзамен (1 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
1. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики	7	4	3
1.1. Химическая термодинамика как основа биоэнергетики	5	2	3
1.2. Направление биохимических процессов	2	2	-
2. Основы учения о растворах	27	6	21
2.1. Учение о химическом эквиваленте	3	-	3
2.2. Учение о растворах. Способы выражения состава растворов	3	-	3
2.3. Элементы теории растворов слабых и сильных электролитов	3	-	3
2.4. Типы протолитических реакций	3	-	3
2.5. Буферные растворы и системы организма	5	2	3
2.6. Коллигативные свойства растворов	5	2	3
2.7. Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита»	5	2	3
3. Основы химической кинетики. Катализ и катализаторы	5	2	3
4. Электрохимия	11	2	9
4.1. Электропроводность растворов электролитов. Теория возникновения электрических потенциалов	5	2	3
4.2. Теория окислительно-восстановительных реакций	3	-	3
4.3. Химические источники электрического тока	3	-	3
5. Основы физико-химии поверхностных явлений	9	3	6
5.1. Адсорбция на подвижной границе раздела фаз	5	2	3
5.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела фаз	4	1	3
6. Основы физико-химии дисперсных систем	14	5	9
6.1. Физико-химические свойства дисперсных систем	5	2	3
6.2. Устойчивость коллоидно-дисперсных систем	5	2	3

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
6.3. Физико-химия растворов биополимеров	4	1	3
7. Комплексные соединения	5	2	3
Всего часов	78	24	54

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики

1.1. Химическая термодинамика как основа биоэнергетики

Предмет и задачи химической термодинамики. Классификация термодинамических систем и процессов. Системы: изолированные, закрытые, открытые. Процессы: изохорные, изобарные, изотермические, адиабатные. Понятие о фазе: гомогенные и гетерогенные системы.

Внутренняя энергия. Теплота и работа – две формы передачи энергии. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Изобарный и изохорный тепловые эффекты. Закон Гесса и следствия из него. Стандартные теплоты образования и сгорания. Термохимические расчеты и их использование для энергетической характеристики биохимических процессов.

Взаимосвязь между процессами обмена веществ и энергии. Калорийность основных составных частей пищи и некоторых пищевых продуктов. Расход энергии при различных режимах двигательной активности.

1.2. Направление биохимических процессов

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Понятие о термодинамике химического равновесия.

Статистическое и термодинамическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики. Применение второго закона термодинамики к биосистемам. Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал). Энтальпийный и энтропийный факторы. Критерии направления самопроизвольного протекания процессов.

Экзо- и эндоэргонические процессы в организме. Принцип энергетического сопряжения.

2. Основы учения о растворах

2.1. Учение о химическом эквиваленте

Понятие химического эквивалента. Определение фактора эквивалентности для веществ, участвующих в кислотно-основных и окислительно-восстановительных реакциях. Молярная масса эквивалента. Количество вещества эквивалента.

2.2. Учение о растворах. Способы выражения состава растворов

Роль растворов в жизнедеятельности организмов. Вода как универсальный растворитель.

Качественные способы выражения состава растворов: насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные, концентрированные и разбавленные растворы. Количественные способы выражения состава растворов: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента вещества, моляльная концентрация вещества, титр, массовая доля растворенного вещества.

2.3. Элементы теории растворов слабых и сильных электролитов

Элементы теории растворов слабых электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Основные положения теории сильных электролитов. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора как физиологическая константа.

2.4. Типы протолитических реакций

Протолитическая теория кислот и оснований. Молекулярные и ионные кислоты и основания. Сопряженная протолитическая пара. Реакции нейтрализации, гидролиза, ионизации с точки зрения протолитической теории. Вода как амфипротонный растворитель. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH как количественная мера активной кислотности и щелочности.

2.5. Буферные растворы и системы организма

Буферные системы. Классификация буферных систем и механизмы их действия. Расчет pH буферных систем. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость, факторы, влияющие на ее величину. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, гемоглобиновая, фосфатная, белковая. Понятие о кислотно-щелочном равновесии крови. Ацидоз и алкалоз.

2.6. Коллигативные свойства растворов

Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов и неэлектролитов. Законы Рауля: давление насыщенного пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры его замерзания по сравнению с чистым растворителем. Криоскопия. Эбуллиоскопия.

Осмоз и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, изотонический коэффициент Вант-Гоффа, его физический смысл. Полупроницаемые мембраны в организме. Осмолярность и осмоляльность биологических жидкостей. Гипо-, гипер- и изотонические растворы в медицине. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови. Плазмолиз и гемолиз.

2.7. Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита»

Термодинамика растворения. Растворимость твердых веществ, жидкостей и газов в жидкостях, ее зависимость от различных факторов. Законы Генри и Дальтона. Влияние электролитов на растворимость газов: уравнение Сеченова. Растворимость газов в крови.

Гетерогенные равновесия в системе «насыщенный раствор – осадок малорастворимого электролита». Константа растворимости (термодинамическая,

концентрационная). Условия образования и растворения осадков. Совмещенные химические равновесия в гетерогенных системах.

Гетерогенные равновесия в жизнедеятельности человека: процессы образования основного компонента костной ткани (гидроксиапатита), конкрементов при почечнокаменной и желчнокаменной болезнях.

3. Основы химической кинетики. Катализ и катализаторы

Задачи химической кинетики. Реакции простые и сложные, гомогенные и гетерогенные. Скорость реакции и методы ее измерения. Кинетические уравнения. Константа скорости. Порядок и молекулярность реакции. Кинетические уравнения и период полупревращения реакций нулевого, 1-го и 2-го порядков. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о кинетике сложных реакций: параллельных, последовательных, сопряженных, обратимых, цепных, фотохимических.

Катализ и катализаторы. Виды катализа. Ингибиторы как отрицательные катализаторы. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа. Кислотно-основной катализ и его роль в биологических системах. Понятие о ферментативном катализе.

4. Электрохимия

4.1. Электропроводность растворов электролитов. Теория возникновения электрических потенциалов

Жидкость и ткани организма как проводники второго рода. Электрическая проводимость биологических жидкостей и тканей в норме и патологии. Электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Механизм возникновения электродных потенциалов. Расчет электродных потенциалов по уравнению Нернста-Петерса. Стандартный водородный электрод. Диффузионный и мембранный потенциалы. Уравнение Нернста. Понятие о биоэлектропотенциалах (потенциал покоя и потенциал действия).

4.2. Теория окислительно-восстановительных реакций

Основные положения электронной теории окислительно-восстановительных процессов. Электронно-ионный метод составления уравнений окислительно-восстановительных реакций. Количественные характеристики окислительно-восстановительной способности химических соединений. Окислительно-восстановительный потенциал. Критерии самопроизвольного протекания окислительно-восстановительных реакций.

4.3. Химические источники электрического тока

Измерение электродных потенциалов. Электроды сравнения (водородный, хлорсеребряный) и определения (стандартные электродные потенциалы). Водородная шкала стандартных электродных потенциалов. Химические и концентрационные гальванические элементы. Расчеты электродвижущей силы (ЭДС). Прогнозирование направления окислительно-восстановительных процессов по стандартной энергии Гиббса и по величинам окислительно-восстановительных потенциалов.

Ионоселективные электроды: стеклянный электрод. Устройство рН-метра. Потенциометрическое титрование, его сущность и использование в количественном анализе и медико-биологических исследованиях.

5. Основы физико-химии поверхностных явлений

5.1. Адсорбция на подвижной границе раздела фаз

Поверхностные явления и их значение в биологии и медицине. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества (ПИВ). Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Гиббса. Адсорбция на границе раздела жидкость-газ, жидкость-жидкость. Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое и структура биологических мембран. Применение ПАВ в медицине.

5.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела фаз

Адсорбция на границе раздела твердое тело–газ и твердое тело–жидкость (раствор). Уравнение Ленгмюра. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Хемосорбция. Адсорбция сильных электролитов (эквивалентная, избирательная, обменная). Правило Панета-Фаянса. Значение адсорбционных процессов в биосистемах. Понятие об адсорбционной терапии. Иониты и их применение в медицине.

6. Основы физико-химии дисперсных систем

6.1. Физико-химические свойства дисперсных систем

Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, по агрегатному состоянию фаз, по силе взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Коллоидные растворы. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, фильтрация (ультрафильтрация). Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов: броуновское движение, диффузия, седиментация, осмотическое давление. Оптические свойства дисперсных систем. Эффект Фарадея-Тиндаля. Электрические свойства дисперсных систем. Электрофорез и электроосмос. Механизм образования, заряд и строение двойного электрического слоя коллоидной частицы-мицеллы. Электрокинетический потенциал. Строение мицелл.

6.2. Устойчивость коллоидно-дисперсных систем

Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция. Порог коагуляции. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Правило Шульце-Гарди. Теория коагуляции Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Взаимная коагуляция зольей. Кинетика коагуляций. Коллоидная защита. Медико-биологическая роль процессов коагуляции и коллоидной защиты.

6.3. Физико-химия растворов биополимеров

Высокомолекулярные соединения (ВМС): методы получения, классификация, строение и пространственная форма макромолекул. Механизм набухания и растворения биополимеров. Влияние различных факторов на степень набухания. Вязкость растворов биополимеров. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей как

диагностический показатель. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови.

Полиэлектролиты. Изoeлектрическая точка и методы ее определения. Защитное действие ВМС, механизм, биологическая роль. Устойчивость растворов ВМС. Высаливание ВМС. Особенности осаждения белков. Коацервация.

7. Комплексные соединения

Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Комплексообразующая способность s-, p-, d-элементов. Дентантность лигандов. Биолиганды. Внутрикoмплeксные соединения. Хелаты. Реакции комплексообразования. Константы нестойкости и устойчивости комплексов. Разрушение комплексных соединений. Применение комплексных соединений в медицине.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Болтromeюк, В. В. Общая химия : пособие / В. В. Болтromeюк. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 574 с.
2. Общая и бионеорганическая химия : пособие / В. П. Хейдоров [и др.] ; под ред. В. П. Хейдорова. – Витебск : [ВГМУ], 2023. – 524, [1] с.
3. Ткачев, С. В. Общая химия : учеб. пособие / С.В. Ткачев, В.В. Хрусталеv. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 494, [1] с.

Дополнительная:

4. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. [В 2 кн.] Кн. 1 : учебник / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд ; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2018. – 214, [1] с.
5. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. [В 2 кн.] Кн. 2 : учебник / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд ; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2018. – 359, [1] с.
6. Коллоквиум по медицинской химии : сб. заданий / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, БГМУ ; В. В. Хрусталеv [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БГМУ, 2023. – 35, [3] с.
7. Лабораторные работы по медицинской химии : практикум / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, БГМУ, Каф. общей химии ; В. В. Хрусталеv [и др.]. – Минск : БГМУ, 2023. – 46 с.
8. Медицинская химия : нац. учебник / В.А. Калибабчук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская [и др.] ; под ред. В.А. Калибабчук. – 3-е изд., испр. – Киев : Медицина, 2017. – 399 с.

9. Руководство к лабораторным занятиям по общей химии : учеб.-метод. пособие / Л. В. Чернышева [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2019. – 144 с.

Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская химия» студент должен

знать:

основы химической термодинамики и кинетики химических реакций, являющихся теоретической основой биоэнергетики и энзимологии;

основы кислотно-щелочного равновесия крови (рН крови, ацидоз, алкалоз); механизм действия гидрокарбонатной буферной системы плазмы крови и гемоглобиновой буферной системы эритроцитов;

гипо-, гипер-, изотонические растворы и их применение в медицине; основные компоненты, определяющие величину осмотического и онкотического давления плазмы крови; распределение воды между клетками и внеклеточной жидкостью (гемолиз, плазмолиз);

растворимость газов в крови: особенности растворения в крови кислорода, углекислого газа и азота (гипербарическая оксигенация, кессонная болезнь);

химические основы минерализации и профилактики деминерализации костной ткани при кальций- и фосфат-дефицитных состояниях организма, образование и растворение конкрементов при мочекаменной и желчнокаменной болезнях;

основные положения электрохимии как основы биоэлектрохимических методов исследования в медицине;

физико-химические основы использования адсорбентов при гемо-, плазмо-, лимфосорбции и энтеросорбентов для извлечения из организма токсичных соединений;

физико-химические процессы и свойства дисперсных систем, факторы, определяющие их устойчивость;

химические основы строения комплексных соединений, их свойства и применение в медицине для поддержания металло-лигандного гомеостаза и выведения из организма ионов токсичных металлов, для профилактики и лечения ряда заболеваний (гемохроматоз, катаракта, атеросклероз);

уметь:

использовать термодинамические расчеты для определения направления и глубины протекания биохимических процессов;

готовить растворы заданного состава;

измерять рН исследуемых биологических жидкостей и определять буферную емкость;

правильно выбирать и выполнять базовые физико-химические методы анализа;

владеть:

методикой термохимических расчетов для характеристики энергетического баланса организма человека;
способами приготовления растворов с заданной концентрацией;
методикой проведения потенциометрического определения (прямого и косвенного) pH растворов;
методикой определения порядка химической реакции.

Примерный перечень практических навыков, формируемых при изучении учебной дисциплины

1. Приготовление раствора определенного объема с заданной массовой долей растворенного вещества.
2. Измерение pH в растворе с помощью потенциометрического метода.
3. Определение pH в изоэлектрической точке биополимера в водном растворе.
4. Подбор реактивов, химической посуды и оптимальной методики для проведения химического эксперимента.

СОСТАВИТЕЛИ:

Заведующий кафедрой общей и
биоорганической химии учреждения
образования «Гомельский государственный
медицинский университет», кандидат
биологических наук, доцент

_____ Е.Г.Тюлькова

Заведующий кафедрой общей и
биоорганической химии учреждения
образования «Гродненский
государственный медицинский
университет», кандидат химических наук,
доцент

_____ В.В.Болтromeюк

Доцент кафедры общей и биоорганической
химии учреждения образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», кандидат
биологических наук, доцент

_____ А.И.Макаренко

Старший преподаватель кафедры общей и
биоорганической химии учреждения
образования «Гомельский государственный
медицинский университет»

_____ М.В.Одинцова

Оформление примерной учебной программы и сопровождающих документов
соответствует установленным требованиям

Начальник отдела учебно-методического
обеспечения образовательного процесса
учреждения образования «Гомельский
государственный медицинский
университет»

_____ Е.М.Бутенкова