

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
2023

Регистрационный № УПД-091-067 пр. /

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия»**

СОГЛАСОВАНО


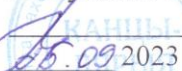
Ректор учреждения образования
«Гродненский государственный
медицинский университет»



И.Г.Жук
20.09.2023


СОГЛАСОВАНО

Начальник главного управления
организационно-кадровой работы
и профессионального образования
Министерства здравоохранения
Республики Беларусь



О.Н.Колюпанова
20.09.2023

СОГЛАСОВАНО

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


Л.М.Калацей
20.09.2023

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

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

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой общей и биорганической химии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 9 от 17.04.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»
(протокол № 8 от 18.05.2023);

Научно-методическим советом по педиатрии Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
(протокол № 2 от 19.05.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Медицинская химия» – учебная дисциплина химического модуля, содержащая систематизированные научные знания о веществах и их превращениях, сопровождающихся изменением состава, строения и свойств; физико-химической сущности побудительных мотивов, условий, способов и механизмов реализации процессов жизнедеятельности человеческого организма в норме и при патологии на молекулярном уровне.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Медицинская химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом специального высшего образования по специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.09.2023 № 302/127; примерным учебным планом по специальности 7-07-0911-06 «Педиатрия» (регистрационный № 7-07-09-006/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 24.11.2022 и первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 20.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Медицинская химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для понимания физико-химических основ соматических процессов жизнедеятельности человеческого организма и привлечения научных обобщений и современных методов исследования в ходе решения медико-биологических и медицинских проблем.

Задачи учебной дисциплины «Медицинская химия» состоят в формировании у студентов научных знаний 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 процессов в организме человека; основных положениях электрохимии как основы биоэлектрохимии и электрохимических методов исследования в биологии и медицине; основах 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:

интерпретации результатов лабораторных и физико-химических методов исследования, построения диагноза;

разработки персонализированной стратегии лечения лекарственными средствами.

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

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией: использовать знания о современных химических и физико-химических методах анализа биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров для произведения расчетов на основании проведенных исследований.

В рамках образовательного процесса по 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 90 академических часов, из них 44 аудиторных и 46 часов самостоятельной работы студента.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации студентов: зачет (1 семестр).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Количество часов аудиторных занятий	
		лекций	лабораторных
1. Химия и медицина	2	–	2
2. Учение о растворах	18	4	14
2.1. Общая характеристика растворов	2	–	2
2.2. Химический эквивалент. Закон эквивалентов	2	–	2
2.3. Титриметрические методы анализа	2	–	2
2.4. Кислотно-основное титрование	2	–	2
2.5. Оксидиметрия	2	–	2
2.6. Коллигативные свойства растворов	4	2	2
2.7. Буферные растворы	4	2	2
3. Элементы химической кинетики. Катализ	2	–	2
4. Теория комплексных соединений	2	–	2
5. Электрохимия	4	–	4
5.1. Механизм возникновения электрических потенциалов	2	–	2
5.2. Измерение электродных потенциалов. Гальванические элементы	2	–	2
6. Физическая химия поверхностных явлений	6	2	4
6.1. Адсорбция на подвижной границе раздела	4	2	2
6.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела. Хроматография	2	–	2
7. Физическая химия дисперсных систем	8	2	6
7.1. Физико-химические свойства дисперсных систем	4	2	2
7.2. Устойчивость дисперсных систем	2	–	2
7.3. Растворы биополимеров	2	–	2
8. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики	2	–	2
Всего часов	44	8	36

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Химия и медицина

Цель и задачи медицинской химии. Роль химии в развитии медицинской науки и практического здравоохранения.

2. Учение о растворах

2.1. Общая характеристика растворов

Вода как универсальный растворитель в биосистемах. Физико-химические свойства воды. Энтальпийный и энтропийный факторы и их связь с механизмом растворения. Растворимость веществ, факторы, влияющие на растворимость. Идеальные растворы. Законы Генри и Дальтона. Влияние электролитов на растворимость газов: закон Сеченова. Растворимость газов в крови. Способы выражения состава растворов: молярная концентрация, моляльность, титр, массовая доля, мольная доля. Приготовление раствора заданной концентрации путем разбавления концентрированного раствора.

2.2. Химический эквивалент. Закон эквивалентов

Понятие химического эквивалента. Фактор эквивалентности. Молярная масса эквивалента. Количество вещества эквивалента. Молярная концентрация эквивалента. Закон эквивалентов.

2.3. Титриметрические методы анализа

Классификация методов анализа. Принцип эквивалентности. Основные способы титрования в объемном анализе. Способы определения точки эквивалентности. Способы приготовления рабочих растворов.

2.4. Кислотно-основное титрование

Общая характеристика методов кислотно-основного титрования: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности. Выбор индикатора.

2.5. Оксидиметрия

Общая характеристика метода перманганатометрии: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности. Общая характеристика метода иодометрии: титранты и их стандартизация, фиксирование точки эквивалентности, определение окислителей и восстановителей. Значение титриметрического анализа в медико-биологических исследованиях.

2.6. Коллигативные свойства растворов

Коллигативные свойства разбавленных растворов. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Полупроницаемые мембраны в организме. Осмолярность и осмоляльность биологических жидкостей. Осмотическое давление плазмы крови. Распределение воды в организме человека между клетками и внеклеточной жидкостью. Плазмолиз и гемолиз. Гипо-, гипер- и изотонические растворы в медицине. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы крови. Распределение воды в организме человека между сосудистым руслом и межклеточным пространством. Обратный осмос и его роль в очистке воды.

Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания раствора.

Криоскопия. Эбулиоскопия.

Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа, его физический смысл.

2.7. Буферные растворы

Ионное произведение воды. Водородный показатель рН как количественная мера активной кислотности и щелочности. Интервал значений рН важнейших биологических жидкостей. Виды кислотности биологических жидкостей.

Протолитическая теория кислот и оснований. Молекулярные и ионные кислоты и основания. Сопряженная протолитическая пара. Классификация растворителей: протогенные, протофильные, амфипротонные. Вода как амфипротонный растворитель. Типы протолитических реакций: реакции нейтрализации, гидролиза, ионизации. Гидролиз аденозинтрифосфата как универсальный источник энергии в организме человека.

Буферные системы. Классификация буферных систем и механизм их действия. Расчет рН буферных систем. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, гемоглобиновая, фосфатная и белковая. Понятие о кислотно-щелочном равновесии крови. Ацидоз и алкалоз.

3. Элементы химической кинетики. Катализ

Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических процессов. Реакции простые и сложные.

Кинетические уравнения. Константа скорости реакции. Закон действующих масс для скорости реакции, область применения. Молекулярность и порядок реакций. Кинетические уравнения реакций нулевого, 1-го и 2-го порядков. Период полупревращения.

Зависимость скорости реакций от температуры. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Энергетический барьер реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о теориях активных соударений и переходного состояния.

Понятие о кинетике сложных реакций: параллельных, последовательных, сопряженных, обратимых, цепных. Фотохимические реакции.

Катализ. Энергетическая диаграмма каталитической реакции. Кислотно-основной катализ и его роль в биологических системах. Ферменты как биологические катализаторы, особенности их действия. Общая схема действия ферментов.

4. Теория комплексных соединений

Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Характер связи в комплексах с точки зрения метода валентных связей. Комплексообразующая способность s-, p- и d-элементов. Дентатность лигандов. Биолиганды. Понятие о металлоферментах. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Внутрикомплексные соединения. Хелаты. Реакции комплексообразования. Константы нестойкости и устойчивости комплексов. Разрушение комплексных соединений. Применение комплексных соединений в медицине.

5. Электрохимия

5.1. Механизм возникновения электрических потенциалов

Жидкость и ткани организма человека как проводники второго рода. Металлические электроды, механизм возникновения электродных потенциалов. Расчет электродных потенциалов по уравнению Нернста или Петерса. Стандартные электродные потенциалы. Окислительно-восстановительные системы и окислительно-восстановительные электроды. Окислительно-восстановительные (ОВ) потенциалы. Механизм возникновения ОВ-потенциалов. Уравнение Нернста. Диффузионный и мембранный потенциалы.

5.2. Измерение электродных потенциалов. Гальванические элементы

Измерение электродных потенциалов. Электроды сравнения: водородный, хлорсеребряный, каломельный. Гальванические элементы (химические и концентрационные), расчет электродвижущей силы. Прогнозирование направления ОВ процессов по величинам окислительно-восстановительных потенциалов.

6. Физическая химия поверхностных явлений

6.1. Адсорбция на подвижной границе раздела

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

6.2. Адсорбция на неподвижной границе раздела. Хроматография

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

Хроматография. Классификация хроматографических методов анализа по доминирующему механизму разделения веществ и по агрегатному состоянию фаз. Адсорбционная, молекулярно-ситовая (гель-фильтрация), распределительная, ионообменная и аффинная (биоспецифическая) хроматография: принцип методов и их особенности. Применение хроматографических методов в медико-биологических исследованиях.

7. Физическая химия дисперсных систем

7.1. Физико-химические свойства дисперсных систем

Коллоидные растворы. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Фильтрация, диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментация. Ультрацентрифугирование. Оптические свойства дисперсных систем. Эффект Фарадея-Тиндаля. Уравнение Рэлея. Электрические свойства дисперсных систем. Электрофорез и электроосмос. Потенциал протекания и потенциал

седиментации. Заряд и строение двойного электрического слоя коллоидной частицы. Строение мицелл.

7.2. Устойчивость дисперсных систем

Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Явление привыкания. Взаимная коагуляция. Физическая теория коагуляции Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Пептизация. Коллоидная защита. Медико-биологическая роль процессов коагуляции, пептизации и коллоидной защиты.

Особенности молекулярно-кинетических и электрических свойств аэрозолей. Использование аэрозолей в медицине. Отрицательное воздействие промышленных аэрозолей на здоровье человека (антракоз, силикоз, асбестоз, аллергозы и т. д.).

Суспензии. Способы получения и стабилизации суспензий. Молекулярно-кинетические и оптические свойства суспензий по сравнению с коллоидными растворами. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Высококонцентрированные суспензии (пасты). Использование суспензий в медицине.

Эмульсии. Методы получения и свойства эмульсий. Устойчивость эмульсий. Эмульгаторы, их природа и механизм действия. Определение типа эмульсий. Обращение фаз эмульсий. Разрушение эмульсий. Эмульсии как лекарственная форма.

Коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ): мыла, дегергенты. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Явление солубилизации. Липосомы.

7.3. Растворы биополимеров

Макромолекулярные системы (МС). Химическое строение и пространственная форма макромолекул. Типы связей в полимерах. Особенности образования растворов МС. Механизм набухания. Влияние различных факторов на степень набухания. Вязкость растворов МС. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей. Полиэлектролиты, изоэлектрическая точка и методы ее измерения. Коллигативные свойства растворов МС. Устойчивость растворов МС и факторы, ее определяющие. Застудневание. Высаливание. Коацервация. Студни. Диффузия в студнях. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.

8. Элементы химической термодинамики и биоэнергетики

Химическая термодинамика как основа биоэнергетики. Системы: изолированные, закрытые, открытые.

Внутренняя энергия. Теплота и работа – две формы передачи энергии. Первый закон термодинамики. Энтальпия.

Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. 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 человека.

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Термодинамически обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Стандартная энтропия. Критерии самопроизвольного протекания процессов.

Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал). Экзо- и эндоэргонические процессы в организме человека. Принцип энергетического сопряжения.

Понятие о химическом равновесии. Константа химического равновесия и способы ее выражения: K_c , K_p , K_a . Уравнения изотермы и изобары химической реакции.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Общая химия : пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В. В. Болтromeюк. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 576 с.

2. Общая химия : учебное пособие / С. В. Ткачев, В. В. Хрусталеv. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 495 с.

Дополнительная:

3. Общая химия : учебное пособие / В. В. Болтromeюк. – Минск : Вышэйшая школа, 2012. – 624 с.

4. Лабораторные работы по общей химии : практикум / В. В. Хрусталеv [и др.]. – Минск : БГМУ, 2019. – 35 с.

5. Сумм, Б. Д. Основы коллоидной химии / Б. Д. Сумм. – М. : Академия, 2006. – 189 с.

Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская химия» студент должен

знать:

гипо-, гипер-, изотонические растворы и их применение в биологии и медицине; основные компоненты, определяющие величину осмотического и онкотического давления плазмы крови; особенности распределения воды между клетками и внеклеточной жидкостью (гемолиз, плазмолиз); особенности распределения воды между сосудистым руслом и межклеточным пространством;

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

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

химические основы минерализации и профилактики деминерализации костной и зубной ткани при кальций-, фосфат-дефицитных состояниях организма человека (рахит, беременность);

химические основы образования и растворения конкрементов при мочекаменной и желчнокаменной болезнях;

физико-химические основы использования пористых адсорбентов при гемо-, плазмо-, лимфосорбции и энтеросорбции;

уметь:

классифицировать биогенные химические элементы по топографии и их распространенности в организме человека (макро-, микро- и ультрамикрорэлементы);

использовать термодинамические расчеты для энергетической характеристики биохимических процессов;

ориентироваться в информационном потоке, находить необходимые факты, справочные данные, библиографию по проблеме;

владеть:

методикой приготовления раствора заданного состава;

методикой проведения титриметрического анализа;

методикой измерения рН исследуемых биологических жидкостей;

методикой определения буферной емкости биологических жидкостей.

Примерный перечень практических навыков

1. Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества или с его молярной концентрацией.
2. Определение рН среды раствора при помощи индикаторов.
3. Подбор реактивов и химической посуды для проведения реакций.
4. Проведение химического эксперимента.
5. Сборка несложных установок для синтеза из химической посуды.
6. Проведение расчетов в титриметрическом анализе.

