

ЗАНЯТИЕ №1

ТЕМА: ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ. СТРОЕНИЕ АТОМА И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Цель:

Задачи

1. Познакомиться с преподавателем, историей и структурой кафедры, организацией учебно-воспитательного процесса.
2. Освоить основные навыки безопасной работы в химической лаборатории, алгоритм действий при внештатной/аварийной ситуации.
3. Изучить строение атома и типы химической связи.
4. Определять тип химической связи в химических соединениях.
5. Ознакомиться с биологической ролью микро- и макроэлементов.

1. Знакомство с группой

2. Знакомство с кафедрой. История кафедры общей и клинической биохимии №1

	<p>В рамках Ростовского Государственного Университета, частью которого наш вуз был до 1930 г., медицинский факультет не имел отдельной кафедры биохимии. Её функции выполняла кафедра медицинской химии, включавшая кроме биохимии ещё курсы физической, коллоидной и аналитической химии. В 1930 году медицинский факультет РГУ был преобразован в самостоятельный Ростовский государственный медицинский институт (РГМИ). В это время, вплоть до 1932 г., кафедрой заведовал доктор медицины, профессор Степан Михайлович Максимович, признанный в России и за рубежом учёный-ферментолог.</p>
<p>С 1932 по 1935 год кафедрой заведовал профессор Сергей Данилович Балаховский, которым совместно с профессором Владимиром Владимировичем Никольским и др. были разработаны и внедрены в практику простые и эффективные методы получения каротина, витамина С, намечена технологическая стратегия производства препарата “Витадер”.</p>	
	<p>В течение года (1935-1936) кафедрой руководил доцент Филипп Александрович Рачевский.</p>
	<p>С 1936 по 1939 г. кафедрой заведовал профессор Эдуард Эдуардович Мартинсон, при котором продолжалось изучение витаминов, их коферментная функция и способы получения. Научное направление кафедры – витаминология – сохранилось и при профессоре Леониде Михайловиче Краснянском, который заведовал кафедрой с 1940 по 1943 гг. После освобождения Ростова-на-Дону от фашистов, с 1943 по 1945 гг. кафедрой, по совместительству, заведовал профессор Новочеркасского зооветеринарного института Николай Васильевич Роменский.</p>



В 1945 году кафедру возглавил профессор Евгений Михайлович Губарев, заслуженный деятель науки Башкирской АССР, доктор медицинских и биологических наук, который создал в РГМИ новое научное направление – биохимию микроорганизмов и иммунитета.

На эту тему им были написаны три монографии, которые были переведены на многие европейские языки: “Бактериохимия” (1952), “Биохимия чумного микроба” (1958), “Обмен веществ у бактерий” (1959). Многочисленные работы, выполненные профессором Е.М. Губаревым с учениками и сотрудниками, были посвящены изучению структуры и метаболизма липидов (Е.К. Алимova, В.Л. Пустовалов, Л.М. Пустовалова), углеводов (профессор В.К. Орлова), нуклеиновых кислот микроорганизмов (профессор А.М. Поверенный, Г.Д. Болгова). Профессором Е.М. Губаревым, совместно с профессором Торсуевым, на основе липидов, выделенных из дифтерийных микробов, был разработан и внедрён в практику препарат “РД” для лечения лепры (проказы). Е.М. Губарев был руководителем и консультантом 5 докторских и 16 кандидатских диссертаций.



С 1963 по 1964 год кафедру возглавлял профессор Владимир Владимирович Никольский – замечательный учёный, очень эрудированный и интересный человек, участник Великой отечественной войны.



С 1954 по 1987 год кафедрой биохимии заведовала заслуженный деятель науки РСФСР, профессор Екатерина Константиновна Алимova – ученица профессора Е.М. Губарева, которая продолжила изучение обмена липидов в организме животных и человека в норме и при различных патологических состояниях.

В частности, изучался обмен фосфолипидов при микобактериозах (Л.И. Костромитина, А.Л. Тарабрин, Л.И. Гасанова, А.П. Шепелев, И.М. Ставиский, А.Р. Садыков и мн. др.) и при аскаридозе (О.П. Ерёмченко), что позволило предложить методы, облегчающие дифференциальную диагностику этих заболеваний.

Интересные данные были получены А.Т. Аствацатурьяном, А.П. Шепелевым, Н.С. Ломаковским, А.И. Юхновым, А.Д. Марьясиной, А.А. Бирюковой при исследовании биомассы грибов дрожжей *Candida tropicalis* и дифтерийных бактерий. Под руководством Е.К. Алимовой сотрудниками кафедры А.Т. Аствацатурьяном, И.М. Стависким, Ж.И. Шиловой был доказан синтез *in vivo* n-алканов и ВЖК с нечётным числом атомов углерода.

Большое место в исследованиях кафедры отводилось проблемам переваривания и всасывания липидов в организме человека и животных (Е.Е. Гугучкина, Н.С. Ломаковский, И.М. Ставиский, А.Т. Аствацатурьян и др.). За эти годы на базе кафедры выполнено около 80 кандидатских и 17 докторских диссертаций, написано и издано 3 монографии, 19 обзоров, 2 методических руководства по биохимии для студентов и несколько сотен научных журнальных статей.



С 1987 по 1999 г. кафедру возглавлял заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии, член-корреспондент РАН, профессор Александр Павлович Шепелев. Круг его научных интересов касался проблем реализации токсических эффектов бактериальных токсинов, роли перекисного окисления липидов при инфекционной патологии, лучевом и термическом воздействии. Под его руководством и при консультировании на кафедре были выполнены и успешно защищены кандидатские диссертации: Уваровым В.Д. (1991), Антиповым А.Ю. (1993), Шестопаловым А.В. (1995), Летуновским А.В. (1997), Али Кассемом Мухаммедом (1998).



С 1999 г. кафедру возглавляет доктор биологических наук, профессор Зоя Ивановна Микашинович. Её профессиональная судьба связана с нашим университетом с 1965 г., когда она, по окончании РГУ, пришла на работу в центральную научно-исследовательскую лабораторию (ЦНИЛ) РГМИ. Здесь она сформировалась как специалист в области биохимии патологических процессов, возглавив в 1998 г. это подразделение. Её основные исследования посвящены роли метаболических реакций в обеспечении функций органов и систем при адаптации, резистентности и повреждении организма при гипоксии различного генеза. Этой научной проблематике было посвящено свыше 450 научных работ, 50 изобретений.

Под руководством и при консультировании З.И. Микашинович успешно выполнено и защищено 40 кандидатских и 10 докторских диссертации. Она является лауреатом премии ВО-ИР. Ею теоретически обоснованы принципы профилактики и терапии, направленные на управление индивидуальной реактивностью организма человека. Апробированы в клинике схемы оценки функциональных резервов организма, его сопротивляемости и чувствительности к проводимой терапии. З.И. Микашинович является автором монографий «Инструментальные и лабораторные методы в кардиологии (1989)», «Биохимические исследования слюны в клинической практике (2004)», «Метаболические аспекты внутриутробной гипоксии плода при сердечно-сосудистой патологии у беременных» (2008).

С 2002 г. на базе кафедр общей и клинической биохимии №1 и №2, клинко-диагностической лаборатории и ЦНИЛ РостГМУ создан клинко-биохимический учебно-научно-практический комплекс (КБУНПК) под общим руководством З.И. Микашинович, который функционировал до 2013 г.

В период с 2002 защищено 8 кандидатских и 4 докторских диссертации, из них 2 – по специальности клиническая лабораторная диагностика.



С 2014 г. начался новый этап в развитии научной работы кафедры: возрождается историческое направление «биохимия микроорганизмов» на принципиально новой методической платформе «Молекулярная медицина, протеомный анализ микроорганизмов, масс-спектрометрия, клиническая лабораторная диагностика, биологическая безопасность» под руководством д.б.н., профессора кафедры Н.Р. Телесманич, которая защитила кандидатскую и докторскую диссертации в Ростовском противочумном институте под руководством заслуженного деятеля науки РФ, профессора Ю.М. Ломова, пройдя путь от аспиранта до заместителя директора по научной работе.

В рамках данного направления Н.Р. Телесманич разработаны вариативный курс «Основы биобезопасности, молекулярная медицина, клиническая лабораторная диагностика», основная образовательная программа для аспирантов по направлению подготовки «Биологические науки», профиль «биохимия», включающая разделы геномики, транскриптомики, механизмов и методов изучения генетической изменчивости, метаболической инженерии с использованием моноклональных антител, протеомный анализ и масс-спектрометрия. В рамках этой программы на кафедре обучаются аспиранты С.О. Чайка, тема квалификационной работы: «Биохимический анализ константных рибосомальных белков микроорганизмов с применением MALDI-TOF-масс-спектрометрии». С.О. Чайка – стипендиат губернатора Ростовской области.



Планирование очередной конференции с международным участием (зав. каф. фармацевтической химии и фармакогнозии, доц. Е.С. Белоусова, зав. каф. общей и клинической биохимии №1, проф. З.И. Микашинович, доц. А.В. Летуновский).

Продолжается работа в традиционных научных направлениях кафедры: репродуктивное здоровье (О.Г. Саркисян), эндокринология (А.В. Летуновский). Развивается сотрудничество с учениками кафедры, возглавляющими подразделения вуза (Е.С. Белоусова).

С 2004 г. сотрудниками кафедры получено 9 патентов на изобретения, результаты которых внедрены в практику здравоохранения.

Под эгидой кафедры проведено 15 научно-практических конференций с международным участием «Обмен веществ при адаптации и повреждении – Дни молекулярной медицины на Дону»

<http://rostgmu.ru/archives/42056>.

Большое внимание на кафедре уделяется научной работе студентов. В 2015 г. МНК кафедры занял I место в конкурсе «Лучший МНК года среди фундаментальных кафедр».



Куратор МНК – доцент Николай Семёнович Ломаковский.



Студенты-кружковцы обсуждают с научным руководителем предстоящий доклад на конференции.



Аспирант М. Коновальчик докладывает результаты своего исследования.



Участие студентов в научных конференциях – неотъемлемая часть учебного процесса



Профессор кафедры Н.Р. Телесманич готовит торжественное открытие конференции.

Проведено 5 межвузовских конференции «Молодёжь – здоровью молодёжи», «Вирусы Эбола и Марбург – молекулярные и эколого-медицинские пути решения проблемы», «Молекулярные аспекты патогенеза и клинической лабораторной диагностики первичных энцефалитов, вызываемых энтеровирусами и вирусами герпеса», ежегодно проводятся студенческие олимпиады по химии и биохимии.



Важным моментом учебно-воспитательной работы кафедры является пропаганда здорового образа жизни, привлечение культурно-патриотическое воспитание молодёжи.

На снимке: живая связь поколений - председатель совета ветеранов РостГМУ, проф. З.И. Микашинович обращается с напутствием к участникам конференции.

В рамках федеральной программы патриотического воспитания с 2015 г. проведены студенческие межвузовские конференции «Памяти павших за Родину посвящается – гуманитарные и молекулярно-генетические аспекты проблемы», «Медики Бесмертного полка – становлению науки РостГМУ в до- и послевоенный периоды».

На снимке: студенты Ю. Аль-Бустанжи и Ю. Шкуренко представляют свою работу «Что такое героизм» (н. рук. – доц. А.В. Летуновский) на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Медики – герои войн и локальных конфликтов».





По инициативе и при участии сотрудников кафедры (проф. З.И. Мишаинович – председатель Совета ветеранов РостГМУ, проф. Телесманич Н.Р. и доц. Летуновский А.В.) в университете регулярно проходят «Фронтовые огоньки», встречи с ветеранами «Мой путь из военных лет в большую науку», конкурсы, викторины, тематические экскурсии, приуроченные к памятным датам истории России и Донского края <http://rostgmu.ru/archives/50314> , <http://rostgmu.ru/archives/62146>



Студенты прикрепленных групп кафедры на экскурсии в музее РостГМУ.

Работа на кафедре стоит в соответствии с этическим кодексом обучающихся и правилами внутреннего распорядка в РостГМУ (rostgmu.ru).

В рамках СПЕЦИАЛИТЕТА на нашей кафедре ведётся преподавание трёх дисциплин: ХИМИЯ, БИОХИМИЯ и ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА (раздел БЮИОХИМИЯ), а также подготовка кадров высшей профессиональной квалификации (АСПИТАНТУРА).

Дисциплина ХИМИЯ изучается на 1-м курсе.

*Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		Всего	Контактная работа		СРС
			Л	П	
Семестр 1					
1	Основы химической термодинамики и кинетики.	24	4	12	8
2	Протолитические равновесия.	26	4	10	10

3	Дисперсные системы и поверхностные явления	24	6	10	10
4	Введение в биоорганическую химию. Реакционная способность органических соединений.	2	2	0	0
Всего за семестр		72	16	32	28
Форма промежуточной аттестации		зачёт			
Семестр 2					
4	Введение в биоорганическую химию. Реакционная способность органических соединений.	20	2	10	8
5	Структура и свойства гетерофункциональных органических соединений.	24	4	10	10
6	Структура и свойства биополимеров соединений.	28	6	12	10
		72	12	32	28
Форма промежуточной аттестации - экзамен		36			
Всего		108			
Итого по дисциплине		180			

**Календарно-тематический план контактной работы для студентов
I курса МФФ по дисциплине ХИМИЯ на 2021-2022 учебный год**

№ лекции	Лекции 1 семестр	Лабораторно-практические занятия	№ занятия
1	Основы химической кинетики.	Техника безопасности при работе в лаборатории. Строение атома и химическая связь.	1
		Элементы химической кинетики.	2
2	Основы химической термодинамики.	Элементы химической термодинамики.	3
		Основы ферментативной кинетики.	4
3	Протолитические равновесия в водных растворах.	Коллигативные свойства растворов.	5
		Коллоквиум 1	6
4	Буферные системы.	Обратимые и необратимые реакции. Гетерогенные равновесия.	7
		Протолитические равновесия в водных растворах. Гидролиз.	8
5	Гетерогенные равновесия. Комплексные соединения.	Буферные системы. Понятие о кислотно-основном состоянии организма (КОС).	9

		Комплексные соединения: классификация, номенклатура, строение. Представления о строении биокomплексных соединений (гемоглобин, цитохромы, кобаламины).	10
6	Растворы электролитов как проводники второго рода. Окислительно-восстановительные равновесия.	Коллоквиум 2	11
		Окислительно-восстановительные процессы в организме человека.	12
7	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений.	Физическая химия дисперсных систем	13
		Физическая химия поверхностных явлений.	14
8	Основные понятия биоорганической химии. Реакционная способность, кислотно-основные свойства органических соединений.	Физико-химические свойства растворов ВМС.	15
		Коллоквиум 3	16

2. Техника безопасности при работе в химической лаборатории, знакомство с лабораторным оснащением

В современной медицине крайне важное значение отводится клинической лабораторной диагностике, поскольку без неё невозможно получение объективных данных о состоянии здоровья пациента, а также об эффективности его лечения.

При проведении современных исследований используются высокоинформативные методики, в основе которых лежит множество аналитических методов (оптические и электрофоретические способы измерений, иммуноферментный и генетический анализ, хроматография, спектрометрия и другие).

Организация работы в лаборатории любого типа имеет базовые принципы и обязательно ограничивается правилами по технике безопасности.

В первую очередь любая лаборатория должна быть **стандартизована**, во избежание получения разных результатов при выполнении одних и тех же исследований. Кроме того, любая лаборатория имеет свою степень **биологической безопасности**.

Грамотный выбор лабораторного оборудования, правильная организация и проведение работ позволяют оптимизировать рабочий процесс, обеспечить **безопасность** сотрудников, гарантировать **точность** и **воспроизводимость** результатов анализа.

В лаборатории данные принципы обеспечиваются хорошей системой вентиляции, водопроводом, канализацией, электропроводкой. Для работы с ядовитыми, летучими, пахучими и легковоспламеняемыми соединениями, а также их хранения необходим вытяжной шкаф. Обязательны и обычные полки, шкафы (для химической посуды и расходных материалов, лабораторных журналов), специально спроектированные рабочие столы: с химически и термически устойчивым покрытием столешниц (для работы с реактивами), приборные (учитывающие особенности эксплуатации и обслуживания различной лабораторной аппаратуры), весовые (гасящие влияющие на точность измерений толчки и вибрацию).

Для каждой лаборатории, в зависимости от её специализации (аналитическая, клиническая, биохимическая, мобильная и т.д.), характерен разный набор приборов, но существует базовый минимум.

Так практически ни одна лаборатория не может функционировать без дозаторов (одно- и многоканальные; фиксированного и динамического объемов) – инструментов для точного дозирования жидких реактивов и биоматериалов.

Для первичной обработки биологического материала необходима центрифуга (для отделения в биологических материалах смешанных объемов, имеющих разную плотность).

Все лабораторные методы, включая приготовление различных реактивов, проводятся только с использованием воды, лишённой примесей посторонних веществ, способных повлиять на результат, поэтому существуют специальные установки для очистки воды (например, дистиллятор, бидистиллятор).

Термостат – для поддержания стабильной температуры на определенном уровне (это требуется в частности при работе с культурами клеток или при определении активности ферментов).

Аппаратура для фиксации результатов – фотокolorиметры, спектрофотометры, установки для электрофореза, ионометры, и анализаторы с иным принципом действия.

Также часто можно встретить весы, микроскопы, секундомеры и ряд других приборов специализированного и общего назначения.

Чем более поточные и быстрые исследования проводит лаборатория, тем больше она использует готовые расходные материалы, экономя время и средства. Например: сейчас существует множество готовых систем для сбора и хранения крови (вакуумные пробирки), других биологических жидкостей и тканей; готовые наборы реактивов не только значительно экономят время, затрачиваемое на исследование, но и стандартизируют его.

Лаборатории многопрофильных лечебных учреждений оснащаются высокотехнологичными автоматизированными приборами и оборудованием, с помощью которого существенно упрощается и ускоряется выполнение рутинных исследований.

В том числе, применение современных полностью автоматизированных комплексов и систем позволяет свести к минимуму или полностью исключить контакт специалистов с агрессивными жидкостями и инфицированным материалом.

Для проведения скринингового анализа и экспресс-диагностики повсеместно используются одноразовые индикаторы (тест-полоски).

Крупные многопрофильные лаборатории подключаются к общебольничной компьютерной сети и/или оборудуются локальными сетями. Это позволяет оперативно сопоставлять результаты различных лабораторных и иных диагностических исследований, быстро и просто документировать данные и в считанные секунды извлекать их из архива для сравнения.

Немаловажна также **утилизация** биологических и химических отходов, которая осуществляется по определенным правилам.

Итак, поскольку многие реактивы являются ядовитыми или легковоспламеняющимися веществами, а любой биологический материал потенциально опасен инфекционными агентами, при работе в любой лаборатории, в частности – кафедральной, неукоснительно необходимо соблюдать следующие правила по технике безопасности в лаборатории

- Надеть хлопчатобумажный халат, сменная обувь и аккуратно убранные волосы.
- НЕ принимать и не держать пищу в помещении лаборатории.

- Предварительное планирование работы (план должен быть одобрен преподавателем).
- Мытье рук до и после выполнения работы.
- Отсутствие посторонних предметов на лабораторном столе во время работы.
- Аккуратное, тщательное, педантичное соблюдение плана работы, методических указаний и рекомендаций старшего сотрудника (преподавателя) (от этого зависит результат).
- Использование в работе только чистой посуды.
- Подписи к КАЖДОЙ склянке и пробирке (содержимое, дата, ФИО исполнителя)
- Работа с ядовитыми, летучими, легковоспламеняющимися и пахучими веществами ТОЛЬКО в вытяжном шкафу.
- Использование для любых химических реактивов только специальных инструментов (дозатора, шпателя, пинцета, ложечки), а НЕ рук.
- Переливание жидких реактивов непосредственно из ёмкости в ёмкость только с использованием химических воронок.
- Работа с твёрдыми щелочами и концентрированными кислотами ТОЛЬКО в защитных очках и перчатках.
- Разбавление концентрированных кислот и щелочей небольшими порциями по схеме «кислоту (щёлочь) лить в воду» (НЕ наоборот).
- Утилизация излишка реактивов, а также опасных продуктов реакции в специальной отдельной таре (в исходные сосуды НЕ высыпать, НЕ выливать).
- Использование держателя при нагревании пробирок и направление отверстия пробирки в сторону от себя и других работающих.
- Определение запаха вещества только с помощью легкого движения ладони от отверстия сосуда к себе и осторожного вдоха. НЕ вдыхать полной грудью, НЕ вдыхать из сосуда, НЕ наклоняться над сосудом.
- Со всеми возникающими вопросами сразу же обращаться к преподавателю. При несчастном случае или любой внештатной ситуации следует поставить об этом в известность коллег (преподавателя), обратиться к врачу или вызвать скорую помощь.

Меры оказания первой помощи при несчастных случаях.

При термических ожогах необходимо в первую очередь исключить повреждающий фактор, затем обожжённое место сразу же охладить под проточной водой в течение 20 минут. Если образовался пузырь, его НЕ вскрывать, из образовавшейся раны ничего НЕ удалять, наложить стерильную повязку, и обеспечить холод. Обратиться за медицинской помощью.

При ожогах концентрированными кислотами или щелочами надо немедленно последовательно промыть обожжённый участок сперва водой для удаления основного количества повреждающего вещества, затем – 1% раствором гидрокарбоната натрия (сода) (при ожоге кислотой), или 1% раствором уксусной кислоты (при ожоге щёлочью) (для нейтрализации остатков агрессивной среды). После этого на повреждённый участок накладывается компресс из ваты/марли, смоченной необходимым раствором.

Если кислота или щелочь попали в глаз, то следует его тщательно промыть водой, а затем либо 2% раствором борной кислоты (для нейтрализации щелочи), либо 2% раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты).

При порезе промыть ее любым дезинфицирующим средством (3% раствор перекиси водорода, хлоргексидин, др.), имеющимся в наличии, прикрыть кусочком марли и ваты и наложить повязку. При небольшом повреждении после обработки рану можно закрыть кусочком лейкопластыря. Если травма была нанесена стеклом, надо убедиться в отсутствии осколков в ране, и, при необходимости, удалить их пинцетом, и только после этого проводить описанные выше действия, как при любом другом

порезе.

Если кровотечение продолжается, необходимо поднять поражённый участок выше уровня груди (если есть такая возможность), приложить кусочек кровоостанавливающей ваты (при наличии) или обычной стерильной ваты/марли, прижать, держать в течение 10-15 минут. Организовать давящую повязку. При сильном кровотечении, связанном с ранением более крупных кровеносных сосудов, – временно перетянуть руку эластичным жгутом из резиновой трубки и обратиться за медицинской помощью.

Вопросы на закрепление.

Какие основные принципы организации лаборатории можно сформулировать?

Какие основные принципы работы в лаборатории можно сформулировать?

Как оказывается первая помощь при несчастных случаях?

3. СТРОЕНИЕ АТОМА И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Квантово-механическая модель строения атома

К концу XIX века стало ясно, что атом (по-гречески неделимый) на самом деле является сложной системой. Обобщая все известные экспериментальные данные, согласно теории Резерфорда Э. - Бора Н. (1911 -1913 гг.) атом является сложной электромагнитной системой включая элементарные частицы – протоны и нейтроны находящиеся в ядре атома и электроны – отрицательнозаряженные частицы, располагающиеся на энергетических уровнях. В ядрах атомов одного и того же элемента может содержаться при одинаковом числе протонов разное число нейтронов, соответственно имеют различную массу, но одинаковый заряд. Такие атомы именуются изотопами.

Для описания состояния каждого электрона в атоме используется система четырех параметров, называемых квантовыми числами.

Главное квантовое число n описывает энергетическое состояние электрона в атоме, т.е. описывает среднее расстояние от орбитали до ядра, а также указывает на число энергетических уровней. Чем больше значение n , тем выше энергия электрона и больше размер электронного облака.

Орбитальное квантовое число l описывает форму орбитали, которая зависит от n .

Орбитальное число l может принимать целочисленные значения в диапазоне от 0 до $n-1$. Например, при $n=2$: $l=0$ $l=1$.

Магнитное квантовое число m описывает ориентацию орбиталей в пространстве. Может принимать целочисленные значения в диапазоне от -1 до $+1$ (включая 0).

Спиновое квантовое число s описывает направление вращения электрона в магнитном поле: по часовой стрелке или против. На каждой орбитали может находиться только два электрона: один со спином $+1/2$ другой $-1/2$.

Распределение электронов в атомах подчиняется трем основным принципам: принципу минимума энергии, принципу Паули и правилу Гунда.

Периодический закон Д.И. Менделеева

Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г. В современной формулировке Периодический закон звучит так: **свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от порядкового номера (от величины заряда ядра их атомов).**

Выражением Периодического закона является периодическая система элементов.

Периодическая система Д. И. Менделеева

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева состоит из **семи периодов**, которые представляют собой **горизонтальные последовательности** элементов, расположенные по возрастанию заряда их атомного ядра. Периоды 1, 2, 3, 4, 5, 6 содержат соответственно 2, 8, 8, 18, 18, 32 элемента. Седьмой период не завершен. Периоды 1, 2 и 3 называют малыми, остальные - большими.

Каждый период (за исключением первого) начинается атомами щелочных металлов (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) и заканчивается благородным газом (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), которому предшествует типичный неметалл. В периодах слева направо постепенно ослабевают металлические и усиливаются неметаллические свойства, поскольку с ростом положительного заряда ядер атомов возрастает число электронов на внешнем уровне.

Таким образом, каждый элемент в периодической системе занимает строго определенное положение, которое отмечается порядковым, или атомным, номером.

В периодической системе по **вертикали** расположены **восемь групп** (I – VIII), которые в свою очередь делятся на подгруппы - **главные**, или подгруппы А и **побочные**, или подгруппы Б. Подгруппа VIIIБ-особая, она содержит триады элементов, составляющих семейства железа (Fe, Co, Ni) и платиновых металлов (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt).

Сходство элементов внутри каждой подгруппы - наиболее заметная и важная закономерность в периодической системе. В главных подгруппах сверху вниз усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические. При этом происходит увеличение устойчивости соединений элементов в низшей для данной подгруппы степени окисления. В побочных подгруппах – наоборот – сверху вниз металлические свойства ослабевают и увеличивается устойчивость соединений с высшей степенью окисления.

Типы химических элементов

Все элементы периодической системы подразделяются на четыре типа:

1. У атомов s–элементов заполняются s–оболочки внешнего слоя (n). К s–элементам относятся водород, гелий и первые два элемента каждого периода.

2. У атомов p–элементов электронами заполняются p–оболочки внешнего уровня (np). К p–элементам относятся последние 6 элементов каждого периода (кроме первого).

3. У d–элементов заполняется электронами d–оболочка второго снаружи уровня (n–1)d. Это элементы вставных декад больших периодов, расположенных между s– и p–элементами.

4. У f–элементов заполняется электронами f–подуровень третьего снаружи уровня (n–2)f. К семейству f–элементов относятся лантаноиды и актиноиды.

Из рассмотрения электронной структуры невозбужденных атомов в зависимости от порядкового номера элемента следует:

1. Число энергетических уровней (электронных слоев) атома любого элемента равно номеру периода, в котором находится элемент.

2. Номер периода совпадает с главным квантовым числом внешних

электронов атома.

3. s- и p-элементы образуют главные подгруппы, d-элементы – побочные подгруппы, f-элементы образуют семейства лантаноидов и актиноидов

4. Номер группы, как правило, указывает число внешних электронов, которые могут участвовать в образовании химических связей.

5. Элементы с валентными d- или f-электронами называются переходными.

6. Номер группы, как правило, равен высшей положительной степени окисления элементов, проявляемой ими в соединениях. Исключением является фтор – его степень окисления равна -1 ; из элементов VIII группы только для Os, Ru и Xe известна степень окисления $+8$.

7. Порядковый номер элемента соответствует заряду атомного ядра и количеству электронов.

Химическая связь и типы взаимодействия молекул

Химическая связь – это взаимодействие атомов, обусловленное перекрыванием их электронных облаков и сопровождающееся уменьшением полной энергии системы.

В зависимости от характера распределения электронной плотности между взаимодействующими атомами различают три основных типа химической связи: ковалентную, ионную и металлическую.

Основные характеристики связи:

Энергия связи (E , кДж/моль) – количество энергии, выделяющееся при образовании химической связи. Чем больше энергия связи, тем устойчивее молекулы.

Длина связи – расстояние между ядрами химически связанных атомов.

Кратность связи – определяется количеством электронных пар, связывающих два атома. С увеличением кратности связи длина связи уменьшается, а прочность ее возрастает.

Валентный угол – угол между воображаемыми линиями, которые можно провести через ядра связанных атомов. Валентный угол определяет геометрию

молекул.

Дипольный момент возникает, если связь образована между атомами элементов с разной электроотрицательностью и служит мерой полярности молекулы.

Ковалентная связь

Ковалентная связь образуется путем обобществления пары электронов двумя атомами. Особенности ковалентной химической связи являются ее направленность и насыщаемость. **Направленность** обусловлена тем, что атомные орбитали имеют определенную конфигурацию и расположение в пространстве. Перекрывание орбиталей при образовании связи осуществляется по соответствующим направлениям. **Насыщаемость** обусловлена ограниченными валентными возможностями атомов.

Различают ковалентную полярную и неполярную связь. **Ковалентная неполярная связь** образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью; обобществленные электроны равномерно распределены между ядрами взаимодействующих атомов. **Ковалентная полярная связь** образуется между атомами с различной электроотрицательностью; общие электронные пары смещены в сторону более электроотрицательного элемента.

Возможны два механизма образования ковалентной связи: 1) спаривание электронов двух атомов при условии противоположной ориентации их спинов (обменный механизм); 2) донорно-акцепторное взаимодействие, при котором общей становится электронная пара одного из атомов (донора) при наличии энергетически выгодной свободной орбитали другого атома (акцептора).

Часто в образовании связи участвуют электроны разных подуровней, а, следовательно, орбитали разных конфигураций. В этом случае может происходить гибридизация (смешение) электронных облаков (орбиталей). Образуются новые, гибридные облака с одинаковой формой и энергией. Число гибридных орбиталей равно числу исходных. В гибридной атомной орбитали (АО) электронная плотность смещается в одну сторону от ядра, поэтому при

взаимодействии ее с АО другого атома происходит максимальное перекрывание, приводящее к повышению энергии связи. Гибридизация АО определяет пространственную конфигурацию молекул.

Так, при смешении одной s-орбитали и одной p-орбитали, образуются две гибридные орбитали, угол между которыми = 180° , такой тип гибридизации называется **sp-гибридизацией**. Молекулы, в которых осуществляется sp-гибридизация, имеют линейную геометрию (C_2H_2 , BeF_2).

При смешении одной s и двух p-орбиталей образуются 3 гибридные орбитали, угол между которыми = 120° . Такой тип гибридизации называется **sp²-гибридизацией**, ему соответствует образование плоской треугольной молекулы (BF_3 , C_2H_4).

При смешении одной s и трех p-орбиталей образуются четыре **sp³-гибридные орбитали**, угол между которыми = $109^\circ 28'$. Форма такой молекулы является тетраэдрической. Примеры таких молекул: CCl_4 , CH_4 , $GeCl_4$.

При определении типа гибридизации необходимо также учитывать неподделенные электронные пары элемента. Например, кислород в молекуле воды (H_2O) имеет sp³-гибридизацию (4 гибридных орбитали), а химическая связь с атомами водорода образована двумя электронными парами.

Возможны также более сложные виды гибридизации с участием d и f-орбиталей атомов.

Ионная связь

Ионная связь представляет собой электростатическое взаимодействие отрицательно и положительно заряженных ионов в химическом соединении. Ее можно рассматривать как предельный случай ковалентной полярной связи. Такая связь возникает лишь в случае большой разности электроотрицательностей взаимодействующих атомов. Например, между катионами s-металлов I и II групп периодической системы и анионами неметаллов VI и VII групп (LiF , $CsCl$, KBr и др.).

Так как электростатическое поле иона имеет сферическую симметрию, то ионная связь не обладает направленностью. Ей также не свойственна

насыщаемость. Все ионные соединения в твердом состоянии образуют ионные кристаллические решетки, в узлах которых каждый ион окружен несколькими ионами противоположного знака. Чисто ионной связи не существует. Можно говорить лишь о доле ионности связи.

1.3.3. Металлическая связь

Металлическая связь характерна для металлов и сплавов. Характерной особенностью атомов металлов является наличие на внешнем уровне от одного до трех электронов, слабо удерживаемых ядром и большое число свободных атомных орбиталей с близкой энергией.

В узлах кристаллической решетки металлов расположены атомы металла, значительная часть которых ионизирована и присутствует в виде катионов. Обобществленные электроны образуют «электронный газ», который равномерно распределен по всему кристаллу. Рассмотренная форма связи называется металлической, она не имеет направленности и определяет физико-химические свойства металлов.

Биогенные элементы

Элементы, необходимые организму для построения и жизнедеятельности клеток и органов, называют биогенными элементами.

Классификация по количественному содержанию в организме

1. Макроэлементы – их концентрация в организме превышает 0,01% (O, C, H, N, Ca, P, K, Na, S, Cl, Mg). В абсолютных значениях (из расчета на среднюю массу тела человека в 70 кг), величины содержания этих элементов колеблются в пределах от сорока с лишним кг (кислород) до нескольких г (магний). Некоторые элементы этой группы называют «**органогенами**» (O, H, C, N, P, S) в связи с их ведущей ролью в формировании структуры тканей и органов.

Кальций (Ca) является основной составляющей костной ткани, входит в состав крови, играет важную роль в регуляции процессов роста и деятельности клеток всех видов тканей. При недостатке кальция в пище организм начинает

расходовать кальций, входящий в состав костей, в результате чего возникают костные заболевания. Соли кальция применяют при различных аллергических состояниях, для повышения свертываемости крови, для понижения проницаемости сосудов при воспалительных и экссудативных процессах, при туберкулезе, рахите, заболеваниях костной системы и т.д. Наиболее полноценными источниками кальция являются молоко и молочные продукты - творог, сыр. Хорошими источниками кальция являются яичный желток, капуста, соя, шпроты, плоды шиповника, яблони, винограда, клубники, крыжовника, инжира, женьшеня, ежевики сизой, зелени петрушки.

Калий (K) поддерживает осмотическое давление в крови, оказывает диуретическое действие. При недостатке калия в организме может возникнуть сердечная аритмия. Калий содержат яблоки, вишни, виноград винный, женьшень, крыжовник, ананасы, бананы, курага, картофель, фасоль, горох, щавель, крупа, рыба.

Магний (Mg) входит в состав костной ткани, плазмы крови, эритроцитов и мягких тканей. Соли магния участвуют в ферментативных процессах. Диеты с повышенным содержанием солей магния оказывают благоприятное влияние на людей пожилого возраста и лиц с заболеванием сердечно-сосудистой системы, особенно с гипертонической болезнью и атеросклерозом. Магний также нормализует возбудимость нервной системы, обладает спазмолитическим и сосудорасширяющими свойствами и, кроме того, способностью стимулировать перистальтику кишечника и повышать выделение желчи, и в ионизированном состоянии находится в составе костной ткани. Магний содержится в плодах шиповника коричневого, вишни обыкновенной, винограде, инжире, крыжовнике, фасоли, овсяной и гречневой крупах, горохе. Мясные и молочные продукты характеризуются низким содержанием магния.

Натрий (Na) участвует в регуляции осмотического давления, обмена веществ, в поддержке щелочно-кислотного равновесия. Основным источником натрия – поваренная соль. Много натрия, по сравнению с другими растительными продуктами, содержится в ежевике сизой, крыжовнике.

Фосфор (P) входит в состав всех тканей организма, особенно белков нервной и мозговой тканей, участвует во всех видах обмена веществ. Фосфор поступает в организм главным образом с продуктами животного происхождения - молоком и молочными продуктами, мясом, рыбой, яйцами и др. Наибольшее количество, по сравнению с другими микроэлементами, содержится фосфора в мясе. Очень много фосфора в крыжовнике, есть в яблоках, клубнике, инжире, шиповнике коричном, ежевике сизой.

Хлориды - анионы хлора (Cl) поступают в организм человека в основном в виде хлористого натрия - поваренной соли, входят в состав крови, поддерживают осмотическое давление в крови, входят в состав соляной кислоты в желудке. Нарушения в обмене хлора ведут к развитию отеков, недостаточной секреции желудочного сока и др.

Сера (S) участвует в образовании кератина - белка, находящегося в суставах, волосах и ногтях; входит в состав почти всех белков и ферментов в организме, участвует в окислительно-восстановительных реакциях и других метаболических процессах, способствует секреции желчи в печени. Атомы серы входят в состав тиамина и биотина - витаминов группы В, а также в состав жизненно важных аминокислот - цистеина и метионина. Дефицит серы в организме человека встречается очень редко - при недостаточном употреблении продуктов, содержащих белок.

2. Микроэлементы - концентрация от 0,00001% до 0,01% (Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu, Br, Si, Cs, I, Mn, Al, Pb, Cd, B, K). Эти элементы содержатся в организме в концентрациях от сотен мкг до нескольких г.

Микроэлементы входят в состав нуклеиновых кислот, обеспечивают стабильность хромосомных нитей, образуют хелатные комплексы с макромолекулами, активируют или ингибируют ферментные системы. Механизмы участия металлов в обменных процессах заключается в том, что они являются основной частью каталитически активного центра ферментов, создают или стабилизируют определенную конформацию белковой молекулы, необходимую для обеспечения каталитического действия фермента, а также

могут воздействовать на субстрат, изменяя его электронную структуру таким образом, что последний легче вступает в ферментативную реакцию. Металл выполняет также функцию «мостика», связывающего фермент и субстрат при образовании ими промежуточного соединения и стабилизирует это соединение.

Микроэлементы влияют на каждый из трех фундаментальных процессов передачи генетической информации - репликацию, транскрипцию и трансляцию.

Микроэлементы принимают участие в формировании реактивности организма. Железо, медь, марганец, йод, цинк, кобальт способствуют образованию антител, оказывают влияние на фагоцитарную активность лейкоцитов, разрушают и обезвреживают бактериальные токсины. Соли лития, цезия, селена, оказывают влияние на показатели неспецифической иммунологической реактивности организма - содержание лизоцима, комплемента, фагоцитарную активность лейкоцитов.

Железо (Fe) входит в состав гемоглобина крови. При недостатке его в пище резко нарушается синтез гемоглобина в крови и формирование железосодержащих ферментов, развивается железодефицитная анемия. В медицине используется для лечения болезней, связанных с нарушением нормального состояния и функций крови и общего питания организма. Железо содержат такие продукты питания, как фасоль, гречневая крупа, овощи, печень, мясо, яичные желтки, зелень петрушки, белые грибы, хлебопродукты, а также шиповник, яблоки, абрикосы, вишни, крыжовник, шелковица белая, клубника.

Марганец (Mn) находится во всех органах и тканях человека, особенно много его в коре мозга, сосудистой системе. Марганец участвует в белковом и фосфорном обмене, в половой функции и в функции опорно-двигательного аппарата, участвует в окислительно-восстановительных процессах, при его участии происходят многие ферментативные процессы, а также процессы синтеза витаминов группы В и гормонов. Дефицит марганца сказывается на работе центральной нервной системы и стабилизации мембран нервных клеток, на развитии скелета, на кроветворении и реакциях иммунитета, на тканевом

дыхании. Mn содержится в рябине обыкновенной, шиповнике коричневом, яблоне домашней, абрикосе, винограде винном, женьшене, клубнике, инжире, облепихе, а также хлебопродуктах, овощах, печени, почках.

Медь (Cu) влияет на рост и развитие организма, участвует в деятельности ферментов и витаминов, в тканевом дыхании и кроветворении. Медь и цинк усиливают действие друг друга. Дефицит меди вызывает нарушение образования гемоглобина, развивается анемия, нарушается психическое развитие. Содержится в айве, рябине, яблоне домашней, абрикосе обыкновенном, инжире, крыжовнике, ананасе, хурме.

Цинк (Zn) участвует в деятельности более 20 ферментов, является структурным компонентом гормона поджелудочной железы (инсулина), влияет на развитие, рост, половое развитие мальчиков, центральную нервную систему. Недостаток цинка ведет к инфантильности у мальчиков и к заболеваниям центральной нервной системы. Содержится в субпродуктах, в мясных продуктах, не шлифованном рисе, грибах, устрицах, других морских продуктах, дрожжах, яйцах, горчице, в семенах подсолнуха, хлебопродуктах, мясе, овощах, в плодах яблони домашней.

Молибден (Mo) входит в состав ферментов, оказывает влияние на вес и рост, препятствует кариесу зубов, задерживает фтор. При недостатке молибдена происходит замедление роста. Молибден присутствует в рябине черноплодной, яблоне домашней, бобовых, печени, почках, хлебопродуктах.

Йод (I) принимает участие в образовании гормонов щитовидной железы – тироксина и трийодтиронина. При недостаточном поступлении йода развивается заболевание щитовидной железы – гипотиреоз, при избыточном поступлении йода в организм развивается гипертиреоза. Йод находится в рябине черноплодной, груше обыкновенной, фейхоа, молоке, овощах, мясе, яйцах, морской рыбе.

Кремний (Si) находится в плазме крови, необходим для образования эритроцитов. Соединения кремния необходимы для нормального развития и функционирования соединительной и эпителиальной тканей. Он способствует

биосинтезу коллагенов и образованию костной ткани (после перелома количество кремния в костной мозоли увеличивается почти в 50 раз). Полагают, что присутствие кремния в стенках сосудов препятствует проникновению в плазму крови липидов и их отложению в сосудистой стенке, что соединения кремния необходимы для нормального протекания процессов липидного обмена. Источником его является вода и растительные пищевые продукты. Наибольшее количество кремния содержится в корневых овощах, абрикосах, бананах, вишнях, клубнике, землянике, овсе, огурцах, пророщенных зернах злаков, в цельном зерне пшеницы, просе, питьевой воде. Недостаток кремния приводит к ослаблению кожи и волос. Пыль кремнийсодержащих неорганических соединений может вызвать развитие заболевания легких - силикоз. Повышенное поступление кремния в организм может вызвать нарушение фосфорно-кальциевого обмена, образование мочевых камней.

Фториды (F⁻) находятся в костях и зубах, стимулируют кроветворение и иммунитет, участвуют в развитии скелета. Избыток фторидов дает крапчатость зубной эмали, вызывает заболевание флюороз, подавляет защитные силы организма. В организм фтор поступает с пищевыми продуктами, из которых наиболее богаты им овощи и молоко.

3. Ультрамикроэлементы - концентрация ниже 0,000001% (Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh). Содержание этих элементов в теле человека измеряется в мг и мкг. На данный момент установлено важнейшее значение для организма многих элементов из этой группы, таких как, селен, кобальт, хром и др.

Никель (Ni) обнаружен в поджелудочной железе, гипофизе, волосах, коже и органах эктодермального происхождения. Благоприятно влияет на процессы кроветворения, активирует ряд ферментов. При избыточном поступлении никеля в организм в течение длительного времени отмечаются дистрофические изменения в паренхиматозных органах, нарушения со стороны сердечнососудистой системы, нервной и пищеварительной систем, изменения в кроветворении, углеводном и азотистом обмене, нарушении функции

щитовидной железы и репродуктивной функции. Много никеля в растительных продуктах, морской рыбе и продуктах моря, печени.

Кобальт (Co) оказывает влияние на обмен веществ и рост организма, и принимает непосредственное участие в процессах кроветворения; способствует синтезу мышечных белков, улучшает ассимиляцию азота, активирует ряд ферментов, участвующих в обмене веществ; является незаменимым структурным компонентом витаминов группы В, способствует усвоению кальция и фосфора, понижает возбудимость и тонус симпатической нервной системы. Кобальт содержится в плодах яблони домашней, абрикоса, винограда винного, клубнике, орехе грецком, молоке, хлебопродуктах, овощах, говяжьей печени, бобовых.

Хром (Cr) участвует в углеводном и жировом обмене, необходим для образования инсулина, снижает уровень холестерина в крови, препятствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний за счет снижения образования атеросклеротических бляшек. Недостаток хрома в организме может привести к ожирению, задержке жидкости в тканях и повышению артериального давления. Содержится в натуральных нерафинированных продуктах, субпродуктах (печень, почки и сердце животных и птиц), рыбе и морепродуктах, в желтках куриных яиц, меде, орехах, грибах, коричневом сахаре.

Селен

При поступлении в организм селен накапливается в ногтях и волосах. Наряду с этим установлена взаимосвязь между низкой смертностью от рака и высоким содержанием селена в пище. В тоже время замещение группы SH на группу SeH в ряде ферментов приводит к снижению их дегидрогеназной активности и ингибированию клеточного дыхания, а т.ж. к изменению третичной структуры белков и нарушению их биологической функции.

Классификация по функциональной роли в организме

1. Органогены, в организме их 97,4% (C, H, O, N, P, S),
2. Элементы электролитного фона (Na, K, Ca, Mg, Cl). Данные ионы металлов составляют 99% общего содержания металлов в организме;

3. Микроэлементы – это биологически активные атомы центров ферментов, гормонов (переходные металлы).

Микроэлементология выделяет две группы микроэлементов (МЭ):

а) биогенные элементы, являющиеся незаменимыми нутриентами, значение которых сравнимо со значением витаминов, т.к. они не синтезируются в организме. К эссенциальным¹ (жизненно-необходимым) микроэлементам относят Fe, I, Си, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, к «условно-эссенциальным» - As, В, Br, F, Li, Ni, Si, V.

При гипомикроэлементозах - заболеваниях, вызванных дефицитом МЭ, возникают болезни недостаточности.

б) токсичные элементы - Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Bi, Tl, потенциально-токсичные - Ag, Au, In, Ge, Rb, Ti, Te, U, W, Sn, Zr и др. Результатом воздействия этих элементов на организм является развитие синдромов интоксикаций (токсикопатий).

Нарушения обмена микроэлементов (микроэлементозы)

Основные причины, вызывающие недостаток минеральных веществ:

1. Неправильное или однообразное питание, некачественная питьевая вода;
2. Геологические особенности различных регионов земли — эндемические (неблагоприятные) районы;
3. Большая потеря минеральных веществ по причине кровотечений, болезнь Крона, язвенный колит;
4. Употребление алкоголя и некоторых лекарственных средств, связывающих или вызывающих потерю микроэлементов.

Заболевания, вызываемые избытком или недостатком элементов в опреде-

¹ Эссенциальный (от англ. essential — «необходимый») элемент - при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм нарушается нормальная жизнедеятельность, прекращается развитие, становится невозможной репродукция. Восполнение недостающего количества такого элемента устраняет клинические проявления его дефицита и возвращает организму жизнеспособность.

ленной зоне, называют **эндемическими заболеваниями**. Симптомы заболеваний, вызванных недостатком химических элементов в организме - гипомикроэлементозов, представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Характерные симптомы дефицита химических элементов в организме человека

элемент	Типичный симптом при дефиците	симптомы при избытке	Элемент	Типичный симптом при дефиците
Co	Замедление роста скелета		Co	Злокачественная анемия
Mg	Мышечные судороги		Ni	депрессия, дерматиты
Fe	Анемия, нарушение иммунной системы	сидероз глаз и легких	Cr	Симптомы сахарного диабета
Zn	Повреждение кожи, замедление роста, замедление сексуального созревания		Si	Нарушение роста скелета
Cu	Слабость артерий, нарушение деятельности печени, вторичная анемия	нарушение психики и паралич некоторых органов (болезнь Вильсона)	F	Кариес зубов
Mn	Бесплодие, ухудшение роста скелета		I	Нарушение работы щитовидной железы
Mo	Замедление клеточного роста, склонность к кариесу	подагра	Se	Мускульная (в частности, сердечная) слабость

Внеаудиторная работа.

Вопросы для самоконтроля:

1. Определить типы химической связи в кислотах, основаниях, оксидах, солях, водородных соединениях металлов и неметаллов.
2. Биологическая роль кальция, магния, железа, цинка, селена.

Литература.

1. Химия в медицине : учебник для вузов / А.В. Бабков, О.В. Нестерова ; под ред. В.А. Попкова. - М. : Юрайт, 2018. 403 с. С. 75-78.
2. Введение В БИОНЕОРГАНИЧЕСКУЮ И БИОФИЗИЧЕСКУЮ ХИМИЮ: учебное пособие для вузов/ А.С. Ленский.- Москва, «Высшая школа», 1989 г. С. 166-230.