

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ
Кафедра медико-биологических дисциплин

Э. К. АРТЁМОВА

ХИМИЯ. БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Методические рекомендации к самостоятельному изучению дисциплин.

Словарь терминов, понятий, определений.

Учебно-методическое пособие для студентов высших и средних специальных учебных заведений, обучающихся по направлению "Физическая культура", "Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)".



Воронеж
Издательско-полиграфический центр
«Научная книга»
2014

УДК 61:577.1(075)

ББК 28.707.1я73

А86

Рецензенты:

Г. В. Бугаев – и. о. ректора Воронежского государственного бюджетного образовательного учреждения ВПО ВГИФК, доцент, к.п.н.,

Е. В. Семёнова – доцент Воронежского института высоких технологий, к.техн.н.

Артёмова, Э. К.

А86 Химия. Биохимия человека: мет. пособие [Текст]:/ Э. К. Артёмова.— Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. — 158 с.

Учебно-методическое пособие содержит методические рекомендации к изучению тех разделов общей, неорганической, органической, физической, коллоидной, аналитической химии, химии высокомолекулярных соединений, биохимии человека, которые предусмотрены Государственными образовательными стандартами для специальностей по направлениям "Физическая культура", "Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)".

Учтён также объём требований, предъявляемых НИИ мониторинга качества образования в рамках «Федерального интернет-экзамена в сфере профессионального образования (ФЭПО)» по химии.

В составе словаря – около 750 статей, объясняющих происхождение и толкование терминов и понятий, наиболее часто встречающихся в учебной и научной литературе по естественно-научному и медико-биологическому профилю.

Может служить источником информации для студентов нехимических учебных заведений и широкого круга читателей, интересующихся химией, биохимией, науками о здоровье.

УДК 61:577.1(075)

ББК 28.707.1я73

© Издательско-полиграфический
центр «Научная книга», 2014

Оглавление	
Предисловие	4
Часть I. ХИМИЯ	6
Глава 1. Методические рекомендации к изучению химии	7
Раздел 1. Общая и неорганическая химия	7
Раздел 2. Физическая химия	18
Раздел 3. Коллоидная химия	24
Раздел 4. Полимеры и олигомеры	27
Раздел 5. Аналитическая химия	31
Глава 2. Словарь терминов, понятий, определений по химии	35
Часть II. БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА	77
Глава 3. Методические рекомендации к изучению биохимии человека	78
Раздел 1. Статическая биохимия	78
Раздел 2. Динамическая биохимия	89
Раздел 3. Биохимические основы мышечной деятельности	100
Глава 4. Словарь основных терминов, понятий, определений по биохимии	110
Список литературы	156

Предисловие.

В основу предлагаемых методических рекомендаций положены требования Государственных образовательных стандартов и "Примерных основных образовательных программ ВПО", предлагаемых УМО вузов РФ по направлению подготовки "Физическая культура" и "Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)".

Согласно требованиям "Примерных образовательных программ", важной частью рабочей программы по любой дисциплине являются методические рекомендации по направлению организации изучения дисциплины.

Государственными стандартами ВПО дисциплина **химия** предусмотрена в вариативной части для направления подготовки "Физическая культура" (В.2.02). Для того же направления **биохимия человека** входит в базовую часть (Б.3.08), а **спортивная биохимия** – в вариативную часть. Для направления подготовки "Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (АФК)" курс **биохимия человека** стоит в вариативной части (В.3.08) для всех профилей подготовки. Все дисциплины входят в федеральный компонент.

Курс "Химия" для студентов институтов физической культуры предшествует изучению общей биохимии и биохимии физических упражнений и спорта. В связи с этим, цель курса химии – закрепление и углубление знаний об общих закономерностях химических процессов с акцентом на тех положениях, которые лежат в основе химии живых систем.

Задачи курса химии – подготовить слушателей к изучению специальных вопросов биохимии и других дисциплин биологического цикла. С этой целью большее внимание уделяется изучению химического состава, структуры, физико-химических свойств, методов идентификации органических веществ биологической природы. При изучении каждого раздела рекомендуется выделять ключевые положения, запоминать основные определения, сопоставлять общие положения химии с тем, что уже известно из учения о живой клетке. Это поможет в дальнейшем изучению биохимии и других общепрофессиональных дисциплин.

Среди компетенций, которыми должен овладеть обучающийся, названы те, которые основаны на изучении курсов химии и биохимии в ряду естественнонаучных и профессиональных дисциплин. Вот некоторые из них:

- выпускник "использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОК-13);

- умеет оценивать физические способности и функциональное состояние учащихся, адекватно выбирать средства и методы двигательной деятельности для коррекции состояния занимающихся с учетом их индивидуальных особенностей (ПК-6);

- осознает...медико-биологические ...основы и технологию тренировки в избранном виде спорта, санитарно-гигиенические основы деятельности в сфере физической культуры и спорта (ПК-8)".

Примерное содержание дисциплин химия и биохимия человека приведено в аннотациях к рабочим программам.

Краткое содержание химии: строение материи, атом, молекула. Дисперсные системы, истинные растворы, их количественное описание. Электролитическая диссоциация, кислотность, рН. Коллоидные растворы. Базовые понятия химической кинетики, катализ. Общая характеристика органических соединений, основные классы органических соединений.

Цели изучения **биохимии** определены так: дать знания о химическом составе организма, о химических реакциях, лежащих в основе жизнедеятельности. Полученные знания позволят понять сущность процессов, определяющих физическую работоспособность, адаптационные изменения, двигательные возможности человека, закономерности протекания восстановительных процессов

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися при изучении естественнонаучных основ физической культуры и спорта.

Дисциплина обеспечивает изучение физиологии, гигиенических основ физкультурно-спортивной деятельности, спортивной медицины, теории и методики физической культуры, теории и методики избранного вида спорта.

Краткое содержание биохимии: курс содержит разделы, в которых описаны пути ресинтеза АТФ, рассмотрена биохимическая основа качеств двигательной деятельности, восстановительных и адаптационных процессов. Здесь же обсуждаются биохимические особенности человека в зависимости от его возраста. В курсе рассматриваются важные для практиче-

ского спорта проблемы питания спортсмена, задачи и методы биохимического контроля.

Содержание предлагаемых методических рекомендаций вполне отражает все предусмотренные вопросы. Что касается приводимого здесь глоссария, то он универсален для любого направления и степени подготовки специалистов.

**ЧАСТЬ I.
ХИМИЯ**

Глава I. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ

Раздел 1. Общая и неорганическая химия

Необходимо вспомнить основные понятия и определения: *химическая система, химическое явление или химическая реакция, атом, молекула, вещество, ион, масса и количество вещества (относительная атомная и молекулярная масса, моль)*. Следует разобраться в классификации веществ (по составу) и классификации химических реакций. *Основные законы химии* – это универсальные законы, действующие и в живой природе: *закон сохранения массы вещества, закон постоянства состава, закон эквивалентов, закон кратных отношений, законы Авогадро*.

1.1. Реакционная способность веществ. Химия и периодическая система

Свойства веществ зависят от свойств атомов элементов, входящих в их состав, и от строения. Следовательно, свойства химических элементов – основа для понимания разнообразных свойств веществ. В свою очередь, свойства химических элементов определяются строением их атомов. Суть современных представлений о строении атома заключается в том, что атом состоит из ядра и электронов. Ядро состоит из *протонов* и *нейтронов*. *Электроны* имеют двойственную природу: с одной стороны, они проявляют свойства частиц (имеют массу и заряд), с другой стороны, при движении они обладают свойствами электромагнитной волны. Число электронов в основном невозбуждённом состоянии равно числу протонов ядра. Пространство вблизи ядра, в котором вероятность нахождения электрона наибольшая, называется *атомной орбиталью*. Для характеристики атомной орбитали принято указывать так называемые *квантовые числа*: n – *главное квантовое число*, l – *орбитальное квантовое число*, m_l – *магнитное квантовое число*, m_s – *спиновое квантовое число*. Строение электронной оболочки атома изображается электронной формулой, по которой можно определить положение элемента в периодической системе.

Периодический закон, сформулированный Д.И.Менделеевым, гласит: *"свойства простых тел, а также форма и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов"*. Исходя из современных представлений о строении атомов, периодичность свойств элементов является результатом повторения струк-

туры внешнего электронного слоя атомов элементов. Графическим выражением периодического закона служит периодическая таблица. *Порядковый номер элемента в таблице равен числу электронов в атоме.* Периодическая таблица состоит из *семи* горизонтальных *периодов* и *восьми* вертикальных столбцов – *групп*. Следует обратить внимание на то, как изменяются свойства элементов по мере увеличения их порядкового номера в пределах периода и группы. Так, в пределах периода с ростом порядкового номера элемента **увеличиваются**: *энергия ионизации, электроотрицательность, окислительные свойства* и **уменьшаются**: *атомный радиус, металлические свойства, восстановительные свойства*. В группах имеет место обратная зависимость. Способность атомов химических элементов вступать во взаимодействие друг с другом определяется их *валентностью*. Зная положение элемента в периодической таблице, можно определить его валентность по состоянию внешнего электронного слоя атома: *у элементов главных подгрупп валентными являются электроны внешнего слоя, у элементов побочных подгрупп участвовать в химическом взаимодействии могут электроны внешнего уровня и d-подуровня предпоследнего уровня.*

1.2. Химическая связь и строение вещества

Химическая связь – это способ соединения атомов между собой. В соответствии со свойствами элементов, они способны к образованию нескольких типов связей: *ионная, ковалентная (полярная и неполярная), металлическая, водородная*

Следует дать анализ и объяснение тому, как образуются такие связи и разобрать соответствующие примеры. Следует отметить, что водородные связи, которые в неорганической природе представлены как *межмолекулярные* (например, в структуре воды), в органическом мире представлены как *внутримолекулярные* (в составе белков и нуклеиновых кислот). В нуклеиновых кислотах реализуется принцип *комплементарности*, или дополнительности: связь образуется между строго определенными сложными соединениями (см. ниже).

1.3. Растворы. Способы выражения состава растворов

Раствором или **истинным раствором** называется гомогенная система переменного состава, состоящая из двух или большего числа компонентов, которые раздроблены до размеров ионов или молекул. В растворах разли-

чают одно вещество – *растворитель* и другие вещества (одно или несколько) – *растворённые вещества*.

Растворителем принято называть компонент раствора, находящийся в том же агрегатном (структурном) состоянии, что и раствор. Растворы бывают жидкими, твёрдыми и газообразными. При взаимодействии с водой вещества образуют либо гидратированные молекулы (*молекулярные растворы*), либо гидратированные ионы (*ионные растворы*). Разные ионы гидратируются разным количеством молекул воды. Например, ионы натрия притягивают к себе 11 молекул воды, а ионы калия – 4 молекулы воды.

Следует иметь в виду, что растворение – это не просто механическое смешение компонентов, это сложный физико-химический процесс. Это доказывается экспериментальными фактами. Так, растворение любого вещества сопровождается выделением или поглощением теплоты, что характерно для химических реакций. Например, при растворении газообразного аммиака (NH_3) выделяется теплота (34 кДж/Моль), а при растворении хлорида аммония (NH_4Cl) теплота поглощается (14,8 кДж/Моль).

При растворении некоторых веществ получают окрашенные растворы, что обусловлено химическим взаимодействием растворённого вещества с водой. Например, безводный сульфат меди (CuSO_4) – бесцветное вещество, раствор же его в воде имеет голубую окраску. Смешение компонентов раствора сопровождается иногда изменением объёма. Так если смешать 100 мл безводной фосфорной кислоты и 100 мл воды, получится не 200 мл, а 195 мл раствора. Приведённые примеры указывают на то, что растворение веществ нельзя считать простым физическим распределением в инертной среде. При растворении имеет место химическое взаимодействие растворителя с растворённым веществом. Поэтому *растворы* можно определить, как *гомогенные водно-дисперсные системы, в которых присутствуют растворённое вещество, растворитель и продукты их взаимодействия*.

В зависимости от растворителя, различаются: *гидраты* (продукты взаимодействия воды с растворёнными веществами) и *сольваты*, образуемые другими растворителями. Большинство сольватов, в т.ч. и гидраты, – малоустойчивые соединения. Однако некоторые гидраты удерживают воду даже в твёрдом кристаллическом состоянии, например $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (глауберова соль), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медный купорос), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (железный купорос). Такие вещества называются *кристаллогидратами*.

При растворении любого вещества идут два взаимно противоположных процесса: растворение и кристаллизация. Чем концентрированнее раствор, тем более равновесие между этими процессами сдвинуто в сторону кристаллизации. Раствор, в котором скорость растворения равна скорости кристаллизации, называется *насыщенным*. В насыщенном растворе при данных условиях находится максимально возможное количество растворённого вещества, допустимое его растворимостью, поэтому концентрация насыщенного раствора – это показатель растворимости данного вещества. Количественно *растворимость (коэффициент растворимости) выражается массой вещества, которое может раствориться в 100г воды при данной температуре*.

Раствор, концентрация которого выше предела растворимости данного вещества, называется *пересыщенным*. Такие растворы крайне неустойчивы, растворённое вещество выпадает в осадок даже при лёгком встряхивании сосуда с раствором.

Раствор, концентрация которого ниже предела растворимости данного вещества, называется *ненасыщенным*.

Полезно знать примерную растворимость веществ, наиболее широко применяющихся в лабораторных анализах. Когда говорят, что вещество "растворимо", подразумевают, что его растворимость превышает 1г в 100мл; когда говорят, что вещество «не растворимо», это значит, что растворимость его не превышает 0,1г в 100 мл; вещества с растворимостью в этих пределах или близких к ним, называют "умеренно растворимыми".

Наконец, существуют не только "практически", но и истинно не растворимые вещества, например, сульфид ртути HgS. Насыщенный раствор этого вещества содержит 1 молекулу в 125 л раствора.

Количественный состав раствора принято выражать через безразмерные величины (доли) и размерные величины (концентрации). Наиболее распространённой при практическом использовании в технике, быту, лабораторных исследованиях является массовая доля.

Массовая доля растворённого вещества (ω) это отношение массы растворённого вещества B (m_B) к массе раствора m :

$$\omega = \frac{m_B}{m}$$

Массовая доля – безразмерная относительная величина. Её размерное выражение – концентрация раствора.

Концентрация показывает отношение массы или количества растворённого вещества к объёму раствора или массе раствора, т.е. количество растворённого вещества в определённом объёме или массе раствора. Существуют следующие способы выражения концентрации: 1. *процентная концентрация*; 2. *молярная концентрация*; 3. *нормальная концентрация* или *эквивалентная концентрация (нормальность)*; 4. *моляльная концентрация*. Для решения расчётных задач необходимо вспомнить понятия: "моль" и "грамм-эквивалент (г-экв)".

Необходимо обратить внимание на такие "явления в растворах", как *диффузия и осмос*. *Диффузия* в применении к растворам – это самопроизвольное распределение частиц растворённого вещества между частицами растворителя. *Осмос* – это направленное одностороннее движение веществ (растворитель) через полупроницаемую мембрану, в которую заключён раствор. Явления диффузии и осмоса играют существенную роль в жизнедеятельности, определяя возможности обмена веществ через мембраны клеток, обладающих избирательной проницаемостью. По отношению к содержимому клетки растворы могут быть *изо-, гипо- или гиперосмотическими* (соответственно, *изо-, гипо- или гипертоническими*). Расшифруйте эти понятия и отметьте, какие условия наиболее благоприятны для функционирования клетки.

К "явлениям в растворах" можно отнести такие явления, как *повышение температуры кипения и снижение температуры замерзания (кристаллизации) при растворении*. Законы *Рауля* постулируют зависимость этих явлений от моляльной концентрации раствора.

1.4. Электрохимические системы

Химические реакции, протекающие за счет подведенной извне электрической энергии или служащие источником ее получения, называются *электрохимическими реакциями* или *электрохимическими системами*. Закономерности, связанные с взаимным превращением химической и электрической форм энергии рассматривает наука электрохимия. В соответствии с приведённым определением, существуют электрохимические системы двух типов.

Моделью электрохимической системы, в которой возникает электрический ток, может служить *гальванический элемент*. Если металлическую пластину погрузить в воду, то под действием полярных молекул воды ионы металла отрываются от поверхности пластины и в гидратированном

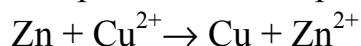
виде переходят в жидкую фазу. В растворе накапливается положительный заряд, а на металлической пластине – отрицательный, вследствие накопления избытка электронов. За счет электростатического притяжения катионов раствора и избыточных электронов металла на границе раздела фаз возникает двойной электрический слой, который тормозит дальнейший переход ионов металла в раствор. В определенный момент между раствором и металлической пластиной устанавливается равновесие, которое можно выразить уравнением:

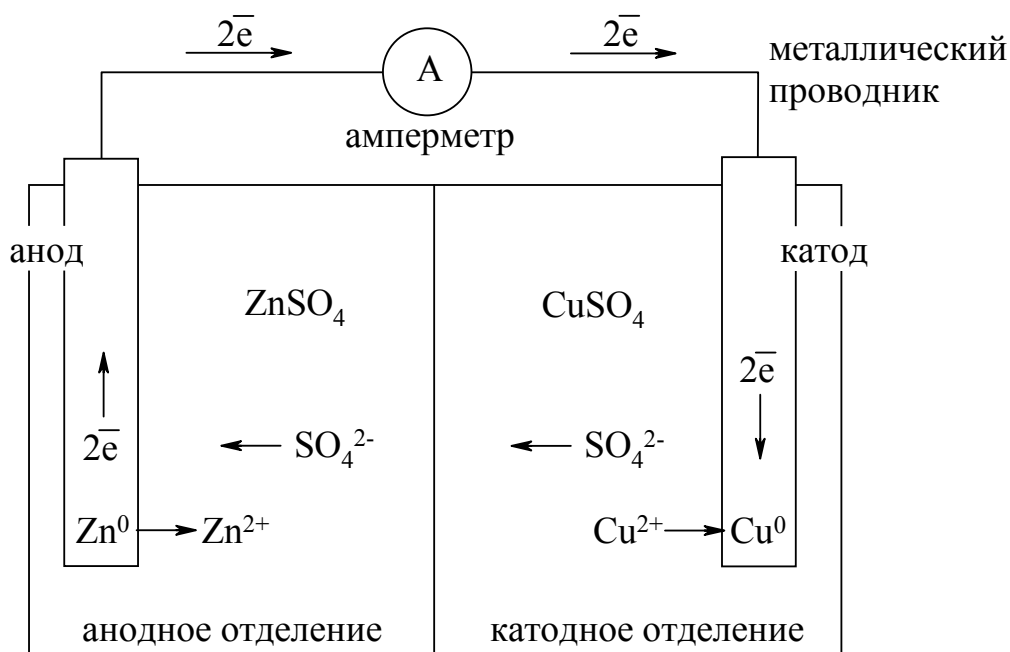


Состояние равновесия зависит от природы металла, концентрации его ионов в растворе, температуры и давления. Равновесие можно сместить вправо, если удалять электроны из металла. Этот процесс происходит в электрохимической системе. *Электрохимическая система* – это определенным образом построенная электрохимическая цепь, в которой происходит электрохимическая реакция. Ее компонентами выступают:

- два электрода (металл, графит), которые контактируют с ионными проводниками (растворы электролитов). Они осуществляют обмен электронами с участниками реакции. В самопроизвольно текущих процессах анод имеет отрицательный заряд, а катод – положительный заряд;
- проводник первого рода представляет из себя внешнюю цепь. Он соединяет электроды и обеспечивает прохождение электрического тока между ними;
- проводник второго рода (раствор или расплав электролита) формирует внутреннюю цепь.

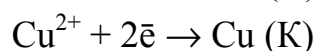
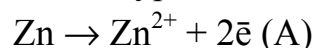
В качестве примера электрохимической реакции рассмотрим процесс:





Электрохимическая система (гальванический элемент)

После замыкания цепи электрический ток потечет от анода (цинковой пластины) через внешнюю цепь к катоду (медная пластина). То есть химическая реакция разбивается на две полуреакции:



На основании этого электрохимическими можно назвать реакции, протекающие на границе: проводник I рода – проводник II рода.

Большая часть химической энергии при электрохимическом способе проведения реакции превращается в электрическую. При этом, если электрический ток возникает в результате самопроизвольно идущей реакции (как в рассматриваемом примере), то электрохимическая цепь работает как химический источник тока – *гальванический элемент*.

Разность потенциалов, возникающая между металлом и окружающим его раствором, называется *электродным потенциалом* и является характеристикой окислительно-восстановительной способности металла в твердой фазе. Абсолютное значение электродного потенциала нельзя измерить непосредственно, но можно определить для системы, состоящей из двух пар металл – раствор. В качестве эталона используют стандартный водородный электрод, потенциал которого произвольно принят за ноль.

Разность равновесных потенциалов двух электродов, из которых составлен гальванический элемент, представляет собой его электродвижущую силу (ЭДС). Если пластину металла, погруженную в раствор его соли

(1 моль/л), соединить со стандартным водородным электродом, мы получим гальванический элемент, ЭДС которой численно равна *стандартному электродному потенциалу металла*.

Гальванический элемент рассматриваемой реакции можно записать в виде:



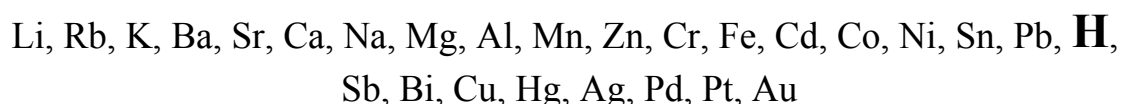
ЭДС представляет разность потенциалов соответствующих электродов:

$$E = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}} \text{ или } E = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$$
$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.34, \quad E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0.76\text{В},$$

следовательно ЭДС рассматриваемой электрохимической системы составляет 1,10 В. ЭДС гальванического элемента, в котором реакция протекает самопроизвольно, всегда положительная и $E_{\text{катода}} > E_{\text{анода}}$.

Скорость электрохимического процесса можно оценить по величине протекающего через электрод электрического тока, который в свою очередь связан с величиной электродного потенциала. Чем больше смещен потенциал, тем выше скорость соответствующей электрохимической реакции (но до определенного предела, поскольку значительное смещение потенциала приводит к смене одной электрохимической реакции на другую).

Если расположить металлы в порядке возрастания их стандартных электродных потенциалов, мы получим *электрохимический ряд напряжений металлов*:



Ряд напряжений характеризует химические свойства металлов:

- чем более отрицателен электродный потенциал металла (в ряду расположен левее), тем больше его восстановительная способность;
- каждый металл способен восстанавливать (вытеснить из растворов солей) те металлы, которые расположены в электрохимическом ряду напряжений после него;
- все металлы, имеющие отрицательный стандартный электродный потенциал, т.е. стоящие левее H, способны вытеснить водород из растворов кислот.

В рассматриваемом примере химическая реакция протекает самопроизвольно и служит источником электрического тока. В электрохимических системах другого типа происходит совокупность химических реакций на электродах, помещённых в растворы или расплавы электролитов, при пропускании через них электрического тока. Этот процесс называется *электролизом*.

При электролизе в *расплавах на катоде* происходит восстановление катионов металлов до атомарного состояния и выделение чистых металлов. На *аноде* происходит окисление кислотных остатков бескислородных кислот.

При электролизе в *растворах* характер выделяющихся продуктов зависит от положения металла в электрохимическом ряду напряжений.

Количественно оценить процесс электролиза можно по *массе вещества*, выделившегося на катоде или аноде, согласно законам *Фарадея*.

По своей сути электрохимический процесс является окислительно-восстановительной реакцией, протекающей в определенных условиях. Основные отличия электрохимических реакций сводятся к следующему:

<i>Химическая реакция</i>	<i>Электрохимическая реакция</i>
Необходим физический контакт реагирующих частиц	Участники реакции (окислитель и восстановитель) пространственно разделены
Путь перемещения электронов от окислителя к восстановителю очень малый. Электронные переходы ненаправленные из-за хаотичного столкновения реагирующих частиц.	Электроны передаются по общему пути перехода (проводник и реакционное пространство), то есть формируется электрохимическая цепь

1.5. Классы неорганических соединений. Кислотно-основные свойства веществ

По составу вещества разделяются на простые и сложные. Простые состоят из атомов одного химического элемента, сложные – из атомов разных химических элементов. Различают простые вещества (неметаллы) с немолекулярным строением и молекулярным строением. Самые типичные неметаллы имеют не молекулярное строение C, B, Si. У этих неметаллов

атомные кристаллические решётки, поэтому они обладают большой твёрдостью и высокой температурой плавления.

Молекулярное строение имеют менее типичные неметаллы (F_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , N_2 , I_2 , S_8). У этих неметаллов в твёрдом состоянии – *молекулярные кристаллические решётки*, однако, при обычных условиях – это газы, жидкости или твёрдые вещества с низкими температурами плавления.

К **неорганическим соединениям** относятся сложные вещества, образуемые всеми химическими элементами, кроме углерода. Исключения составляют: оксиды углерода CO (II), CO_2 (IV), угольная кислота H_2CO_3 и её соли.

Неорганические соединения классифицируются по составу и по химическим свойствам.

Различия по составу заключаются в том, что существуют соединения, состоящие из атомов двух элементов (бинарные) или содержащие атомы более двух элементов. Примерами бинарных соединений могут служить оксиды, галогениды, сульфиды, гидриды и т.п.

По химическим свойствам неорганические соединения принято классифицировать на основе теории электролитической диссоциации.

На основе теории электролитической диссоциации дают определения и описывают свойства кислот, солей и оснований.

Кислотами называются электролиты, при диссоциации которых в качестве катионов образуются только протоны водорода; *кислоты - доноры протонов водорода*.

Основаниями называются электролиты, при диссоциации которых в качестве анионов образуются гидроксид-ионы (OH^-). *Основания – акцепторы протонов водорода*. Растворимые основания – щёлочи и нерастворимые основания отличаются своими свойствами. *Взаимодействие кислот и оснований* называется реакцией *нейтрализации*, т.к происходит взаимодействие протонов водорода и анионов гидроксила с образованием *малодиссоциирующего электролита* (воды) и соли.

Соли – электролиты, диссоциирующие с образованием катионов металлов и анионов кислотных остатков.

Вода принята за своеобразный стандарт для оценки *кислотно-основных свойств веществ* – стандарт нейтральной среды. Нейтральная реакция воды обусловлена концентрацией ионов H^+ и OH^- , равной 10^{-7} моль/л.

Растворы и биологические среды по кислотно-основным свойствам обычно подразделяют на кислые, нейтральные и щелочные. Это – лишь качественная характеристика кислотности (основности) среды. Для количественной характеристики можно использовать молярную концентрацию ионов водорода. Однако абсолютная величина концентрации ионов представляет собой отрицательную величину такого высокого порядка, что использование её неудобно. Для этого принята условная величина – так называемый "водородный показатель" – рН (лат. *potentia, power hydrogen* – "сила" водорода). **рН** – это *десятичный логарифм концентрации ионов водорода (выраженной в г-ионах/литр), взятый с обратным знаком:*

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

рН чистой воды равен 7, что характеризует нейтральную среду. При растворении кислот, естественно, возрастает концентрация H^+ , а при подщелачивании, напротив, происходит связывание H^+ и снижение концентрации этих ионов. Иными словами подкисление сопровождается снижением рН, а растворение оснований – повышением рН. Водно-дисперсные системы, которые способны удерживать на постоянном уровне рН при подкислении или подщелачивании, называются **буферными системами**. Они представляют собой смесь веществ, одно из которых – донор, другое – акцептор протонов водорода. Как правило, это смесь: а) слабой кислоты и ее соли от сильного основания; или б) слабой щелочи и ее соли от сильной кислоты.

Раздел 2. Физическая химия

2.1. Химическая термодинамика: энергетика химических процессов. Химическое и фазовое равновесие

Одним из признаков химической реакции является выделение или поглощение теплоты, происходящее при химических превращениях одних веществ в другие. Реакции, протекающие с выделением теплоты, называются *экзотермическими*, а сопровождающиеся поглощением теплоты – *эндотермическими* реакциями. Количество выделяемой или поглощаемой теплоты – тепловой эффект реакции (Q).

Изучением тепловых эффектов реакций занимается термохимия. В термохимии тепловой эффект реакции обозначается Q и выражается в джоулях (Дж). Термохимия составляет один из разделов *химической термодинамики*, изучающей переходы энергии из одной формы в другие и от

одной совокупности тел к другой, а также возможность и направление химических процессов в данных условиях.

Каждое отдельное вещество или их совокупность представляет собой термодинамическую систему. **Системой** называют совокупность объектов, взаимосвязь между которыми выше, чем с объектами внешней среды. Термодинамика рассматривает три типа систем, отличающихся по характеру взаимодействия с внешней средой: *открытые, закрытые и изолированные*. Следует учитывать условия протекания реакций, на основе которых реакции делятся на: *изобарические, изотермические, изохорические и адиабатические*.

Состояние системы определяется рядом термодинамических параметров – температурой, давлением, концентрацией, объемом и т.д. Кроме того, система характеризуется такими свойствами как внутренняя энергия (U), энтальпия (H), энтропия (S), энергия Гиббса (G). Их изменения в ходе химических реакций характеризуют энергию системы.

Энергия – количественная мера определенного вида движения материи при ее превращениях. Основная единица измерения количества энергии в системе СИ является джоуль (Дж), на практике часто используют внесистемную единицу – калорию (кал): $1 \text{ кал} = 4,184 \text{ Дж}$.

Под внутренней энергией системы понимают ее общий запас, обусловленный всеми видами движений и взаимодействий составляющих ее молекул, атомов, ионов, элементарных частиц. Кинетическая энергия – это энергия колебательного, вращательного, поступательного движения частиц; потенциальная энергия обусловлена силами притяжения и отталкивания. Абсолютная величина внутренней энергии не может быть определена, поэтому в термодинамике вычисляют разность между внутренней энергией системы в ее начальном и конечном состоянии

Термодинамические процессы подчиняются законам: закону сохранения энергии, закону Гесса и др. Наиболее важными областями применения законов термодинамики служит то, что на их основе можно определить *тепловой эффект реакции* или *предсказать возможность её произвольного течения* или *обратимости*.

Фазовыми равновесиями называются равновесия, которые устанавливаются между отдельными фазами при физических процессах перехода веществ из одной фазы в другую. Примерами фазовых переходов могут быть плавление и кристаллизация веществ, испарение и конденсация рас-

творов, аллотропные превращения веществ ($T_1 \leftrightarrow T_2$), ($T_1 \leftrightarrow T_2$), ($J_1 \leftrightarrow J_2$), ($J \leftrightarrow \Gamma$).

Основной закон гомогенных систем – *закон действия масс*, основной закон гетерогенных систем – *закон равновесия фаз*, называемый правилом фаз Гиббса: *число степеней свободы равновесной гетерогенной системы, на которую влияют только T и p , равно числу компонентов минус число фаз плюс два: $C = K - \Phi + 2$* . Если из внешних факторов на систему оказывает влияние только T или p , то число степеней свободы уменьшается на 1:

$$C = K - \Phi + 1.$$

2.2. Скорость реакции и методы её регулирования. Колебательные реакции. Катализаторы и каталитические системы

Зависимость скорости химических реакций от условий их протекания изучает *химическая кинетика*.

Основной закон химической кинетики (закон действующих масс): *скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ*

$$v = k \cdot [A] \cdot [B],$$

где $[A]$ и $[B]$ – концентрации реагирующих веществ, в М/л; k – константа скорости реакции; (при $[A]$ и $[B]$, равном 1 М/л, k численно равна скорости реакции: $v = k$).

Константа скорости реакции k зависит от природы реагирующих веществ и от температуры, но не зависит от их концентрации.

Все выводы относительно зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ *не распространяются на твёрдые вещества*. Для них скорость реакции зависит не от объемной концентрации, а от величины поверхности твёрдого вещества. Поэтому, если в реакции участвуют наряду с газообразными или растворёнными также и твёрдые вещества, *то скорость реакции зависит только от концентрации растворённых или газообразных веществ*.

Так, для реакции горения угля $C + O_2 \rightarrow CO_2$ кинетическое уравнение реакции имеет вид:

$$v = k \cdot [C] \cdot S \cdot [O_2]$$

где k – константа скорости, $[O_2]$ – концентрация кислорода, $[C]$ – концентрация твёрдого вещества (угля), S – площадь поверхности угля. Это величины постоянные. Обозначив произведение постоянных величин k^1 , получим

$$v = k^1 \cdot [\text{O}_2]$$

т.е. скорость реакции пропорциональна только концентрации O_2 .

Вторым положением химической кинетики является зависимость скорости реакции от температуры, известная как правило Вант-Гоффа: *скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза при повышении температуры на каждые 10°C .*

Следует обратить внимание на условия обратимости реакции (в том числе – на термодинамические условия) и на зависимость *положения равновесия от условий прохождения реакции.*

Состояние химического равновесия сохраняется до тех пор, пока остаются неизменными условия реакции: концентрация, температура и давление.

Общий закон, определяющий влияние различных факторов на равновесную систему, известен под названием "принцип Ле-Шателье". Его можно сформулировать так: *если на систему, находящуюся в равновесии, оказывается какое-либо внешнее воздействие (изменяется температура, давление, концентрация), то оно благоприятствует протеканию той из двух противоположных реакций, которая ослабляет это воздействие, а именно:*

- повышение концентрации реагирующих веществ смещает реакцию вправо;
- повышение концентрации продуктов смещает реакцию влево;
- повышение температуры благоприятствует эндотермической реакции;
- понижение температуры благоприятствует экзотермической реакции;
- повышение давления смещает равновесие в сторону образования меньшего числа молекул газа;
- понижение давления – в сторону образования большего числа молекул газа.

Особое место занимают реакции, называемые *колебательными*.

Колебательные реакции – это реакции, в которых концентрации промежуточных веществ и скорость испытывают колебания.

Классический пример колебательных реакций – реакция Белоусова-Жаботинского. Механизм реакции – окислительно-восстановительный: окислителем служит BrO_3^- , восстановителем – органическая кислота. Про-

исходит изменение цвета раствора под действием катализаторов: Ce^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , которые меняют в ходе реакции степень окисления, но до определенной концентрации иона, после чего идет обратный процесс.

Химические реакции, протекающие при участии катализаторов (от греч. *katalisis* – разрушение), называются *каталитическими системами*. *Катализаторы* – вещества, изменяющие скорость химических реакций. Преобладающая часть химических реакций в живых системах катализируется *ферментами* – биологическими катализаторами белковой природы. Важно сопоставить их действие с действием неорганических катализаторов.

В свойствах и механизме действия ферментов и неорганических катализаторов, есть как сходства, так и отличия. Их сходства:

1. как неорганические катализаторы, так и ферменты, катализируют только те реакции, которые возможны по термодинамическим условиям;
2. не меняют направления реакции и лишь ускоряют ее протекание при прочих равных условиях;
3. не изменяют равновесие обратимой реакции, а лишь ускоряют его наступление;
4. не входят в продукты реакции.

Отличия ферментов от неорганических катализаторов объясняются в основном их белковой природой и заключаются в следующем: *активность ферментов зависит от температуры, pH, присутствия активаторов и парализаторов, концентрации реагирующих веществ; ферменты проявляют избирательность по отношению к типу реакции, химической связи, строению реагирующих веществ*. На основе специфичности действия ферменты классифицируются на 6 классов с подклассами и подподклассами.

2.3. Окислительно-восстановительные свойства веществ

Окислительно-восстановительные свойства веществ зависят от степени восстановления атомов, входящих в их состав.

Степень окисления – условный заряд атома элемента, полученный в предположении, что соединение состоит из ионов. Она может быть положительной, отрицательной, нулевой, дробной. Для определения степени окисления элемента в соединении (ионе) пользуются следующими правилами:

1. В простых веществах (H_2 , S_2 , P_4) степень окисления равна нулю.

2. Постоянную степень окисления имеют щелочные (Na^{+1}), щелочноземельные элементы (Mg^{+2}) и фтор (F^{-1})

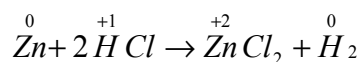
3. Водород в большинстве соединений имеет степень окисления (+1) (H_2O , CH_4 , HCl), в гидридах – (-1) (NaH , CaH_2); степень окисления кислорода, как правило, равна (-2), в пероксидах (H_2O_2) – (-1).

4. В бинарных соединениях неметаллов отрицательная степень окисления приписывается элементу, расположенному справа ($\text{O}^{+2} \text{F}^{-1}$).

5. Алгебраическая сумма степеней окисления молекулы равна нулю, а иона – его заряду.

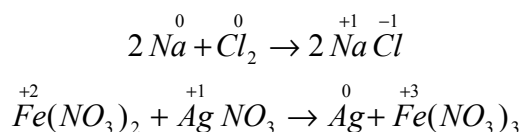
Окислительно-восстановительными называют реакции, которые сопровождаются изменением степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ.

Окислителями называют вещества, атомы, которых принимают электрон и понижают свою степень окисления, а *восстановителями* – вещества, атомы которых отдают электрон и повышают степень окисления. Окисление и восстановление следует рассматривать как два полупроцесса, самостоятельное существование каждого из которых невозможно, однако их одновременное протекание обеспечивает реализацию единого окислительно-восстановительного процесса.

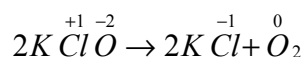


Различают несколько типов окислительно-восстановительных процессов.

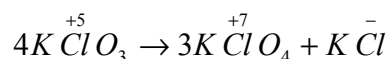
1. Межмолекулярные (межатомные) реакции характеризуются тем, что степень окисления изменяют атомы, входящие в состав разных веществ:



2. Внутримолекулярные реакции – окислитель и восстановитель находятся в одной молекулярной частице:



3. Реакции диспропорционирования (самоокисления – самовосстановления) – одновременное увеличение и уменьшение степени окисления атомов одного и того же элемента:



Важнейшими восстановителями являются:

- простые вещества – металлы;
- простые вещества – неметаллы (водород H_2 , углерод C , кремний Si);
- пероксид водорода H_2O_2 ;
- оксиды неметаллов (оксид углерода (II) CO , оксид азота (II) NO , оксид серы (IV) SO_2);
- кислородсодержащие кислоты (сернистая H_2SO_3 , азотистая HNO_2 , фосфористая H_3PO_3) и их соли;
- бескислородные кислоты (сероводородная H_2S , соляная HCl , бромоводородная HBr) и их соли;
- соли, в которых металлы находятся не в высших степенях окисления (соединения олова (II) $SnCl_2$, железа (II) $FeSO_4$, хрома (III) $Cr_2(SO_4)_3$, марганца (II) $MnSO_4$ и др.);
- аммиак NH_3 .

К важнейшим окислителям относят:

- простые вещества – неметаллы (галогены F_2 , Cl_2 , кислород O_2 , озон O_3 и др.);
- пероксид водорода H_2O_2 ;
- оксиды металлов в высоких степенях окисления (оксид хрома (VI) CrO_3 , оксид марганца (VII) Mn_2O_7 , оксид марганца (IV) MnO_2 , оксид серебра Ag_2O);
- кислородсодержащие кислоты (азотная HNO_3 , марганцовая $HMnO_4$, хлорноватистая $HClO$) и их соли, концентрированная серная кислота H_2SO_4 ;
- соли некоторых металлов в высоких степенях окисления (нитрат серебра $AgNO_3$, сульфат меди $CuSO_4$).

Раздел 3. Коллоидная химия

3.1. Дисперсные системы

Смеси, в которых мелко раздробленные частицы одного вещества более или менее равномерно распределены между частицами другого вещества, называются *дисперсными системами* (от лат. *dispergo* – рассеиваю). Количественно преобладающее вещество называется *дисперсионной средой* (D_{cp}), распределённое в среде вещество – *дисперсной фазой* (D_{ϕ}).

К дисперсным системам относятся резко различающиеся по химическому и фазовому составу, физическим свойствам, областям существова-

ния и применения объекты: аэрозоли (туманы, дымы, космическая пыль), золи металлов и природных минералов, донные отложения рек, морей и океанов, грунты и почвы, сырая нефть, пигменты и высокодисперсные наполнители для лакокрасочных материалов, керамические массы, цементы и бетонные смеси на их основе, мучное тесто, водо-угольные суспензии и зола от сжигания твёрдого топлива, многообразные виды пен, эмульсий и др.

Особый вид дисперсных систем – водно-дисперсные системы. В организме человека они представлены биологическими жидкостями – цитоплазма клеток, кровь, лимфа, пищеварительные соки и т.п.

Дисперсные системы классифицируются по следующим признакам:

1) По размеру частиц дисперсной фазы:

- грубодисперсные системы или *взвеси*. Размер частиц $D_{\text{ф}}$ от 10^{-3} до 10^{-5} см; частицы различимы не вооружённым глазом, задерживаются обычными фильтрами. Взвеси делятся на *суспензии* (от лат. *suspension* – подвешивание) и *эмульсии* (от лат. *emulsus* – выдоенный). Суспензии состоят из жидкой $D_{\text{ср}}$ и твёрдой $D_{\text{ф}}$, в эмульсиях обе фазы – жидкости;

- средне дисперсные системы или *коллоиды* (от греч. *kolla* – клей). Размер частиц $D_{\text{ф}}$ от 10^{-5} до 10^{-7} см; частицы различимы в световом микроскопе, задерживаются мембранными фильтрами. В свою очередь, коллоидные растворы делятся на *гидрофильные* (жидкие золи и студнеобразные гели) и *гидрофобные* (например, золи металлов). **Гели** (от лат. *gelo* – застываю) – дисперсная система с жидкой $D_{\text{ср}}$, в которой частицы $D_{\text{ф}}$ образуют пространственную структуру (сетку). Обладают некоторыми признаками твёрдых тел: способностью сохранять форму, прочностью, пластичностью. Типичные гели образуются, например, при слипанию частиц зелей и имеют вид студенистых осадков. Высушиванием гелей получают хрупкие микропористые тела, называемые аэрогелями, например силикагель, алюмогель. Золи (коллоидные растворы), жидкие коллоидные системы с частицами дисперсной фазы (мицеллами), свободно и независимо друг от друга перемещающимися в процессе броуновского движения. Золи с водной $D_{\text{ср}}$ – гидрозолы, с органической – органозоли;

- мелкодисперсные системы или *растворы*. Размер частиц $D_{\text{ф}}$ менее 10^{-7} см; гомогенны, прозрачны, частицы различимы в электронном микроскопе, не задерживаются фильтрами и клеточными мембранами.

2) Другими признаками для классификации служит агрегатное состояние дисперсионной среды и дисперсной фазы (табл. 3.1.1):

Таблица 3.1.1.

Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию

<i>Дисперсионная среда</i>	<i>Дисперсная фаза</i>	<i>Примеры</i>
Газ	Газ	Воздух, смесь газов.
Газ	Жидкость	Туман; кучевые облака; пары воды в выдыхаемом воздухе; аэрозоли.
Газ	Твёрдая	Пыль в воздухе, дымы.
Жидкость	Газ	Пены, жидкости в момент закипания; газированные жидкости; CO ₂ и O ₂ крови.
Жидкость	Жидкость	Растворы минеральных кислот (HCl, H ₂ SO ₄ и др.); эмульсии (нефть, липиды молока, крови, лимфы); лиозоли.
Жидкость	Твёрдая	Суспензии (мел, BaSO ₄ в воде, клетки крови). Коллоиды (крахмал в воде, белки крови, куриного яйца и пр.).
Твёрдая	Газ	Губка, поролон, др. пористые материалы, хлеб, сыр.
Твёрдая	Жидкость	Влажные пористые материалы, почва.
Твёрдая	Твёрдая	Сплавы, цветные стекла, самоцветы; твёрдые золи.

Дисперсные системы бывают гомогенными и гетерогенными. Гетерогенные системы, в которых $D_{\text{ср}}$ – газ, а $D_{\text{ф}}$ – жидкость, называются *аэрозолями*, системы, в которых $D_{\text{ср}}$ и $D_{\text{ф}}$ – жидкости, называются *лиозолями*. Системы, в которых $D_{\text{ср}}$ и $D_{\text{ф}}$ – твёрдые, называются *твёрдыми золями*.

Некоторые исследователи рекомендуют относить к дисперсным системам только гетерогенные, а гомогенные системы называть растворами.

3.1.2. Коллоидные растворы

Дисперсные системы, в которых диаметр частиц дисперсной фазы лежит в пределах от 1 до 100 нм (т.е. 10^{-7} – 10^{-5} см) называются *коллоидными* (от греч. *kolla* – клей) *системами, коллоидными растворами или золями*.

В отличие от истинных растворов, где дисперсная фаза представлена молекулами или ионами, в коллоидных системах дисперсная фаза пред-

ставлена агрегатами из нескольких (многих) частиц. Принято считать, что в среднем коллоидная частица включает 20–30 молекул (атомов, ионных комплексов). У низкомолекулярных веществ диаметр такой частицы составляет 1–6 нм.

Необходимым условием существования двухфазных дисперсных коллоидных систем является отсутствие химического взаимодействия и взаимной растворимости между компонентами. Например, невозможно получить золь хлорида натрия в воде в силу его хорошей растворимости, тогда как в спирте NaCl образует коллоид; напротив, канифоль, растворимая в этаноле, нерастворима в воде и образует золь.

Коллоидные системы могут быть получены различными методами: дисперсионным, конденсационным, заменой растворителя или путём химической реакции. Коллоидные системы отличаются от истинных растворов такими свойствами, как *эффект Тиндаля, способность к набуханию и осаждению*. Вместе с тем, коллоидные системы *обладают значительной устойчивостью к осаждению, которую им придаёт заряд ядра и сольватная оболочка*. Рассматривая строение коллоидной частицы, следует обратить внимание на механизм образования заряда коллоидной частицы и такие понятия, как: *ядро, потенциалопределяющий ион, адсорбционный и диффузный слой ионов, гранула, мицелла*.

Следует обратить внимание на то, что в живой клетке именно коллоидный раствор белков составляет среду, где происходят все химические превращения.

Раздел 4. Полимеры и олигомеры

4.1. Органические моно-, олиго- и полимеры

См. в разделе «Статическая биохимия»: параграфы 1.2.1.Белки; 1.2.2.Углеводы; 1.2.4.Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.

4.1.2. Неорганические и синтетические полимеры

Полимеры – это неорганические и органические, аморфные и кристаллические вещества, получаемые путём многократного повторения различных групп атомов, называемых «*мономерами*». Число мономерных звеньев в составе полимера называют *степенью полимеризации* и обозначают буквой *n*.

Мономеры могут быть соединены в длинные макромолекулы *химическими* или *координационными* связями. К полимерам относятся много-

численные *природные* соединения: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, каучук и другие органические вещества. В большинстве случаев понятие относят к органическим соединениям, однако существует и множество *неорганических* полимеров. Большое число полимеров получают синтетическим путём на основе простейших соединений элементов природного происхождения путём реакций ***полимеризации, поликонденсации и химических превращений***. Реакция поликонденсации отличается от реакции полимеризации выделением побочных продуктов. Например, образование белков из аминокислот или крахмала из молекул глюкозы сопровождается выделением молекул воды.

В реакцию *полимеризации* вступают молекулы, имеющие *кратную связь* (чаще всего – двойную). Для реакции поликонденсации молекулы должны иметь *одну или несколько функциональных групп*.

По химическому составу все полимеры подразделяются на *органические, элементоорганические, неорганические*.

Элементоорганические полимеры содержат в основной цепи органических радикалов неорганические атомы (Si, Ti, Al), сочетающиеся с органическими радикалами. В природе их нет. Искусственно полученный представитель – кремнийорганические соединения.

Основу неорганических полимеров составляют оксиды Si, Al, Mg, Ca и др. Углеродный скелет отсутствует. К ним относятся керамика, слюда, асбест, полевые шпаты, глинистые минералы, силикаты и др.

Следует также *по составу* отличать *гомополимеры и гетерополимеры* или *сополимеры*. Первые состоят из одинаковых мономеров, вторые – из разных.

По форме макромолекул полимеры делят на линейные, разветвленные (частный случай – звездообразные), ленточные, пространственные, плоские, гребнеобразные, полимерные сетки и так далее.

Линейные полимеры могут иметь *стереорегулярную* или *стереонерегулярную* структуру. В *стереонерегулярной* структуре радикалы расположены хаотически по обе стороны углеродной цепи; в *стереорегулярной* структуре радикалы могут располагаться по одну сторону углеродной цепи или по обе стороны, но строго регулярно.

Полимеры подразделяют *по полярности* (влияющей на растворимость в различных жидкостях). Полярность звеньев полимера определяется наличием в их составе диполей – молекул с разобщенным распределением положительных и отрицательных зарядов. В неполярных звеньях диполь-

ные моменты связей атомов взаимно компенсируются. Полимеры, звенья которых обладают значительной полярностью, называют *гидрофильными или полярными*. Полимеры с неполярными звеньями – *неполярными, гидрофобными*. Полимеры, содержащие как полярные, так и неполярные звенья, называются *амфифильными*.

По отношению к нагреву полимеры подразделяют на *термопластичные* и *термореактивные*.

Термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол) при нагреве размягчаются, даже плавятся, а при охлаждении затвердевают. Этот процесс обратим.

Термореактивные полимеры при нагреве не плавятся, а подвергаются необратимому химическому разрушению. Молекулы термореактивных полимеров имеют нелинейную структуру, полученную путём сшивки (например, вулканизация) цепных полимерных молекул. Упругие свойства термореактивных полимеров выше, чем у термопластов, однако, термореактивные полимеры практически не обладают текучестью, вследствие чего имеют более низкое напряжение разрушения. К термореактивным полимерам относятся: фенолформальдегидные, карбамидные, эпоксидные, полиэфирные и полиуретановые. Изделия из термореактивных полимеров используются в основном, в строительстве.

Природные органические полимеры образуются в растительных и животных организмах. Важнейшими из них являются полисахариды, белки и нуклеиновые кислоты, из которых в значительной степени состоят клетки растений и животных и которые обеспечивают само функционирование жизни на Земле. Считается, что решающим этапом в возникновении жизни на Земле явилось образование из простых органических молекул более сложных – высокомолекулярных.

Полимеры обладают **особыми механическими свойствами**:

- *Эластичность* – способность к высоким обратимым деформациям при относительно небольшой нагрузке (каучуки);
- *Малая хрупкость* стеклообразных и кристаллических полимеров (пластмассы, органическое стекло);
- *Способность макромолекул к ориентации* под действием направленного механического поля (используется при изготовлении волокон и плёнок).
- Высокой вязкостью раствора при малой концентрации полимера;
- Способностью к набуханию перед растворением полимера

К особым химическим свойствам относятся:

- способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента (вулканизация каучука, дубление кож и т. п.).

Особые свойства полимеров объясняются не только большой молекулярной массой, но и тем, что макромолекулы имеют цепное строение и обладают уникальным для неживой природы свойством – гибкостью.

По происхождению полимеры делятся на три группы: природные, синтетические и искусственные. Синтетические могут быть получены путём полимеризации или поликонденсации природных мономеров, например, синтетические каучуки, полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, синтетические волокна (капрон, лавсан, нитрон), и мн. др.

К искусственным полимерам относятся такие волокна, как вискозное, медноаммиачное, ацетатное.

Благодаря ценным свойствам полимеры применяются в машиностроении, текстильной промышленности, сельском хозяйстве и медицине, автомобиле- и судостроении, авиастроении, в быту (текстильные и кожаные изделия, посуда, клей и лаки, украшения и другие предметы). На основании высокомолекулярных соединений изготавливают резины, волокна, пластмассы, пленки и лакокрасочные покрытия.

Следует отметить, что в технических материалах часто используют сочетания разных групп полимеров. Это – композиционные материалы (например, стеклопластики).

Раздел 5. Аналитическая химия

5.1. Химическая идентификация. Качественный и количественный анализ

Аналитическая химия — раздел химии, изучающий химический состав и структуру веществ; имеет целью определение элементов или групп элементов, входящих в состав различных веществ. Предмет её как науки — совершенствование существующих и разработка новых методов анализа, их практическое применение, исследование теоретических основ аналитических методов.

Аналитическая химия подразделяется на качественный анализ, нацеленный на определение того, **что** или **какие** вещества, в какой форме находится в образце, и количественный анализ, нацеленный на определение того, **сколько** данного вещества (элементов, ионов, молекулярных форм и др.) находится в образце.

Определение элементного состава материальных объектов называют элементным анализом. Установление строения химических соединений и их смесей на молекулярном уровне называют молекулярным анализом. Одним из видов молекулярного анализа химических соединений является структурный анализ, направленный на исследование пространственного атомного строения веществ, установление эмпирических формул, молекулярных масс и др. В задачи аналитической химии входит определение характеристик органических, неорганических и биохимических объектов. Анализ органических соединений по функциональным группам называют функциональным анализом.

Для определения *качественного состава* какого-либо вещества необходимо изучить его свойства, которые с точки зрения аналитической химии, могут быть двоякого рода: свойства вещества как такового, и свойства его в химических превращениях.

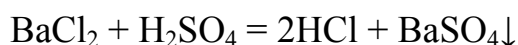
К числу первых относятся: физическое состояние (твёрдое вещество, жидкость, газ), структура его в твердом состоянии (аморфное или кристаллическое вещество), цвет, запах, вкус и др. При этом нередко уже по одним только внешним свойствам, определяемым органолептически, представляется возможным установить природу данного вещества. В большинстве же случаев приходится превращать данное вещество в какое-либо новое с яс-

но выраженными характерными свойствами, пользуясь для этой цели некоторыми специально подбираемыми реактивами.

В аналитической химии существует два рода реакций: реакции мокрым путём (в растворах) и реакции сухим путём. *В растворах* применяются только такие реакции, которые легко воспринимаются человеческими органами чувств, причём момент появления реакции узнаётся по одному из следующих явлений:

1. образование нерастворимого в воде осадка,
2. изменение окраски раствора,
3. выделение газа.

Классический пример подобной реакции – образование осадка при прибавлении серной кислоты или её растворимой соли к раствору какой-либо соли бария.



Имея в виду, что подобную же реакцию образования белого осадка под действием серной кислоты могут дать некоторые другие металлы, например, свинец, способный образовать нерастворимую сернокислую соль PbSO_4 , для полной уверенности в том, что это именно тот или другой металл, проводят ещё поверочные реакции, подвергая соответствующему исследованию образовавшийся в реакции осадок.

Примерами цветных реакций в качественном химическом анализе могут служить следующие: роданистый калий KCNS дает характерное кроваво-красное окрашивание с солями окиси железа; с солями закиси железа тот же реактив не дает ничего. Если к раствору хлористого железа FeCl_2 , слабо-зелёного цвета прибавить какой-либо окислитель, например, хлорную воду, происходит окрашивание раствора в жёлтый цвет благодаря образованию хлорного железа, являющегося высшей степенью окисления этого металла. Если взять дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ оранжевого цвета и прибавить к нему в растворе немного серной кислоты и какого-нибудь восстановителя, например, винного спирта, происходит изменение оранжевой окраски в тёмно-зеленую, соответствующую образованию низшей степени окисления хрома в виде соли сернокислого хрома $\text{Cr}_3(\text{SO}_4)_3$.

В зависимости от хода химического анализа в нём нередко приходится производить процессы окисления и восстановления. Реакции выделения газов в растворах при производстве качественного химического анализа чаще всего не имеют самостоятельного значения и являются реакциями вспомогательными; чаще всего приходится встречаться с выделением уг-

лекистого газа CO_2 — при действии кислот на углекислые соли, сернистого водорода — при разложении сернистых металлов кислотами и т. п.

Реакции *сухим путём* применяются в химическом анализе, главным образом, при т. н. "предварительном испытании", при испытании осадков на чистоту, для поверочных реакций и при исследовании минералов. Важнейшие реакции этого рода состоят в испытании вещества в отношении:

1. плавкости его при нагревании,
2. способности окрашивать несветящееся пламя газовой горелки,
3. летучести при нагревании,
4. способности к окислению и восстановлению.

5.2. Аналитический сигнал. Химический, физико-химический, физический анализ

При количественном измерении определяют *интенсивность аналитического сигнала*, т.е. числовое значение свойства, связанного с количественным содержанием анализируемого компонента. Например, в гравиметрическом методе аналитическим сигналом является масса высушенного или прокаленного осадка, в титриметрическом — объем раствора, израсходованного на химическую реакцию, в фотометрическом — оптическая плотность раствора и т.д. По результатам количественного измерения с помощью уравнения связи рассчитывают содержание определяемого компонента в пробе. Уравнение связи выражает количественную зависимость между интенсивностью аналитического сигнала (измеряемой величиной) и количеством или содержанием анализируемого компонента

$$P = f(c),$$

где P — интенсивность аналитического сигнала; c — концентрация вещества.

По происхождению аналитического сигнала методы анализа делятся на химические, физико-химические и физические. При выполнении физико-химических методов анализа используют специальную, иногда довольно сложную, измерительную аппаратуру, в связи с чем эти методы часто называют инструментальными.

Физико-химические методы анализа основаны на зависимости физических свойств вещества от его природы, причем аналитический сигнал представляет собой величину физического свойства, функционально связанную с концентрацией или массой определяемого компонента. Физико-

химические методы анализа могут включать химические превращения определяемого соединения, растворение образца, концентрирование анализируемого компонента, маскирование мешающих веществ и др. В отличие от «классических» химических методов анализа, где аналитическим сигналом служит масса вещества или его объем, в физико-химических методах анализа в качестве аналитического сигнала используют интенсивность излучения, силу тока, электропроводность, разность потенциалов и др.

Важное практическое значение имеют методы, основанные на исследовании испускания и поглощения электромагнитного излучения в различных областях спектра. К ним относятся спектроскопия (напр., люминесцентный анализ, спектральный анализ}, нефелометрия и турбидиметрия и др. К важным физико-химическим методам анализа принадлежат электрохимические методы, использующие измерение электрических свойств вещества (вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия, потенциометрия и т. д.), а также хроматография (например, газовая хроматография, жидкостная хроматография, ионообменная хроматография, тонкослойная хроматография). Успешно развиваются методы, основанные на измерении скоростей химических реакций (кинетические методы анализа), тепловых эффектов реакций (термометрическое титрование, см. калориметрия), а также на разделении ионов в магнитном поле (масс-спектрометрия).

Физико-химические методы анализа часто используют при определении низких содержаний (порядка $10^{-3}\%$ и менее), где классические химические методы анализа обычно неприменимы. В области средних и высоких концентраций химические и физико-химические методы анализа успешно конкурируют между собой, взаимно дополняя друг друга

Деление аналитических методов на физические, химические и физико-химические весьма условно. Часто к физико-химическим методам анализа относят, например, ядерно-физические методы. В последнее время наметилась тенденция делить методы анализа на химические, физические и биологические- вовсе без физико-химических.

Глава 2. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ, ПОНЯТИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПО ХИМИИ

Сокращения: т. кип. – температура кипения, т.пл. – температура плавления.

А

Абсорбция (от лат. *absorbeo* – поглощаю) – поглощение одного вещества другим, не ограничивающееся поверхностным слоем, а происходящее во всем объеме поглотителя (абсорбента).

Агар (агар-агар) – полисахарид, содержащийся в красных морских водорослях. Растворим в горячей воде, при охлаждении растворов образует гель (плотный студень).

Агликон – см. гликозиды.

Адгезия (от лат. *adhaesio* – прилипание) – сцепление поверхностей разнородных тел; это явление используется при склеивании, образовании поверхностных пленок и нанесении покрытий.

Адиабатические процессы (от греч. *adiabatos* – непреходимый) – термодинамические процессы, не сопровождающиеся ни потреблением, ни отдачей теплоты, т.е. происходящие без обмена теплотой с окружающей средой.

Адсорбция (от лат. *ad* – на, *sorbeo* – поглощаю) – поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого поглотителя (адсорбента) или поверхностью жидкости.

Азотная кислота HNO_3 – бесцветная жидкость с резким запахом, неограниченно растворимая в воде. Т. кип. $82,6^\circ\text{C}$. Сильная кислота, вызывает глубокие ожоги и требует осторожности в обращении. Образует соли – нитраты.

Активированный уголь – уголь с развитой пористой структурой. Хорошо поглощает органические вещества из воздуха и водных растворов. Воду, CO и CO_2 аммиак поглощает слабо. Распространенный адсорбент.

Акцептор (от лат. – принимающий) – агент, принимающий что-либо. В образовании химической связи – атом, принимающий неподелённую электронную пару.

Алебастр (полугидрат сульфата кальция) $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – белый порошок, получается при нагревании гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до 100°C . При смешивании с водой вновь превращается в гипс и затвердевает.

Алкадиены – непредельные (ненасыщенные) углеводороды состава $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, в молекулах которых имеются две двойные связи.

Алканы (парафины) – предельные или насыщенные углеводороды состава $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

Алкены (олефины) – непредельные углеводороды состава C_nH_{2n} , в молекуле которых имеется одна двойная связь.

Алкины (ацетилены) – непредельные углеводороды состава $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, в молекуле которых имеется одна тройная связь.

Аллотропия (от греч. – allos-другой и tropos – поворот, свойство) – способность некоторых химических элементов образовывать несколько простых веществ, различных по строению и свойствам. Образующиеся вещества называются *аллотропными видоизменениями* или *модификациями*.

Алмаз – одна из кристаллических модификаций углерода.

Альфа-частица – ядро атома гелия, продукт радиоактивного распада.

Амальгамы – жидкие сплавы металлов с ртутью.

Амилоза – часть молекулы растительного крахмала, линейный полимер, построенный из молекул глюкоз, соединённых связью 1-4.

Амилопектин – часть молекулы растительного крахмала, разветвлённый полимер, построенный из молекул глюкоз, соединённых связями 1-4 и 1-6.

Аминокислоты – органические вещества, в молекулах которых имеются карбоксильные группы $-\text{COOH}$ и аминогруппы $-\text{NH}_2$. Аминокислоты – это такие карбоновые кислоты, в молекуле которых один атом водорода в альфа - положении замещён аминогруппой. Входят в состав белков и существуют в свободном виде.

Амины органические – продукт замещения атомов водорода в молекуле аммиака NH_3 на органические радикалы (метильный $-\text{CH}_3$, этиловый $-\text{C}_2\text{H}_5$ и т.п.).

Аммиак NH_3 – бесцветный газ с резким запахом, хорошо растворим в воде, образует гидрат аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Аммониевые основания – органические соединения, катионы которых являются продуктами замещения одного или нескольких атомов водорода в катионе аммония NH_4^+ на органические радикалы (метильный $-\text{CH}_3$, этиловый $-\text{C}_2\text{H}_5$ и т.п.).

Амфолиты – электролиты, образующие при диссоциации одновременно катионы водорода (H^+) и гидроксидионы (OH^-). Проявляют свойства кислот и оснований.

Амфотерность (от греч. amphoteros – и тот, и другой) – способность электролитов проявлять свойства и кислот (доноров H^+), и оснований (доноров OH^-).

Амфотерные гидроксиды – гидроксиды, обладающие свойствами и оснований, и кислот.

Амфотерные оксиды – оксиды, обладающие свойствами и основных, и кислотных оксидов.

Аналитический сигнал (интенсивность аналитического сигнала) – в аналитической химии – числовое значение свойства, связанного с количественным содержанием анализируемого компонента.

Анион – отрицательно заряженный ион.

Анионгалогенаты – комплексные соединения, анионы которых состоят только из атомов галогенов.

Аниониты – синтетические полимеры, способные обменивать свои анионы на анионы среды. Применяются для химической очистки воды и др.

Антоцианы – сложные органические вещества, красные, фиолетовые и синие пигменты растений, определяют окраску многих цветов и плодов.

Арабиноза $C_5H_{10}O_5$ – углевод, моносахарид, бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде. Входит в состав вишневого клея, свеклы, сока алоэ.

Арахидоновая кислота $CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$ – ненасыщенная карбоновая кислота с четырьмя двойными связями в молекуле, бесцветная жидкость; т. кип. 160-165°C. Входит в состав растительных жиров и морепродуктов. Для человека – незаменимая кислота.

Ароматические углеводороды – органические соединения, молекулы которых включают циклические фрагменты с системой сопряженных связей.

Атом – наименьшая, химически неделимая электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Атомная единица массы (а.е.м.) или углеродная единица (у.е.) – единица измерения атомной и молекулярной массы. А.е.м. составляет 1/12 абсолютной атомной массы углерода ^{12}C .

$$\text{а.е.м.} = \frac{M_{\text{абс}}^{12}C}{12} = \frac{1993 \cdot 10^{-26} \text{ г}}{12} = 167 \cdot 10^{-26} \text{ г}$$

Атомные орбитали – области максимальной вероятности нахождения электрона в атоме.

Атомный радиус – межатомное (межъядерное) расстояние (размеры атомов). Он равен половине расстояния между ядрами одинаковых атомов в молекуле или кристалле.

Ацетальдегид (уксусный альдегид) CH_3CHO – летучая бесцветная жидкость с характерным запахом, хорошо растворимая в воде. Т. кип. 21°C .

Ацетаты – соли уксусной кислоты.

Ацетилен – непредельный углеводород C_2H_2 , имеет в молекуле тройную связь.

Ацетилцеллюлоза – продукт взаимодействия целлюлозы с уксусным ангидридом; используется при получении пластмасс, киноплёнки и ацетатного волокна.

Ацетон $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ – бесцветная летучая и огнеопасная жидкость, т. кип. 56°C , неограниченно растворимая в воде. Органический растворитель.

Аэрозоль – дисперсная система, в которой дисперсионная среда – газ, а дисперсная фаза – жидкость.

Б

Белки – высокомолекулярные биополимеры, состоящие из остатков аминокислот. Играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности, выполняя структурную, защитную, регуляторную, транспортную, сократительную, рецепторную, энергетическую функции.

Белый фосфор – одна из модификаций фосфора, имеет молекулу состава P_4 .

Бензин – смесь легких углеводородов; получается при нефтепереработке, т. кип. от 30 до 200°C . Горючее и органический растворитель.

Бензол C_6H_6 – ароматический углеводород. Т. кип. 80°C . Горюч, ядовит.

Бертоллиды – вещества, которые в химически чистом состоянии могут иметь переменный состав, в отличие от дальтонилов (см. Дальтониловы).

Бета-частица – электрон как продукт радиоактивного распада.

Бетаин (триметилглицин) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ - органическое вещество, хорошо растворимое в воде, содержится в растениях (например, в свекле).

Биоза – моносахарид, имеющий в своём составе два атома углерода, альдегидоспирт.

Бифилы – вещества, имеющие в своём составе как гидрофильные, так и гидрофобные группировки.

Бикарбонаты (гидрокарбонаты) – кислые соли угольной кислоты; гидрокарбонат натрия – питьевая сода NaHCO_3 .

Борная кислота H_3BO_3 – бесцветное кристаллическое вещество, малорастворимое в воде, слабая кислота.

Бутадиен – непредельный углеводород состава C_4H_6 с двумя двойными связями в молекуле; используется для получения синтетических каучуков.

Буферные системы – смеси слабых кислот с солями тех же кислот от сильных оснований (или слабых оснований с солями тех же оснований от сильных кислот), поддерживающие практически постоянное значение pH за счет сложных кислотно-основных равновесий.

В

Вазелин – светло-желтое или бесцветное жироподобное вещество, смесь тяжелых углеводородов. Получается растворением парафина или церезина в тяжелых нефтяных маслах.

Валентность – число химических связей, которыми данный атом соединён с другими (определяется числом неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне).

Взвесь – грубо дисперсная система, в которой дисперсионная среда – жидкость, а дисперсная фаза – твёрдая (в суспензиях) или жидкая – (в эмульсиях).

Внешняя сфера комплексного соединения – противоионы, которые слабо связаны с внутренней сферой данного соединения; в формуле их располагают вне квадратных скобок.

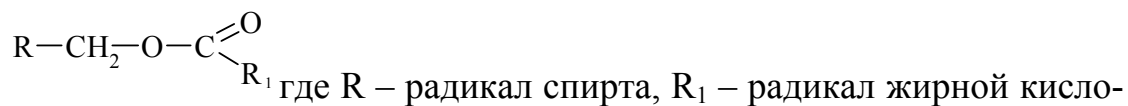
Внутренняя сфера комплексного соединения – та его часть, которая содержит химические частицы, прочно связанные между собой ковалентными связями, в формуле заключена внутри квадратных скобок.

Водородная связь – один из типов межмолекулярного взаимодействия; возникает между молекулами, в состав которых входят атомы водорода и элементов с высокой отрицательностью (F, Cl, O, N). В высокомолекулярных биогенных веществах (белках, нуклеиновых кислотах) водородная связь присутствует как внутримолекулярная.

Водородный показатель pH (от лат. potentia, power hydrogen – "сила" водорода, Сёренсен П.Л., 1909). pH – десятичный логарифм концентрации ионов водорода (выраженной в г-ионах на литр), взятый с обратным знаком.

$pH = -\lg [H^+]$, или точнее, $pH = -\lg [H_3O^+]$. Показатель активной реакции среды.

Воски – эфиры жирных кислот и монооксиспиртов с длинной цепью, с общей формулой



Плавятся в интервале 40-90°C.

Восстановитель – участник окислительно-восстановительного процесса, отдает электроны и при этом окисляется.

Вулканизация – нагревание натуральных или синтетических каучуков с серой, которая как бы сшивает молекулы каучука, превращая каучук в резину.

Г

Галактоза $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ – углевод, моносахарид, изомер глюкозы, бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде.

Гальванопластика (от имени Л.Гальвани и греч. plastike – ваяние) – отрасль электрохимии: получение точных металлических копий с различных предметов методом электролитического осаждения металла на металлическом или неметаллическом оригинале.

Гальваностегия (от гальвано – и греч. stego – покрываю) – нанесение металлических покрытий на поверхность металлических изделий методом электролитического осаждения.

Гексозы – моносахариды, имеющие в молекуле шесть атомов углерода. Эмпирическая формула: $C_6H_{12}O_6$. Представлены изомерами, из которых наиболее известны: глюкоза (виноградный сахар), фруктоза (фруктовый сахар), галактоза (молочный сахар).

Гель – структурированная среднедисперсная коллоидная система, в которой частицы дисперсной фазы формируют каркас или сетку за счёт контактов друг с другом.

Гетероауксин (3-индолилуксусная кислота) $C_6H_4C_2H(NH)CH_2COOH$ – бесцветное кристаллическое вещество, малорастворимое в воде, темнеет на свету. Стимулятор роста растений.

Гетерогенные системы (от греч. heteros – другой) – системы, имеющие границу раздела между составными частями. (См. гомогенные системы).

Гетерогенный процесс – процесс, протекающий в системе, имеющей границы раздела между фазами.

Гетерополисахариды (гетерогликаны) – сложные углеводы, состоящие из молекул разных моносахаридов и (или) содержащие вещества неуглеводной природы.

Гибридизация атомных орбиталей – одна из моделей образования химической связи, включающая представление об "усреднении" энергии и геометрических характеристик исходных орбиталей центрального атома частицы.

Гигроскопичность – свойство веществ поглощать воду.

Гидрат аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – продукт взаимодействия аммиака с водой, слабое основание.

Гидратация – химическое взаимодействие (соединение) растворённого вещества с водой, приводящее к образованию гидратированных молекул или ионов.

Гидрирование (гидрогенизация) – присоединение водорода к веществу.

Гидрокарбонат натрия (питьевая сода, пищевая сода) NaHCO_3 – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде. Вследствие гидролиза дает слабощелочную реакцию раствора.

Гидроксиды (гидроокиси) – химические соединения оксидов с водой. Гидроксиды многих металлов – основания, гидроксиды неметаллов – кислоты. Чаще термин гидроксиды применяют к основаниям.

Гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ – белый порошок, нерастворимый в воде, при прокаливании превращается в оксид алюминия.

Гидроксид калия KOH – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде с сильным разогреванием, сильная щелочь. Вызывает химические ожоги, особенно опасные для глаз.

Гидроксид кальция (гашеная известь) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – белый порошок, малорастворимый в воде. Получается взаимодействием с водой ("гашением") оксида кальция (пушонки). Обладает щелочными свойствами. Едкое вещество.

Гидроксид натрия (едкий натр) NaOH – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде с сильным разогреванием, сильная щелочь. Вызывает химические ожоги, особенно опасные для глаз.

Гидроксид цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$ – вещество белого цвета, нерастворимое в воде. При 250°C превращается в оксид цинка ZnO .

Гидролиз – разрыв химической связи с участием воды. Гидролиз солей – взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита.

Гидрометаллургия – способы получения металлов из растворов их солей, при этом металл, входящий в состав руды, сначала переводят в раствор.

Гидроперит $(\text{NH}_2)_2\text{CO}\cdot\text{H}_2\text{O}_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, комплексное соединение пероксида водорода с карбамидом.

Гидрофильность (от гидро – и греч. *philia* – любовь) – способность вещества или материала смачиваться водой

Гидрофобность (от гидро – и греч. *phobos* – страх, боязнь) – неспособность вещества или материала смачиваться водой.

Гипс (дигидрат сульфата натрия) $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – бесцветное мелкокристаллическое вещество, малорастворимое в воде. При прокаливании частично теряет воду и превращается в алебастр.

Гликоген – полисахарид сложного состава, полимер глюкозы; основной углевод, откладывающийся в запас в организме человека и животных. Образуется в печени.

Гликозидный гидроксил (полуацетальный, аномерный гидроксил) – спиртовая группировка, находящаяся у первого углеродного атома у альдегидосахаров или у второго углеродного атома в молекуле кетосахаров. Эта гидроксильная группа наиболее активна в химическом отношении, придаёт углеводам способность присоединять, окисляться, восстанавливать. По положению аномерного гидроксила относительно плоскости кольцевой молекулы различают α – и β – изомеры, называемые, соответственно, *аномерами*. Переход одной аномерной формы в другую носит название *мутаротации*.

Гликозиды – продукты взаимодействия углеводов (моносахаридов) со спиртами, аминами и фенолами. Неуглеводная часть называется *агликоном*. В сложных белках – гликопротеинах агликон представлен белком

Глицерин $\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2\text{OH})_2$ – бесцветная вязкая жидкость, неограниченно растворимая в воде и поглощающая влагу из воздуха, трехатомный спирт. Входит в состав липидов: триглицеридов (эфиров глицерина с органическими кислотами) или фосфатидов.

Глюкоза (виноградный сахар) $C_6H_{12}O_6$ – углевод, моносахарид, бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, т. пл. 146 °С. Содержится в соке всех растений и в крови человека и животных.

Глюконат кальция (моногидрат) $Ca[CH_2OH(CHOH)_4COO]_2 \cdot H_2O$ – белый кристаллический порошок, малорастворимый в холодной воде, практически нерастворимый в этиловом спирте.

Глюконовая (сахарная) кислота $CH_2(OH)(CHOH)_4COOH$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, получается при окислении глюкозы. Образует соли – глюконаты.

Гомогенные системы (от греч. homos – равный, одинаковый) – системы, представляющие собой единое по составу и строению скопление частиц, между которыми нет границы раздела.

Гомогенный процесс – процесс, протекающий в гомогенной (однородной) системе, не имеющей границ раздела.

Гомогликаны и гетерогликаны – термины применяются для обозначения, соответственно, гомо - и гетерополисахаридов.

Гомологи – органические соединения, сходные по химическим свойствам, состав которых отличается друг от друга на группу CH_2 . Гомологи, расположенные в порядке возрастания их относительной молекулярной массы, образуют *гомологический ряд*. Группы CH_2 называются *гомологической разностью*.

Гомополисахариды – сложные углеводы, состоящие из одинаковых моносахаридов. Наиболее распространённые: целлюлоза, крахмал, гликоген.

Графит – одна из модификаций углерода.

Гравиметрия (весовой анализ) – метод, в котором основная стадия определения – взвешивание. Применяется для определения состава вещества или его компонента.

Гранула – понятие применяется в коллоидной химии для обозначения частицы, состоящей из ядра и адсорбционного слоя ионов. Ионы адсорбционного слоя обуславливают заряд гранулы и стабильность золя.

Гуминовые кислоты – сложная смесь природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших частей растений. В сухом виде имеют темно-бурый цвет и состоят из высокомолекулярных производных ароматических кислот.

Д

Дальтони́ды – химически чистые соединения, имеющие постоянный качественный и количественный состав, независимо от способа их получения и местонахождения (закон постоянства состава).

Дегидратация – потеря воды.

Дегидрогенизация – отнятие (потеря) водорода.

Декстрин – продукт частичного расщепления крахмала.

Денатурация – разрушение связей, обуславливающих вторичную и третичную структуру белка; приводит к осаждению.

Джоуль (Дж) – основная единица измерения количества энергии и работы в системе СИ, равная работе, производимой неизменной силой в 1 ньютон при перемещении точки ее приложения на 1 м. $1\text{ Дж} = 10^7 \text{ Эрг} = 0,2388 \text{ кал} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$.

Диализ – способ разделения растворённых веществ, основанный на том, что одно из них не диффундирует через полупроницаемую мембрану.

Диоксид азота NO_2 – бурый газ, при взаимодействии с водой дает азотную кислоту и монооксид азота NO . Токсичен.

Диоксид кремния (кремнезем) SiO_2 – белый порошок или прозрачные кристаллы, т. пл. $1500\text{-}1705^\circ\text{C}$, при охлаждении затвердевает в стеклообразную массу (кварцевое стекло). Не взаимодействует с водой и кислотами, кроме плавиковой (фтороводородной). В природе встречается в виде

кварца, горного хрусталя, мориона (черного кварца), кварцевого песка. Используется как абразивный материал (диатомит, инфузорная земля, трепел).

Диоксид серы (сернистый газ) SO_2 – бесцветный газ с резким удушливым запахом. Растворяется в воде, образуя сернистую кислоту.

Диоксид титана TiO_2 – белый порошок, нерастворимый в воде. Пигмент и абразивное вещество.

Диоксид углерода (углекислый газ) CO_2 – бесцветный газ, затвердевает при обычном давлении при -78°C , образуя "сухой лед". Относительно хорошо растворим в воде, образует слабую угольную кислоту.

Диоксины – бесцветные кристаллические вещества сложного строения; т. пл. $320\text{-}325^\circ\text{C}$, сильнейшие яды.

Диполь – полярная молекула. Этим термином обозначают любую электронейтральную систему, состоящую из положительных и отрицательных зарядов, распределённых так, что их электрические центры не совпадают.

Дисмутация (диспропорционирование) – окислительно-восстановительная реакция, в ходе которой атомы одного и того же элемента и повышают, и понижают свою степень окисления.

Диссоциация электролитическая – распад электролитов на ионы в расплавах или водных растворах.

Дисперсные системы (от лат. *dispergo* – рассеиваю) – гетерогенные смеси, в которых относительно мелкодробленные частицы (дисперсная фаза) равномерно распределены в однородной среде (дисперсионная среда). В смесях дисперсионной средой обычно считают количественно преобладающее вещество.

Диффузия (от лат. *diffusio* – распространение) – самопроизвольное проникновение частиц одного вещества между частицами другого (газов, жидкостей, твёрдых веществ), в результате беспорядочного теплового движения молекул, атомов, ионов или коллоидных частиц. В применении к

растворам, диффузия – это самопроизвольное распределение частиц растворенного вещества между частицами растворителя.

Дихлофос (дихлорофос) $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{P}(\text{O})\text{OCH}=\text{CCl}_2$ – вязкая жидкость, растворимая в воде и органических растворителях. Ядохимикат.

Диэлектрическая проницаемость – величина, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия двух электрических зарядов в среде меньше, чем в вакууме. Высокой диэлектрической проницаемостью обладает вода (81 при 20°C), поэтому является хорошим растворителем.

Диэтиловый эфир $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ – летучая бесцветная огнеопасная жидкость с характерным запахом, малорастворимая в воде, т. кип. $34,5^\circ\text{C}$. Органический растворитель.

Донор – агент, отдающий что-либо. В образовании химической связи – атом, предоставляющий неподелённую электронную пару (см. Акцептор).

Дуралюмин, "дюраль", "дюралюминий" – сплав алюминия, магния и меди.

Ж

Желатин (желатина) – студенистое клейкое вещество, продукт денатурации белка коллагена. Образуется при вываривании костей. В сухом виде – прозрачные пластинки или листочки.

Железный купорос (гептагидрат сульфата железа) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – зеленоватые кристаллы, растворимые в воде. На воздухе постепенно окисляется.

Жемчуг – округлые образования арагонита, минерала состава CaCO_3 .

Жидкие кристаллы – жидкости с упорядоченной структурой, обладающие анизотропией свойств, в частности, оптических.

Жирные кислоты – карбоновые кислоты, содержащие относительно длинную углеводородную цепь и карбоксильную группу: – COOH . Насыщенные – твёрдые, преобладают в животных жирах, ненасыщенные – жидкие, преобладают в растительных жирах.

Жиры («нейтральные» жиры, или триглицериды, или триацилглицерины) – нерастворимые в воде липиды, сложные эфиры глицерина и трёх остатков жирных кислот. Бывают предельные (насыщенные) и непредельные (ненасыщенные). Первые – твёрдые, вторые жидкие при температуре 20⁰. Химически неактивны, за исключением реакций по ненасыщенным связям.

З

Золь – дисперсная коллоидная система (среднедисперсная, двухфазная). Размер частиц дисперсной фазы от 1 до 100 нм. Коагуляция золь приводит к образованию студенистой массы (см. Гель).

И

Известняк, мел – природный карбонат кальция CaCO₃.

Изобарические процессы (от греч. isos – равный, одинаковый и baros – тяжесть) – термодинамические процессы, протекающие при постоянном давлении в системе.

Изомерия – явление существования изомеров, т.е. соединений одинакового количественного состава, но разных свойств из-за различий в строении молекул.

Изомеры – вещества, имеющие одинаковый состав и одинаковую молекулярную массу, но различное строение молекул и разные свойства.

Изотермические процессы (от греч. isos – равный, одинаковый и therme – тепло) – термодинамические процессы, протекающие при постоянной температуре в системе.

Изотопы – разновидности атомов одного элемента, обладающие одинаковыми зарядами ядер, но различными массовыми числами.

Изохорические процессы (от греч. isos – равный, одинаковый и chora – занимаемое место) – термодинамические процессы, происходящие без изменения объёма.

Ингибиторы – замедлители химических реакций.

Индикаторы – вещества, меняющие цвет в зависимости от кислотности среды.

Иод I_2 – фиолетово-черные кристаллы с резким запахом, малорастворимые в воде, растворимые в органических растворителях. Легко возгоняется.

Иодоводород HI – бесцветный газ с едким запахом, при растворении в воде дает сильную иодоводородную кислоту.

Ионная связь – химическая связь, образованная за счет электростатического взаимодействия заряженных частиц (ионов). Ионную связь можно рассматривать как крайний случай ковалентной полярной связи.

Ионное произведение воды K_B – количественная характеристика равновесия автопротолиза (диссоциации) воды. При $25^\circ C$ $K_B = 1 \cdot 10^{-14}$.

К

Казеин – порошок белого или светло-желтого цвета, важнейший белок молока. Получается при переработке творога.

Калория (кал) – внесистемная единица количества энергии и теплоты. 1 кал = 4,184 Дж.

Камфора $C_{10}H_{16}O$ – бесцветные кристаллы с характерным запахом. Т. пл. $179^\circ C$, легко возгоняется при нагревании. Растворяется в органических растворителях, в воде малорастворима.

Канифоль – стеклообразное вещество желтого цвета, т.пл. $100-140^\circ C$, состоит из смоляных кислот - органических веществ циклического строения. Растворима в органических растворителях и уксусной кислоте, нерастворима в воде.

Капрон (перлон, силон, поликапроамид) – полимер ϵ -амино-капроновой кислоты состава $[-HN(CH_2)_5CO-]_n$, синтетическое волокно, получают путём поликонденсации; связь между мономерами – кислотоамидная (пептидная). Выдерживает нагревание не выше $210^\circ C$.

Карбамид (мочевина) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде; т. пл. $132,7^\circ\text{C}$. Продукт белкового обмена в организме человека и животных, выводится с мочой.

Карбонат кальция (мел, известняк, мрамор) CaCO_3 – белый кристаллический порошок, нерастворимый в воде, разлагается при нагревании до 900°C .

Карбонат натрия (декагидрат, кристаллическая сода) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, т.пл. $32,5^\circ\text{C}$. При 100°C теряет воду, превращаясь в кальцинированную соду – безводный карбонат натрия Na_2CO_3 . В водных растворах создает щелочную среду за счет гидролиза.

Карбоновые кислоты – органические соединения, содержащие в молекуле одну (одноосновные) или несколько карбоксильных групп: $-\text{COOH}$. Примером одноосновной карбоновой кислоты является уксусная кислота, а многоосновных – адипиновая, лимонная и др.

Каротин $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ – органическое соединение сложного строения, ненасыщенный углеводород; кристаллическое вещество темно-красного или желтого цвета (т.пл. 178 или 187°C). Синтезируется растениями при поглощении света, в человеческом организме переходит в витамин А (ретинол).

Касторовое (клещевинное, рициновое) **масло** – бесцветная вязкая жидкость, содержащая до 80% глицеридов непредельной рицинолевой кислоты.

Катализатор – вещество, которое ускоряет химическую реакцию, не является её участником и не расходуется в реакции.

Катион – положительно заряженный ион.

Катиониты (ионообменные смолы) – синтетические полимеры, способные обменивать свои катионы на катионы среды.

Каучук – высокомолекулярный непредельный углеводород состава $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, где n составляет от 1 до 3 тыс., полимер изопрена. Благодаря своей эластичности, устойчивости к износу, водо-и газонепроницаемости полу-

чил широкое применение в промышленности для получения резины, изоляторов, в производстве обуви и т.п.

Квантовые числа – главное n , орбитальное l и магнитное m_l характеризуют заданную атомную орбиталь; значение n определяет энергию орбитали и ее размеры, значение l – геометрию орбитали, значение m_l – ориентацию орбитали в пространстве m_s . – спиновое, характеризует направление движения электрона; принимает значение $\pm 1/2$

Кварц, горный хрусталь – минерал, диоксид кремния SiO_2 .

Кератин – волокнистый белок, основа рогового слоя кожи, ногтей, волос.

Керосин – смесь углеводородов, получается при нефтепереработке, т. кип. $150\text{-}300^\circ\text{C}$. Топливо и органический растворитель.

Кислота – в протонной теории частица (молекула или ион) вещества, которая способна отдавать протон в реакции протолиза. При этом в воде появляются катионы оксония H_3O^+ , которые создают кислую среду.

Кислотные оксиды – оксиды неметаллов, при взаимодействии с водой дают кислородные кислоты.

Клетчатка, см. Целлюлоза.

Коагуляция (от лат. coagulatio – свёртывание, сгущение) – слипание коллоидных частиц при их столкновении в процессах броуновского движения, перемешивания или направленного перемещения в силовом (например, электрическом) поле.

Коацервация (от лат. coacervatio – накопление) – формирование в растворах высокомолекулярных соединений капель, обогащённых растворённым веществом. Обычно происходит в водных растворах белков и полисахаридов при добавлении электролитов и некоторых органических соединений.

Ковалентная связь – объединение атомов за счет обобществления электронов и образования общих электронных пар, в одинаковой мере принадлежащих соединяющимся атомам. Если общая электронная пара расположена симметрично относительно ядер атомов, ковалентная связь называется

ся **неполярной**. Если взаимодействующие атомы обладают разной электроотрицательностью, то общая электронная пара смещена к атому с большей электроотрицательностью и формируется **ковалентная полярная связь**.

Колебательные реакции – реакции, в которых концентрации промежуточных веществ и скорость испытывают периодические колебания.

Коллаген – волокнистый белок, основа соединительной ткани и кожи животных и человека.

Коллоидные растворы – среднедисперсные системы, в которых диаметр частиц дисперсной фазы составляет 10^{-5} - 10^{-7} см.

Колориметрия – метод анализа, основанный на определении концентрации вещества по интенсивности окраски.

Комплексообразователь – центральная частица, которая располагает вокруг себя (координирует) ионы или молекулы внутренней сферы комплекса. Комплексообразователь характеризуется координационным числом (КЧ).

Комплементарность (от лат. complementum – дополнение) – взаимное соответствие в строении двух макромолекул, обеспечивающее их взаимодействие.

Кондуктометрия – электрохимический метод анализа, основанный на измерении электропроводности растворов. Применяют для определения концентрации растворов солей, кислот, оснований, контроля состава некоторых промышленных растворов.

Константа кислотности K_K – константа равновесия протолитической реакции с участием растворенного вещества – кислоты.

Константа основности K_O – константа равновесия протолитической реакции с участием растворенного вещества – основания.

Константа химического равновесия – количественная характеристика равновесного состояния конкретной химической системы; показывает, во сколько раз прямая реакция идёт быстрее обратной.

Координационная вода – молекулы воды, связанные координационными связями с ионами металлов.

Коралл – скелетная постройка колонии коралловых полипов, состоит из минерала арагонита – карбоната кальция CaCO_3 .

Коррозия металлов – разрушение их в неблагоприятных условиях под действием кислорода, влаги и других окислителей.

Коэффициент растворимости – число весовых частей безводного вещества, насыщающих при данных условиях 100 весовых частей растворителя.

Коэффициент распределения – константа, показывающая отношение концентраций вещества в двух несмешивающихся жидкостях. Согласно закону распределения, вещество, способное растворяться в двух несмешивающихся растворителях, распределяется между ними так, что отношение его концентраций в этих растворителях при постоянной температуре остается постоянным, независимо от общего количества растворенного вещества.

Крахмал $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ – полисахарид, полимер альфа-глюкоз; состоит из двух частей: амилозы и амилопектина; белый аморфный порошок, поглощает влагу из воздуха. При длительном контакте с водой разбухает, превращается в клейстер, при нагревании образует декстрин. Содержится в картофеле, муке, крупах.

Крекинг – расщепление $=\text{C}-\text{C}=\text{C}$ связей углеводородов; крекинг углеводородов нефти проводят с целью повышения выхода бензина. Способом термического крекинга ($t = 450 - 550^\circ\text{C}$, $P = 2 - 7$ МПа) получают автомобильный бензин; способом каталитического крекинга получают авиационный бензин.

Криоскопия – метод определения молекулярного веса растворённого вещества по понижению точки замерзания растворителя.

Криоскопическая константа – величина, показывающая степень снижения температуры замерзания растворителя при растворении одного грамма вещества. Величина постоянная для данного растворителя, для воды $=1,86^{\circ}$ на моль (температура замерзания = минус $1,86^{\circ}$ для 1 моля нелетучего электролита).

Кристаллическая решетка – упорядоченное пространственное расположение атомов или ионов в кристалле. Точки кристаллической решетки, где находятся эти атомы или ионы, называются узлами кристаллической решетки.

Кристаллизационная вода – молекулы воды, заполняющие «пустоты» в кристаллической решётке солей.

Кристаллогидраты – вещества, удерживающие воду даже в твёрдом кристаллическом состоянии, например $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (глауберова соль), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медный купорос), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (железный купорос) и т.п.

Кулонометрия – электрохимический метод анализа, основанный на зависимости массы вещества, выделившегося или разложившегося при электролизе, от количества электричества, прошедшего через электролит.

Л

Лакмус – природное органическое вещество, кислотно-основный индикатор (синий в щелочной и красный в кислой среде).

Лактат натрия $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, поглощает влагу из воздуха. Соль молочной кислоты.

Лактоза (молочный сахар) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде. Содержится в молоке (4 – 6%), выделяется при сгущении сыворотки в виде мелких рассыпчатых кристаллов с очень слабым сладким вкусом.

Латунь – сплав цинка и меди.

Лиганды – частицы (молекулы, катионы или анионы), которые располагаются во внутренней сфере комплекса вокруг комплексообразователя.

Лимонная кислота $\text{HOOC}(\text{CH}_2\text{COOH})_2\text{COOH}$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде и этиловом спирте, т. пл. 153°C . Образует соли – цитраты. Содержится в лимонах и других плодах.

Линолевая кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ – бесцветная жидкость, непредельная органическая кислота с двумя двойными связями в молекуле. Содержится в растительных жирах и морепродуктах. Для человека – незаменимая кислота.

Линоленовая кислота $\text{CH}_3(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ – ненасыщенная органическая кислота с тремя двойными связями в молекуле. Содержится в растительных жирах и морепродуктах. Для человека – незаменимая кислота.

Липиды (от греч. *lipos* – жир) – группа веществ различного химического строения, сходных по физическому свойству – гидрофобности (нерастворимости в воде). В группе липидов принято различать жиры и жироподобные вещества (липоиды)

М

Мальтоза (солодовый сахар) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ – углевод, дисахарид, состоит из двух молекул глюкозы. Существует в двух изомерных формах: альфа и бета; содержится в проросших зернах злаков, образуется при расщеплении крахмала и гликогена.

Масляная кислота $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ – бесцветная жидкость с неприятным запахом, т. кип. 163°C .

Медный купорос (пентагидрат сульфата меди) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – кристаллы голубого цвета, хорошо растворимые в воде. На воздухе выветриваются, покрываясь белым налетом безводного сульфата меди CuSO_4 .

Ментол $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{OH}$ – бесцветные кристаллы с запахом мяты, нерастворимые в воде, т. пл. 43°C .

Меркаптаны (тиоспирты) – органические соединения, содержащие группу SH, например, метилмеркаптан CH_3SH . Обладают отвратительным запахом.

Металлическая связь – связь атомов элемента за счет образования между ними единого подвижного электронного облака. Силы связи не локализованы и не направлены, а наличие электронного газа обеспечивает высокую тепло- и электропроводность веществ.

Металлотермия – восстановление металлов из их соединений другими металлами, химически более активными.

Метан – простейший предельный углеводород состава CH_4 , газ.

Метиленовый синий – кристаллы с бронзовым блеском, растворимые в воде, сложное органическое вещество. Краситель и антисептик.

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт) CH_3OH – бесцветная легколетучая жидкость, неограниченно растворимая в воде; т. кип. $64,5^\circ\text{C}$. Ядовит. Смертельная доза для человека 30 г, а 5 г вызывают тяжелое отравление с полной потерей зрения.

Метилоранж, метиловый оранжевый – кислотно-основный индикатор.

Мицелла – термин, применяемый в коллоидной химии для обозначения электронейтральной частицы, состоящей из заряженной гранулы золя вместе с эквивалентным количеством противоионов в диффузном слое (см. гранула).

Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.

Молочная кислота $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ – бесцветные кристаллы, растворимые в воде; т.пл. 25°C . Образуется при брожении лактозы и других углеводов. В мышцах человека образуется при физической работе.

Молочный сахар; см. Лактоза.

Моль – количество вещества, которое содержит столько же структурных единиц (т.е. атомов, молекул, ионов или электронов), сколько содержится атомов в 12 граммах изотопа углерода – ^{12}C . Это число – **постоянная Авогадро** = $6,02 \cdot 10^{23}$.

Молярная масса – отношение массы вещества (m) к его количеству (n). Обозначается: г/Моль или кг/Моль (СИ):

$$M = \frac{m}{n}$$

Молярная масса вещества, таким образом, это масса одного моля, т.е. масса $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц данного вещества. Молярная масса вещества в граммах численно равна его относительной молекулярной массе (M_r).

Мономер – элементарное звено или структурная единица полимера; исходное вещество, вступающее в реакцию полимеризации (см. Полимер).

Мононуклеотиды – мономерные «блоки» нуклеиновых кислот; каждый состоит из азотистого основания, пентозы (рибозы или дезоксирибозы) и остатка фосфорной кислоты. Входят в состав не только нуклеиновых кислот, но и нуклеотидных коферментов (см. ч. II).

Монооксид углерода (угарный газ) CO – газ без цвета и запаха, сильный яд. Образуется при неполном сгорании органических веществ.

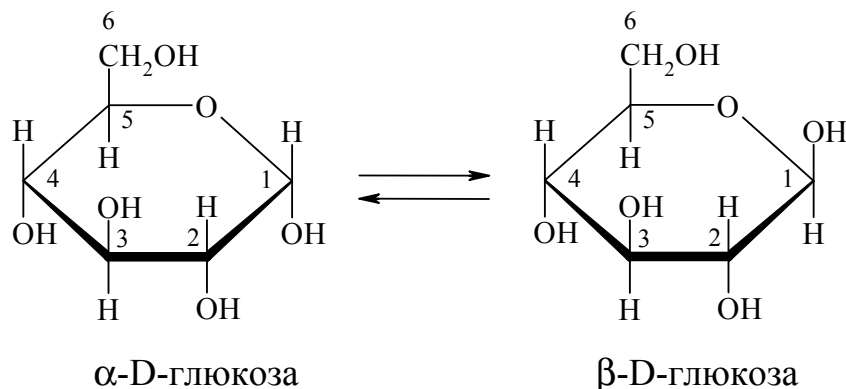
Моносахариды ($\text{C}_n \text{H}_{2n} \text{O}_n$) – простые углеводы, альдегидо – или кетоноспирты. Классифицируются по числу углеродных атомов в молекуле (от двух до семи). Растворимы в воде, неэлектролиты, проявляют свойства спиртов, альдегидов и кетонов (см. ч. II).

Мукополисахариды (от лат. mukos – слизь) – кислые полисахариды, состоящие из производных моносахаридов (см. ч. II).

Мочевина см. Карбамид.

Муравьиная кислота HCOOH – бесцветная жидкость с резким запахом, неограниченно растворимая в воде (т. кип. $100,7^\circ\text{C}$), одна из самых сильных органических кислот.

Мутаротация (от лат. *muto* – изменяю и *rotation* – вращение) – изменение величины оптического вращения растворов оптически активных веществ, вследствие их эпимиризации. В химии углеводов – эпимеризация гликозидного гидроксила, т.е. переход α - формы в β - форму.



В растворе за счёт самопроизвольной мутаротации достигается равновесие между β - и α - формами. Для глюкозы оно достигается при содержании 62% β -формы и 38% α -формы.

Мыла́ – соли жирных кислот, продукты щелочного гидролиза жиров.

Н

Нафталин $C_{10}H_8$ – бесцветное кристаллическое вещество с резким характерным запахом, нерастворимое в воде. Возгоняется при $50^\circ C$. Ядовит.

Нашатырный спирт – 5 – 10%-й водный раствор аммиака.

Нейтрон (n^0) – нуклон, элементарная частица с нулевым электрическим зарядом.

Нейтральные жиры – см. жиры.

Ненасыщенные (непредельные) жирные кислоты – жирные кислоты, в молекулах которых имеется одна или несколько двойных связей.

Необратимые реакции – химические процессы, которые, в отличие от обратимых реакций, могут протекать только в прямом направлении. Признаки необратимости: 1) выведение продуктов из сферы реакции путём образования осадка или выделения газа, 2) образование плоходиссоциирующего вещества, например, воды, 3) выделение большого количества энергии

Нефть – природная смесь углеводородов, полезное ископаемое.

Нитроцеллюлоза – полимер состава $C_6H_7O_2(ONO_2)_3$; производное целлюлозы, основной компонент лаков, пленкообразующее вещество.

О

Обратимые химические реакции – реакции, при которых происходит не только превращение реагентов в продукты реакции, но и обратный процесс перехода продуктов в реагенты. Обратимые химические реакции идут до достижения положения равновесия.

Озон O_3 – модификация кислорода, синий газ с резким запахом. Сильный окислитель. Ядовит. Образуется при электрическом разряде в атмосфере.

Окислитель – вещество-участник окислительно-восстановительного процесса, принимает электроны и при этом восстанавливается.

Окислительно-восстановительные реакции – реакции, связанные с передачей электронов от одних атомов к другим и изменением степени окисления этих атомов.

Окислительно-восстановительный потенциал (φ°) – количественная характеристика способности вещества участвовать в окислительно-восстановительном процессе.

Оксид – бинарное соединение, один из элементов которого – кислород в степени окисления: два минус.

Оксид алюминия (корунд) Al_2O_3 – тугоплавкий белый порошок, нерастворимый в воде.

Оксид железа (III) (мумия, крокус, железный сурик) Fe_2O_3 – красно-коричневый порошок с т. пл. $1562^\circ C$.

Оксид кальция (негашеная известь) CaO – белый порошок, взаимодействует с водой с выделением тепла и образованием гидроксида кальция (гашеной извести).

Оксид магния (жженая магнезия) MgO – белый порошок, нерастворим в воде.

Оксид хрома Cr_2O_3 – темно-зеленый тугоплавкий порошок, нерастворимый в воде. Распространенный пигмент.

Оксид цинка ZnO – бесцветные кристаллы, нерастворимые в воде. При нагревании до $500^\circ C$ желтеет, при $1725^\circ C$ возгоняется. Белый пигмент.

Олеиновая кислота $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ – ненасыщенная жирная кислота, бесцветная жидкость, малорастворимая в воде, без запаха и вкуса, затвердевает при $13^\circ C$, содержится преимущественно в растительных жирах.

Олигомеры (от греч. oligos – немногий) – соединения, содержащие небольшое число молекул мономеров.

Омыление – реакция щелочного гидролиза омыляемых липидов с образованием мыл – солей жирных кислот.

Ортофосфат (фосфат) кальция $Ca_3(PO_4)_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, нерастворимое в воде, растворимое в кислотах, т. пл. $1670^\circ C$. Содержится в зубной и костной тканях человека и животных.

Ортофосфат магния $Mg_3(PO_4)_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, нерастворимое в воде, растворимое в кислотах, т. пл. $1357^\circ C$.

Ортофосфат натрия (тринатрийфосфат) Na_3PO_4 – бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. В водных растворах создают щелочную среду из-за гидролиза.

Ортофосфорная кислота H_3PO_4 – бесцветное кристаллическое вещество, неограниченно растворимое в воде, т. пл. $42^\circ C$. Образует соли - ортофосфаты, гидроортофосфаты и дигидроортофосфаты.

Осмоз – направленное одностороннее движение веществ (растворитель) через полупроницаемую мембрану, в которую заключен раствор.

Осмотическое давление – сила, вызывающая осмос. **Осмотическое давление** измеряется в атмосферах и определяется по формулам:

$$P_{\text{осм}} = R \cdot T \cdot C \text{ – для не электролитов}$$

$$P_{\text{осм}} = R \cdot T \cdot C \cdot i \text{ – для электролитов,}$$

где R – универсальная газовая постоянная, равная $0,082 \frac{\text{атм} \cdot \text{л}}{\text{градус} \cdot \text{моль}}$; T –

температура опыта, °K; C – концентрация растворенного вещества, г/моль; i – изотонический (изоосмотический) коэффициент.

Осно́вные оксиды – оксиды типичных металлов, которым соответствуют осно́вные гидроксиды (основания).

Основание – в протонной теории частица (молекула, ион), способная принимать протон в реакции протолиза. При этом в воде появляются гидроксид-ионы OH^- , которые создают щелочную среду раствора.

Относительная атомная масса (A_r) – число, показывающее, во сколько раз абсолютная масса атома элемента больше атомной единицы массы (а.е.м).

Относительная молекулярная масса (M_r) – число, показывающее, во сколько раз абсолютная масса молекулы вещества больше атомной единицы массы (а.е.м). Молекулярная масса вещества равна сумме атомных масс всех элементов, входящих в состав молекулы. Например: M_r воды = $2 \cdot A_r$ водорода + A_r кислорода = $2 + 16 = 18$

II

Пальмитиновая кислота $C_{15}H_{31}COOH$ – бесцветное воскообразное вещество, т.пл. 63 °C. Насыщенная жирная кислота. Входит в состав природных жиров в виде триглицеридов.

Парафин – воскоподобное вещество, смесь предельных углеводородов с числом атомов углерода от 18 до 35. Т. пл. 40-65°C.

Пентозы – простые углеводы, моносахариды, в составе которых - пять атомов углерода. Наиболее распространённые в живых организмах: рибоза, дезоксирибоза (в составе нуклеиновых кислот), ксилоза, рибулёза, ксилулоза.

Пергидроль – 30%-й водный раствор пероксида водорода.

Перекристаллизация – метод очистки веществ из примеси путём насыщения и охлаждения раствора: очищаемое вещество кристаллизуется и выпадает в осадок, примеси остаются в растворе.

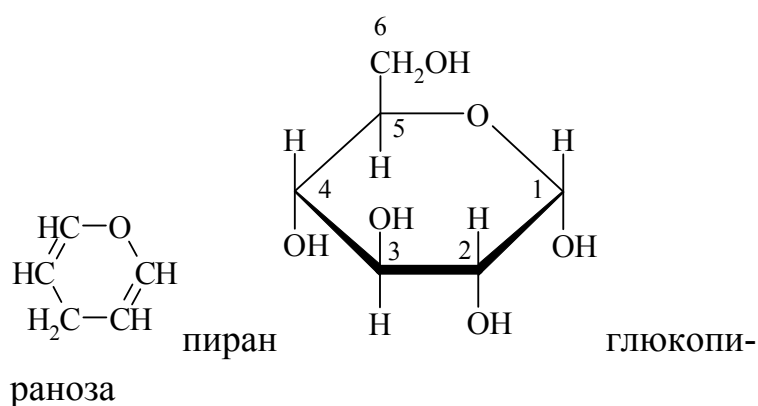
Период полураспада – промежуток времени, в течение которого разлагается половина первоначального количества радиоактивного элемента.

Периодический закон (Д.И. Менделеев, (1869): - **свойства простых тел, а также форма и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов соединений.** Исходя из современных представлений о строении атома, периодичность свойств химических элементов является результатом повторения структуры внешнего электронного слоя, что связано с последовательным заполнением атомных орбиталей в соответствии с принципом наименьшей энергии. Графическим выражением периодического закона является периодическая система химических элементов.

Перманганат калия KMnO_4 – темно-фиолетовые кристаллы, хорошо растворимые в воде, разлагаются при нагревании выше 240°C . Сильный окислитель.

Пероксид (перекись) водорода H_2O_2 – бесцветная жидкость, неограниченно растворимая в воде, т.кип. 150°C (с разложением). Сильный окислитель.

Пиранозы – шестигранные кольца сахаров; являются производными гетероциклического соединения пирана. Пример-глюкопираноза.



Пировиноградная кислота CH_3COCOON – бесцветная жидкость с резким запахом, растворимая в воде, т. кип. 165°C . Важный промежуточный продукт обмена веществ и спиртового брожения углеводов.

Пиromеталлургия – способы получения металлов из руд с помощью реакций восстановления, проводимых при высоких температурах.

Поваренная соль, см. Хлорид натрия.

Поливинилхлорид – полимер состава $(\text{CH}_2\text{CHCl})_n$. Применяется для получения искусственных кож, клеёнки, труб, изоляционного материала.

Поликонденсация – процесс образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных, сопровождающийся выделением побочного вещества (воды, аммиака, хлороводорода и др.).

Полимер – вещество с очень высокой молекулярной массой, молекула которого состоит из большого числа повторяющихся группировок, имеющих одинаковое строение (мономеров).

Полимеризация – последовательное соединение одинаковых молекул мономеров в более крупные. В отличие от поликонденсации, не сопровождается выделением побочных продуктов.

Полиметилметакрилат (оргстекло) – полимер состава $[\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3]_n$. Твердое бесцветное прозрачное вещество, светостойкое и механически прочное.

Полипропилен – полимер состава $(-\text{CH}_2 - \text{CHCH}_3)_n$. Применяется для производства деталей различных аппаратов, плёнок, канатов, труб, изоляционных материалов.

Полисахариды – углеводы сложного строения (крахмал, целлюлоза и др.). См. гомо - и гетерогликаны, мукополисахариды.

Полистирол – полимер стирола, состав $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)]_n$. Стеклообразное вещество, растворимое в ацетоне. Применяется для изготовления электроизоляционных материалов, кислотоупорных труб, бытовых изделий, а также пенопластов (лёгкие пористые материалы).

Полиэтилен – полимер этилена($\text{CH}_2 - \text{CH}_2$). Полиэтилен с короткими цепями ($n = 20$) – жидкость, с длиной цепи ($n = 1,5 - 2$ тыс.) – твёрдый, гибкий пластический материал; полиэтилен с длиной цепи 5-6 тыс. звеньев – твёрдое вещество, из которого изготавливают литые изделия, предметы бытового назначения, плёнки.

Полярграфия – электрохимический метод качественного и количественного определения ионов (вещества).

Потенциалоопределяющий ион – термин, применяемый в коллоидной химии для обозначения ионов, образующих адсорбционный слой (см. гранула)

Потенциометрия – электрохимический метод количественного анализа и изучения кинетики химических процессов, основанный на измерении изменяющегося в результате химической реакции потенциала электрода, погруженного в исследуемый раствор.

Пропан C_3H_8 – бесцветный горючий газ, насыщенный(предельный) углеводород.

Пропиленгликоль $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ – вязкая жидкость без цвета и запаха, сладковатая на вкус, растворимая в воде, поглощает влагу из воздуха, т.кип. 189°C . Двухатомный спирт.

Простые вещества – вещества, молекулы которых состоят из атомов одного химического элемента.

Протеиды – сложные белки, состоящие из протеина и небелковой части. В роли небелковой части могут быть углеводы, липиды, фосфорная кислота, металл, гем.

Протеины – простые белки, состоящие только из аминокислот.

Протеогликаны – см. мукополисахариды

Протолиз – обменная реакция между веществами – протолитами с передачей протонов от кислоты к основанию.

Протон (p^+) – нуклон, элементарная частица, ядро атома водорода.

Р

Радиоактивность – способность атомных ядер химических элементов к распаду с переходом одних изотопов химических элементов в другие, чаще всего сопровождается испусканием α , β или γ – излучения.

Радиометрический анализ – метод определения качественного и количественного состава вещества, основанный на использовании радиоактивных изотопов, вводимых в реагенты или образующихся в анализируемом веществе под действием жёсткого облучения. Результаты радиометрического анализа получают по данным измерений радиоактивности продуктов реакции с помощью радиометрических приборов.

Радиометрия – совокупность методов измерений активности (числа распадов в единицу времени) нуклидов и радиоактивных источников. В широком смысле – методы измерения энергии любого излучения.

Растворимость – способность вещества растворяться, измеряется концентрацией насыщенного при данной температуре раствора.

Растворы – однородные жидкие, газообразные или твердые смеси переменного состава.

Резорцин $C_6H_4(OH)_2$ – продукт замещения двух атомов водорода гидроксильными группами в молекуле гексоз; бесцветные кристаллы с характерным запахом, растворимые в воде и этиловом спирте, т. пл. 109-110°C.

С

Сахара, см. Углеводы.

Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ – дисахарид, состоит из альфа-глюкозы и бета-фруктозы; бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, т. пл. 185°C.

Седиментация – осаждение агрегированных коллоидных частиц под действием силы тяжести.

Сера S_8 – кристаллическое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде, т.пл. $119,3^\circ\text{C}$.

Серная кислота H_2SO_4 – бесцветная маслообразная жидкость без запаха, неограниченно растворимая в воде (с сильным разогреванием), т.кип. 338°C . Сильная кислота, едкое вещество, образует соли - сульфаты и гидросульфаты.

Сернистый газ, см. Диоксид серы.

Сероводород H_2S – бесцветный газ с запахом тухлых яиц, растворимый в воде, образуется при разложении белков. Сильный восстановитель. Ядовит.

Силикагель (полигидрат диоксида кремния) $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – бесцветные гранулы, нерастворимые в воде. Хороший адсорбент (поглотитель) влаги

Синерезис – способность геля сокращаться в объёме и выделять из себя жидкость. Это явление хорошо известно на примере простокваши, которая при стоянии "отсекается" сывороткой;

Синильная (циановодородная) кислота HCN – водный раствор циановодорода HCN . Слабая кислота, образует соли – цианиды. Сильный яд.

Синтетические каучуки – искусственные аналоги природного каучука, сходные по сфере применения в промышленности. Различные каучуки отличаются мономерами и строением. В основе лежит бутадиен –1, 3.

Скипидар – бесцветная или желтоватая жидкость со смолистым запахом, т. кип. $150-170^\circ\text{C}$. Летуч, хороший растворитель. Получается при перегонке живицы – сока хвойных деревьев.

Сода – карбонат натрия Na_2CO_3 .

Соли – электролиты, диссоциирующие в растворах и расплавах с образованием катиона металла (или другого катиона) и аниона кислотного остатка.

Соляная (хлороводородная) кислота HCl – водный раствор хлороводорода HCl с максимальным содержанием 38%. Сильная кислота, едкое вещество, «дымит» на воздухе. Образует соли – хлориды.

Сополимеры – полимеры, молекулы которых содержат звенья мономеров различного химического состава. Для многих синтетических сополимеров (например, бутадиен-стирольных каучуков) характерно случайное распределение звеньев.

Сорбит – многоатомный спирт состава C₆H₈(OH)₆.

Спектральный анализ – физический метод качественного и количественного определения состава вещества, проводимый по его оптическим спектрам. Различают эмиссионный (по спектрам испускания) и адсорбционный (по спектрам поглощения) анализы.

Спектрофотометр – спектральный прибор, сравнивающий измеряемый поток излучения с эталонным. Применяется в спектральном анализе.

Спин – собственный момент количества движения электрона. Определяется спиновым квантовым числом m_s , равным +1/2 или -1/2.

Спирты – органические вещества, содержащие одну и более групп –ОН, например, этиловый спирт C₂H₅ОН.

Степень диссоциации – отношение числа диссоциированных молекул к исходному числу молекул (α):

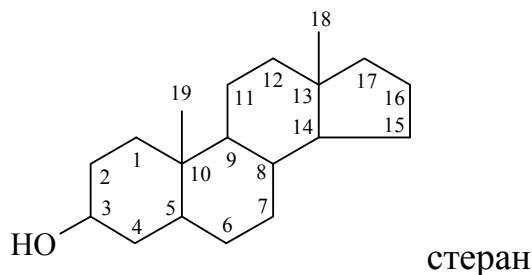
$$\alpha = \frac{N^1}{N} = \frac{[A^+]}{[AB]} = \frac{[B^-]}{[AB]}$$

где N^1 – число диссоциировавших молекул; N – исходное число молекул в растворе; $[A^+]$, $[B^-]$, $[AB]$ – молярные концентрации ионов и исходного электролита.

Степень окисления – условный электрический заряд, возникающий у атома, если электроны, обеспечивающие его химическую связь с соседними атомами, полностью переместить в сторону более электроотрицательного элемента.

Стереоизомеры (от греч. *stereos* – объёмный, пространственный) – изомеры, отличающиеся расположением группировок у асимметрических углеродных атомов. Их принято обозначать (*). Различают D и L, альфа и бэта, левовращающие и правовращающие изомеры.

Стерины – производные спирта стерана.



В их основе лежит циклопентанпергидрофенантроновое ядро, стерины содержат спиртовую группу при C-3 и разветвлённую алифатическую цепь из 8 или большего числа атомов углерода при C-17.

Стероиды – сложные эфиры стеринов и жирных кислот; спиртовая группа при C-3 этерифицирована жирной кислотой с длинной цепью (см. ч. II).

Стехиометрические количества – это количества веществ, которые соответствуют коэффициентам уравнения реакции или формуле.

Стехиометрические коэффициенты – коэффициенты перед формулами веществ в уравнениях химических реакций.

Стехиометрия – раздел химии, в котором рассматриваются массовые и объёмные отношения между реагирующими веществами.

Столовый уксус – 3-9%-й раствор уксусной кислоты.

Суспензия – дисперсная система, взвесь частичек твёрдого вещества в жидкости.

Т

Тальк $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$ – минерал, белый порошок.

Теплота растворения – количество тепла, поглощающегося или выделяющегося при растворении 1 моля вещества в 200-400 молях воды при комнатной температуре.

Тефлон (политетрафторэтилен) – полимер состава $(CF_2=CF_2)_n$. Механически прочное и химически очень стойкое вещество. По химической устойчивости превосходит все металлы, даже золото и платину. Выдерживает температуру до $260^{\circ}C$ и является диэлектриком.

Тосол – водный раствор этиленгликоля. Антифриз.

Триглицериды (триацилглицерины) – см. нейтральные жиры.

У

Углеводороды – органические соединения состава C_xH_y , например, пропан C_3H_8 , бензол C_6H_6 .

Углеводы (сахара) – органические соединения (оксиальдегиды и окикетоны) состава $C_x(H_2O)_y$. Подразделяются на моносахариды (например, глюкоза, фруктоза), олигосахариды, в частности, дисахариды (сахароза, лактоза) и полисахариды (крахмал, целлюлоза).

Углекислый газ, см. Диоксид углерода.

Угольная кислота H_2CO_3 – слабая кислота, существует только в водном растворе, образует соли – карбонаты и гидрокарбонаты.

Уксусная кислота CH_3COOH – бесцветная жидкость, застывающая при $17^{\circ}C$, неограниченно растворимая в воде и этиловом спирте. "Ледяная" уксусная кислота содержит 99,8% CH_3COOH .

Уксусная эссенция – 70-80%-й водный раствор уксусной кислоты.

Ф

Фенол (карболовая кислота) C_6H_5OH – циклический спирт, бесцветное кристаллическое вещество, розовеющее на свету, растворимое в воде и поглощающее влагу из воздуха, т. пл. $43^{\circ}C$. Слабая органическая кислота. Антисептик.

Фенолфталеин – органический кислотнo-основнoй индикатор; в щелочнoй среде малиновoй, в кислoй и нейтральной бесцветнoй.

Фенолформальдегидная смола – полимер, полученнoй путём конденсации из молекул фенола и метилового спирта. Служит основой для получения материалов, называемых фенопластами.

Фенопласты – материалы. Получаемые из фенолформальдегидного полимера и различных наполнителей (древесной муки, хлопчатобумажной ткани, стекляннoго волокна и др.). Используются как изоляторы и износостойчивые материалы.

Ферменты – катализаторы химических реакций в организме (см. ч. II).

Фитонциды – биологически активные вещества, выделяемые растениями, убивающие или угнетающие микроорганизмы.

Формалин – 30-50%-й воднoй раствор формальдегида.

Формальдегид (муравьиный альдегид) HCHO – газ с резким запахом, конденсируется в жидкость при -19°C , растворим в воде. Антисептик. Ядовит.

Фосфин (фосфористый водород) PH_3 – газ с неприятным запахом. Ядовит.

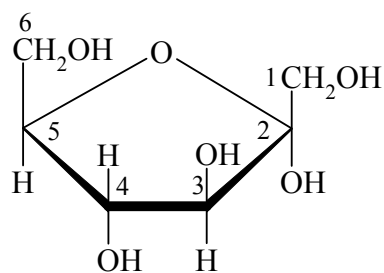
Фотометрические методы анализа – методы определения веществ, основанные на взаимодействии лучистой энергии с анализируемым веществом. Различают: 1) абсорбционный анализ, то есть анализ по поглощению света определяемым веществом в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра (спектрофотометрия, фотоколориметрия); 2) анализ по поглощению и рассеянию лучистой энергии взвешенными частицами определяемого вещества (турбидиметрия, нефелометрия); 3) флуорометрический (люминесцентный анализ, основанный на измерении вторичного излучения, возникающего в результате взаимодействия лучистой энергии с определяемым веществом).

Фреоны – фторохлоропроизводные предельных углеводородов, хладагенты.

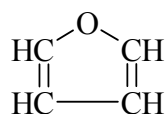
Фруктоза (фруктовый сахар) $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ – моносахарид, бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, т.пл. около $100^\circ C$. Сладче сахарозы в полтора раза, содержится в плодах, нектаре цветов, мёде.

Фтороводород HF – бесцветный газ с удушливым запахом, хорошо растворим в воде с образованием фтороводородной (плавиковой) кислоты.

Фуранозы – пятигранные кольца сахаров; являются производными гетероциклического соединения фурана. Например, фруктофураноза:



α, D -фруктофураноза



фуран

Х

Химическое равновесие – такое состояние химической системы, способной участвовать в обратимой реакции, когда обеспечивается одновременное наличие реагентов и продуктов реакции и равенство их концентраций. Равновесная система реагирует на небольшое изменение условий процесса небольшим смещением состояния равновесия.

Хинин – органическое вещество сложного строения, бесцветные кристаллы малорастворимые в воде, лекарственный препарат.

Хлороводород HCl – бесцветный газ с резким запахом, хорошо растворимый в воде с образованием соляной кислоты.

Хлорофилл – сложное химическое вещество с циклической молекулой порфиринового типа, содержащей атом магния. Зеленый пигмент растений, участвует в фотосинтезе. В зеленой листве растений 0,6-1,2% хлорофилла.

Хлороформ CHCl_3 – бесцветная жидкость с сильным сладковатым запахом, нерастворимая в воде, т. кип. $61,2^\circ\text{C}$. Вдыхание паров оказывает наркотическое действие. Органический растворитель.

Хроматы – соли, содержащие хромат-анион CrO_4^{2-} .

Ц

Царская водка – смесь концентрированных соляной и азотной кислот в объемном соотношении 3:1.

Целлюлоза (клетчатка) – волокнистый полисахарид состава $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]_n$, образует стенки растительных клеток и обеспечивает их прочность и эластичность. В хлопке 95-98% целлюлозы, в древесине от 40 до 85%.

Цианиды – соли синильной кислоты.

Цитраты – соли лимонной кислоты.

Щ

Щавелевая кислота (дигидрат) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, возгоняется при 125°C . Содержится в щавеле, шпинате, кислице в виде калиевой соли.

Щелочи – гидроксиды щелочных металлов, сильные основания, едкие.

Щелочноземельные металлы – металлы главной подгруппы II группы Периодической системы (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).

Щелочные металлы – металлы главной подгруппы I группы Периодической системы (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).

Э

Эбулиоскопия – метод определения молекулярного веса растворённого вещества по повышению точки кипения раствора.

Эбулиоскопическая константа – величина, показывающая степень повышения температуры кипения раствора при растворении одного грамм-

моля вещества. Величина постоянная для данного растворителя. Для воды = плюс $0,52^{\circ}$.

Эвтектика – масса замёрзшего раствора, состоящего из прослоек льда и растворённого вещества в твёрдом виде.

Эвтектическая температура – температура, при которой весь раствор замерзает в сплошную массу (эвтектику).

Эвтектическая концентрация – концентрация растворённого вещества, при которой раствор застывает в сплошную массу при понижении температуры.

Эквивалент – такое количество вещества, которое без остатка соединяется с одним молем атомов водорода или замещает его в соединениях.

Эквивалентная масса – масса эквивалента вещества, выраженная в граммах.

Экзотермическая реакция – реакция, протекающая с выделением теплоты.

Электролиз – окислительно-восстановительная реакция, протекающая в растворе или расплаве электролита под действием электрического тока.

Электролитическая диссоциация – распад веществ – электролитов на ионы в растворах и расплавах.

Электролиты – вещества, распадающиеся (диссоциирующие) на ионы в растворах или расплавах и поэтому проводящие электрический ток.

Электрон (e^{-}) – стабильная отрицательно заряженная элементарная частица; электроны образуют электронную оболочку атома.

Электроотрицательность – способность атома элемента притягивать к себе образующие связь электроны.

Электрохимические реакции (электрохимические системы) – химические реакции, протекающие за счет подведенной извне электрической энергии или служащие источником ее получения.

Электрохимический ряд напряжений металлов – последовательность металлов, расположенных в порядке убывания их химической активности.

Эмульсии – дисперсные системы, в которых и дисперсионная среда и дисперсная фаза являются жидкостями, взаимно несмешивающимися.

Эндотермическая реакция – реакция, протекающая с поглощением теплоты из окружающей среды.

Энергия активации – запас энергии, которую должны получить молекулы, чтобы вступить в реакцию.

Энергия Гиббса – термодинамическая величина, учитывающая и тепловую, и энтропийную характеристики химической системы; изменение энергии Гиббса служит критерием направления химических реакций.

Энергия ионизации – энергия, необходимая для отрыва электрона (e^-) от невозбужденного атома; измеряется энергия ионизации в электрон-вольтах (эВ).

Энтальпия – сумма изменения внутренней энергии взаимодействующих веществ и работы, которая совершается при реакции в условиях постоянного давления.

Энтропия – характеристика неупорядоченности химической системы; по определению Клаузиуса, энтропия S – это отношение количества теплоты Q , сообщенной системе или отведенной от нее, к температуре T .

$$S = \frac{Q}{T}$$

Этанол – этиловый спирт C_2H_5OH .

Этилен – непредельный углеводород состава C_2H_4 , в молекуле которого одна двойная связь.

Этиловый спирт (этанол, винный спирт) C_2H_5OH – бесцветная жидкость, неограниченно растворяется в воде. Т.кип. $78^{\circ}C$. Применяется как растворитель и консервант. В больших дозах – сильный яд.

Эфиры – органические вещества, включающие фрагменты спиртов либо спиртов и кислот, соединенные через атом кислорода. При взаимодействии спиртов образуются простые эфиры, при взаимодействии спирта и кислоты – сложные эфиры.

Эффект Тиндаля – оптическое свойство коллоидных растворов, рассеяние света при прохождении через коллоидный раствор. Наибольший эффект Тиндаля дают лучи с наименьшей длиной волны.

Эффекторы – термин применяется для обозначения химических агентов, влияющих на активность ферментов. Эффекторы могут быть **активаторами** (повышать активность ферментов) или **парализаторами, ингибиторами** (снижать или подавлять активность фермента).

Я

Яблочная (оксиантарная) кислота $CH(OH)CH_2(COOH)_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, т.пл. $100^{\circ}C$.

Янтарная кислота $(CH_2)_2(COOH)_2$ – бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде, т.пл. $183^{\circ}C$. Образует соли – сукцинаты.

ЧАСТЬ II.
БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Свойства сложных органических веществ во многом зависят от их структуры; она, в свою очередь, обусловлена различными химическими связями. Нужно вспомнить такие типы связи, как **ковалентная, ионная, водородная**.

Все химические реакции в организме происходят в водно-дисперсных системах. Следует различать и уметь привести примеры биологических дисперсных систем: **истинных растворов, суспензий, взвесей**.

Важный фактор для поддержания физиологических условий в клетке – активная реакция среды. Ее показатель **pH** – **отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода**. В абсолютно чистой воде ($H^+ + OH^-$) концентрация ионов водорода равна 10^{-7} г·ион/л, следовательно, pH такой воды равен 7 и соответствует нейтральной среде. Подкисление ведет к увеличению концентрации ионов водорода и снижению величины pH, подщелачивание – к снижению концентрации ионов водорода и увеличению pH. К изменению активной реакции среды чувствительны ферменты – катализаторы биохимических реакций: каждый действует в узком диапазоне pH, увеличение или снижение pH приводит к падению активности фермента.

"Приспособлением" для сохранения постоянства pH служат **буферные системы организма**. Следует разобраться в принципе действия таких буферных систем, как бикарбонатная (смесь $NaHCO_3$ и H_2CO_3), фосфатная (смесь Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4), белковая (обусловлена одновременным наличием в белках и аминокислотах $-NH_3^+$ и $-COO^-$ групп), аммонийная (смесь NH_4OH и NH_3Cl).

1.2. Состав и свойства химических соединений, входящих в состав живых организмов и поступающих с пищей.

Изучая отдельные группы веществ, для лучшего усвоения материала следуйте определенному плану. Он может быть, например, таким: 1) элементарный состав; 2) химическая природа (характер функциональных групп); 3) состав (для сложных – из каких простых веществ состоит, для полимеров – характер мономеров); 4) структура (типы химических связей, пространственная конфигурация); 5) химические свойства, определяемые составом и структурой; 6) биологическое значение.

1.2.1. Белки

Белки – высокомолекулярные биологические **полимеры**, состоящие

из аминокислот, связанных в цепь за счет своих amino – и карбоксильных групп пептидными связями.

Основные физические и химические свойства белков связаны с аминокислотным составом и структурой молекулы. Раздел не случайно включает свойства аминокислот, их классификацию. Следует обратить особое внимание на **незаменимые аминокислоты**. От их набора и количества в белке зависит его биологическая ("пищевая") ценность.

Специфичность, индивидуальность каждого белка обусловлена его **первичной структурой** – набором и последовательностью аминокислот, связанных пептидными связями в полипептидную цепь.

В свою очередь, последовательность аминокислот в молекуле белка кодируется последовательностью нуклеотидов в молекуле ДНК. Правильность воспроизведения генетического кода – основа нормального функционирования организма через посредство его белков. Нарушение первичной структуры белка (например, замена хотя бы одной аминокислоты) может привести к серьезной болезни. Классический пример – серповидноклеточная анемия – врожденная неспособность гемоглобина связывать кислород, вследствие замены лишь одной аминокислоты в одной из четырех полипептидных цепей гемоглобина. Форма эритроцитов, содержащих такой гемоглобин, серповидная, отсюда – название болезни.

От первичной структуры зависят другие, более высокие уровни организации молекулы белка – **вторичная, третичная, четвертичная структуры**.

Вторичная структура белков представлена двумя формами: α – спираль или β -структура; они удерживаются водородными связями между



третичная удерживается связями между радикалами аминокислот. Именно от "порядка следования" аминокислот зависит возможность возникновения межрадикальных связей: **дисульфидных, электростатических, эфирных, гидрофобных**. Третичная и четвертичная структуры – индивидуальны для каждого белка, как уникальна структура ДНК и генетический код. Целостность, нативность структуры белка – необходимое условие его биологической активности.

Функции белков многообразны:

структурная (белки мембран, соединительной ткани, кожи, ногтей);

регуляторная: внутриклеточные регуляторы – ферменты; регуляторы дистантного действия – гормоны. Все ферменты – белки; многие гормоны – белки;

транспортная (гемоглобин и миоглобин – переносчики O_2 ; альбумины – переносчики жирных кислот и др.);

механическая (сократительные белки мышц);

защитная (иммуноглобулины, белки свёртывающей системы крови);

запасающая (белки молока, ферритин – депо железа и пр.);

"сигнальная" (белки, специфические для некоторых клеток, например, мембранные рецепторы гормонов и др.);

Энергетическая (при окислительном распаде 1 г белка освобождается 17,6 кДж энергии).

Состав белков и их физико-химические свойства положены в основу их классификации: нужно уметь объяснить различия между **протеинами (простыми)** и **протеидами (сложными)** белками и их подгруппами. Обратите внимание, что простые белки разделяют на группы на основе их физических свойств или особенностей аминокислотного состава, а сложные – в зависимости от того, какова их небелковая часть: гликопротеиды, липопротеиды, фосфопротеиды, металлопротеиды, хромопротеиды, нуклеопротеиды.

Следует различать понятия "биологическое значение (функции)" и "биологическая ценность" белков. Последнее связано с аминокислотным составом белка, точнее – наличием в нем в необходимом количестве незаменимых аминокислот.

1.2.2. Углеводы

Нужно дать правильное определение углеводам, выражающее их химическую природу: это **альдегидо-** или **кетон-спирты** (моносахариды), либо их **полимеры** (полисахариды). Полисахариды с числом мономеров в молекуле менее 10 называются олигосахаридами.

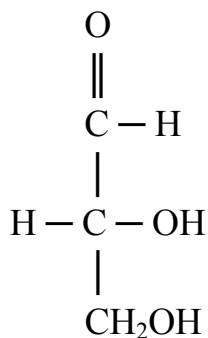
Из химической природы (функциональных групп и строения молекулы) вытекают и физико-химические свойства и классификация углеводов. Так, моносахариды, имея спиртовые и карбонильную группы, способны к реакциям **окисления, восстановления, присоединения.**

Наряду с химическими свойствами, биологическое значение имеет изомерия моносахаридов. Различают кето-енольную изомерию, пример: кето- и альдегидо- изомеры одного и того же моносахарида; пространст-

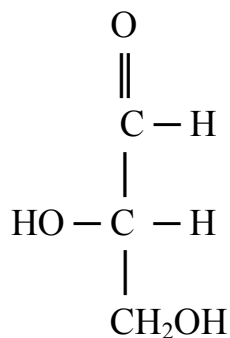
венную изомерию (D, L –ряды; α , β – формы).

Принадлежность к D или L ряду определяется по положению гидроксильной группы у углерода, ближайшего к первичной спиртовой группировке.

Эталоном для сравнения служат изомеры глицеринового альдегида:

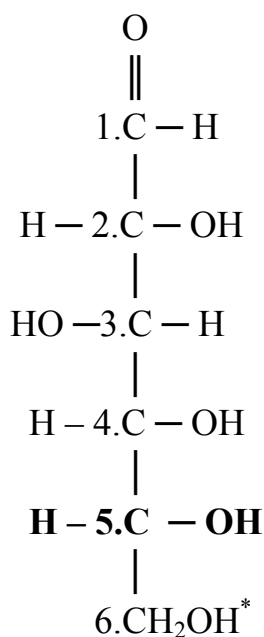


D-глицерин-альдегид

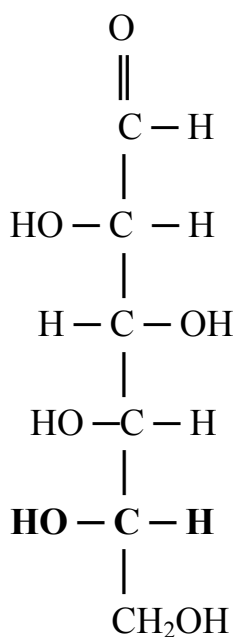


L-глицерин-альдегид

Например, о принадлежности глюкозы к D или L ряду судят по положению OH у 5 – ого атома углерода: у D – глюкозы OH справа, у L – слева. Противоположное расположение при плоскостном изображении OH и у всех других углеродных атомов.



D – глюкоза



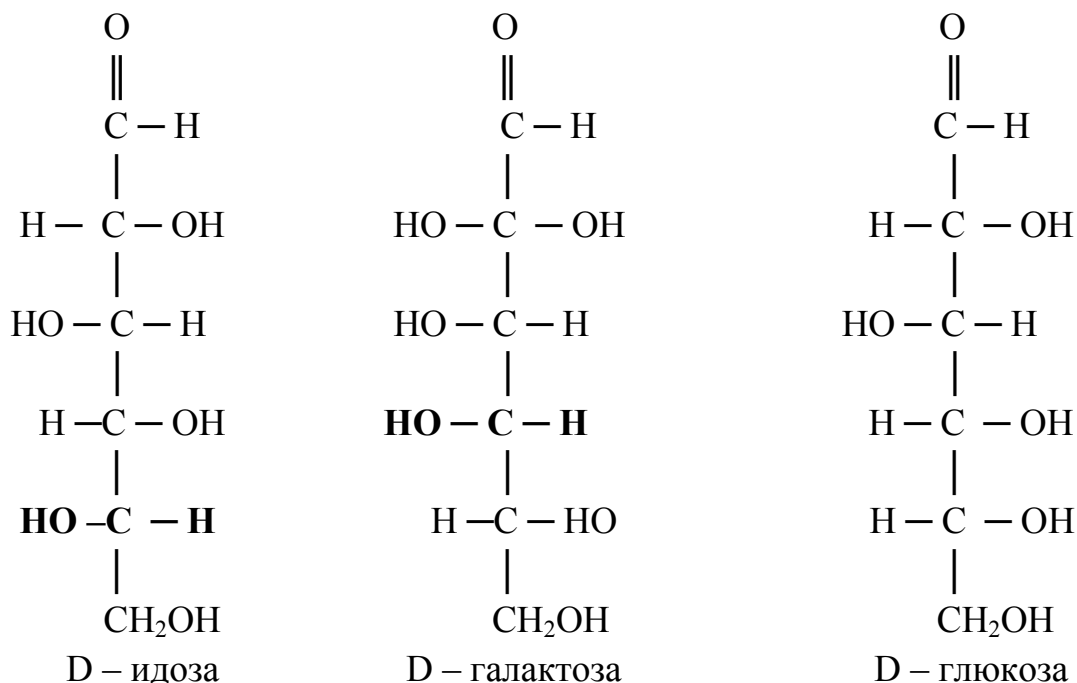
L – глюкоза

Иными словами D и L формы отличаются друг от друга положением не только этого гидроксила, но и всех других; D и L формы, отличаются

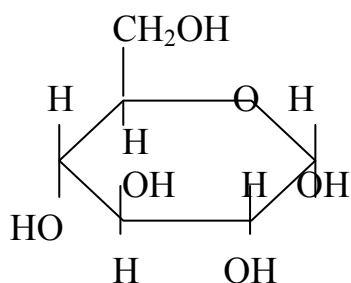
* - первичная спиртовая группировка

как оригинал и его зеркальное отражение.

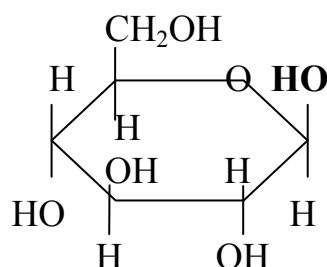
Изменение положения лишь одной гидроксильной группы в молекуле моносахарида приводит к образованию его эпимера. Так, эпимерами глюкозы будут: D – идоза и D – галактоза, отличающиеся расположением H и OH только у углерода в положении 5 и 4.



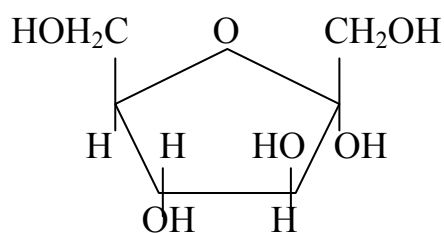
Моносахариды существуют и в циклической форме. При замыкании углеродной цепи в кольцо образуется кислородный мостик, а на месте альдегидной или кетонной группы стоит гидроксильная группа. Этот гидроксил наиболее активен в химическом отношении и называется **гликозидным** гидроксилом; связи, образующиеся за счет этого гидроксила – "гликозидными", а вещества – "гликозидами". В качестве примера приведены циклические формулы наиболее известных и распространенных моноз – глюкозы и фруктозы. Они могут существовать в форме пирана (шестичленное кольцо) или фурана (пятичленное кольцо).



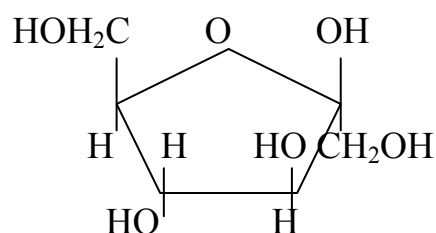
α – D-глюкопираноза



β – D-глюкопираноза



α – D-фруктофураноза



β – D-фруктофураноза

Частный случай образования гликозидов – полимеризация моносахаридов. Например, дисахарид сахароза представляет собой гликозид глюкозы и гликозид фруктозы; мальтоза, крахмал – гликозиды глюкозы.

Если какой либо олиго- или полисахарид построен по типу сахарозы (все гликозидные гидроксилы связаны между собой), он не способен к реакциям присоединения и восстановления, если по типу мальтозы (имеет свободный гликозидный гидроксил) – он сохраняет химические свойства моносахаридов.

α и β – формы характерны для циклических молекул моносахаридов и различаются по положению гликозидного гидроксила. Нужно уметь найти гликозидный гидроксил в молекуле моносахарида, объяснить принцип образования связей между моносахаридами в полисахаридах, сделать вывод о наличии или отсутствии восстанавливающих свойств у ди-, олиго-, полисахаридов.

При рассмотрении биологической роли углеводов на первое место следует поставить их энергетическое значение. Следует помнить и о таких функциях углеводов (точнее, их производных – гликолипидов, гликопротеидов), как структурная (в составе опорных тканей) и защитная (в составе слизей). Полисахариды клеточных оболочек растений (под названием «пищевые волокна») стимулируют работу кишечника.

1.2.3. Липиды

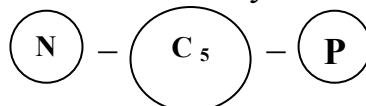
В группу липидов объединяют вещества, разнообразные по составу и строению. Однако в их химической природе есть общие черты: преобладающее большинство липидов – это сложные эфиры одно – или многоатомных спиртов и жирных кислот. Наличием гидрофобных радикалов жирных кислот ($-CH_3$) в молекулах объясняется нерастворимость всех липидов в воде и растворимость в органических растворителях. Липиды раз-

деляют на **нейтральные жиры (триглицериды)** и **жироподобные вещества (липоиды)**.

Триглицериды химически инертны; ненасыщенные жиры способны к присоединению водорода и галогенов. Жиры при щелочном гидролизе образуют мыла. Основные функции жиров: **энергетическая, защитная, терморегуляторная, запасаящая, структурная**. Природные жиры – смесь нейтральных жиров с жироподобными веществами, поэтому большинство функций у них аналогично. Однако у некоторых липоидов есть специфические функции, например, особыми функциями обладают **стероиды** (гормоны, желчные кислоты, витамины D, анаболические стероиды и др.), **фосфатиды** (липоиды мембран), **цереброзиды** (липоиды мозга). В характеристике каждой группы липоидов следует привести данные об их составе, строении, физико-химических свойствах, функциях.

1.2.4. *Нуклеиновые кислоты*

Нуклеиновые кислоты – высокомолекулярные биологические полимеры, наиболее сложные из всех. Это объясняется тем, что мономеры нуклеиновых кислот **мононуклеотиды** представляют собой "блоки", состоящие из трёх частей: азотистого основания, углевода пентозы и остатка фосфорной кислоты. Условно обозначим мононуклеотид



основание углевод остаток фосфорной кислоты

Чтобы разобраться в строении и номенклатуре мононуклеотидов, разберите их состав по частям.

1) Азотистые основания бывают двух типов: пуриновые и пиримидиновые; к первым относятся аденин (А) и гуанин (Г); ко вторым – тимин (Т), урацил (У), цитозин (Ц).

2) Углевод пентоза может быть представлен рибозой или дезоксирибозой. В соответствии с этим нуклеиновые кислоты называются **рибонуклеиновыми (РНК)** или **дезоксирибонуклеиновыми (ДНК)**.

3) Соединения азотистого основания с пентозой называется нуклеозидом; соответственно азотистым основаниям, они именуются: аденозин (А), гуанозин (Г), тимидин (Т), цитидин (Ц), уридин (У).

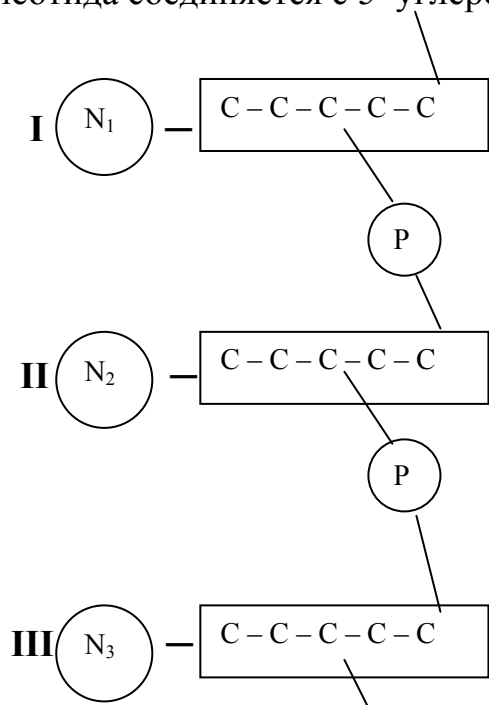
4) Присоединение остатка фосфорной кислоты к нуклеозиду даёт нуклеозидфосфат или **мононуклеотид**. Фосфорная кислота присоединяется к

спиртовым группировкам рибозы или дезоксирибозы; присоединение 2-х или 3-х остатков фосфорной кислоты приводит к образованию, соответственно, ди- и тринуклеозидофосфатов.

Нуклеотиды выполняют не только структурную функцию (в составе нуклеиновых кислот), но и энергетическую и коферментную. Так, в аденозинтрифосфорной кислоте содержатся богатые энергией (макроэргические связи) (см. 4.2.1.2.). Энергия может аккумулироваться и в гуанидинтрифосфате (ГТФ).

Коферментную функцию выполняют: флаavinмоноклеотид (ФМН) и динуклеотиды: НАД, НАДФ и ФАД (см. 4.2.1.2.).

Полимеризация мононуклеотидов происходит путём их соединения остатком фосфорной кислоты. 3'-углеродный атом углевода одного мононуклеотида соединяется с 5'-углеродом другого нуклеотида. Схематически:



N_1, N_2, N_3 – азотистые основания

$\boxed{C-C}$ - углевод; \textcircled{P} - остаток фосфорной кислоты.

Полинуклеотидная цепь – **первичная структура** любой нуклеиновой кислоты. Последовательность мононуклеотидов уникальна, характерна для каждой нуклеиновой кислоты.

Вторичная структура различных нуклеиновых кислот неодинакова, связана с биологическими функциями ДНК и РНК. Двойная комплементарная спираль ДНК "предназначена" для самоудвоения, что обеспечивает передачу наследственной информации; вторичная структура **транспорт-**

ных РНК имеет "приспособления" для "узнавания" аминокислоты, её связывания, и "расшифровки" генетического кода; **структура рибосомных РНК** "повторяет" форму белков, с которыми они образуют рибосому; **информационные РНК** в момент считывания информации не имеют вторичной "упаковки", линейны.

Нуклеиновые кислоты – вещества наследственности. Их биологическая роль – хранение информации о составе белков (генетический код), участие в реализации генетической информации путём синтеза специфических белков, передача генетической информации при делении клетки.

1.2.5. Ферменты

Программа курса требует знания химической природы биологических катализаторов-ферментов, их общих свойств в сравнении с неорганическими катализаторами, классификации и номенклатуры, химической природы коферментов, механизма и кинетики ферментативного катализа, факторов, регулирующих скорость ферментативных реакций.

Свойства ферментов объясняются их белковой природой. Например, активность ферментов проявляется в узких температурных границах (от 0 до 45°C), что связано с их денатурацией при низких (ниже 0°C) и высоких (80 - 100°C) температурах. Так же белковой природой объясняется чувствительность ферментов к активной реакции среды (рН) и другим физическим и химическим факторам. Характеризуя ферменты, как белки, нужно помнить, что они бывают простыми и сложными, обратить внимание на химическую природу небелковой части ферментов-протеидов. Это активная часть фермента – **кофермент** часто представлена производным какого-либо витамина. В этом состоит связь между витаминами и ферментами, этим объясняется участие витаминов в обмене веществ.

В объяснении механизма действия ферментов наиболее важны понятия о "центрах" фермента: активном центре и "якорном" участке; нужно запомнить три стадии ферментативного катализа:

- образование временного соединения фермент-субстрат;
- превращение ферментом субстрата в продукт;
- освобождение продукта и фермента.

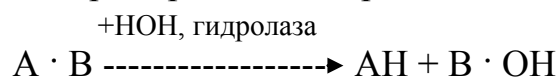
Ниже, в разделе "динамическая биохимия" будут приведены конкретные ферментативные реакции, иллюстрирующие основные положения теории ферментативного катализа.

Классификация ферментов основана на специфичности (избиратель-

ности) их действия, т.е. способности катализировать реакцию определенного типа. Существует 6 классов ферментов, название которых отражает характер их действия:

- I. Оксидоредуктазы;
- II. Трансферазы;
- III. Гидролазы;
- IV. Лиазы;
- V. Изомеразы
- VI. Лигазы (синтетазы).

Раскрывая классификацию ферментов, следует дать название класса, объяснить суть катализируемой химической реакции, дать её схему в общем виде, например, схема гидролиза:



Раздел 2. Динамическая биохимия: преобразования веществ и энергии, лежащие в основе физиологических функций

2.1. Общие понятия об обмене веществ и энергии

2.1.1. Ассимиляция и диссимиляция органических веществ

В этом разделе рассматривается обмен, т.е. **метаболизм** (от греческого "metabole" - "изменяю") углеводов, жиров, белков, нуклеиновых кислот при участии ферментов и регуляторной роли гормонов. Есть общие черты в метаболизме всех перечисленных классов веществ и эти черты определяют логику изложения материала в каждом разделе. Для всех веществ характерны превращения в двух, противоположно направленных процессах: по пути распада (синонимы: **катаболизм, диссимиляция**) или по пути биосинтеза (синонимы: **анаболизм, ассимиляция**). Термин "катаболизм" происходит от греческого "katabole" – "разрушение", "сбрасывание вниз" и означает, в частности, что продукты реакции несут меньший запас энергии, чем исходные вещества, т.к. **реакция сопровождается выделением энергии**. Термин "анаболизм" (от греческого "anabole" – "подъем") означает, что продукты реакции обладают **большим запасом потенциальной химической энергии**, чем исходные вещества, т.е. **реакции требуют приток энергии извне**. Таким образом, в обоих терминах заключена идея о связи обмена веществ с обменом энергии – это второй принцип метаболизма. Реакции распада называются **экзергоническими**, реакции синтеза – **эндэргоническими** ("эндон", греч. – внутри; "экзо" – снаружи; "эргон" - работа).

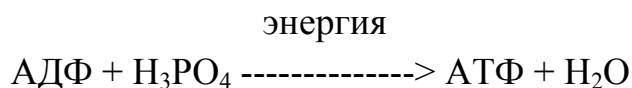
Все процессы обмена веществ тесно взаимосвязаны общими промежуточными продуктами – это третья существенная особенность обмена. Наконец, преобладающее большинство биохимических реакций обратимы. Благодаря последним двум качествам, существует возможность взаимопревращений веществ в организме, синтез одних веществ из продуктов распада других.

Биосинтез веществ служит **конструктивным, пластическим целям**: образуются, обновляются клеточные структуры. Распад имеет **энергетический смысл** – значительная часть освобождающейся энергии запасается клеткой путем синтеза **аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ)**, называемой "универсальным аккумулятором энергии".

2.1.2. АТФ, как "аккумулятор энергии".

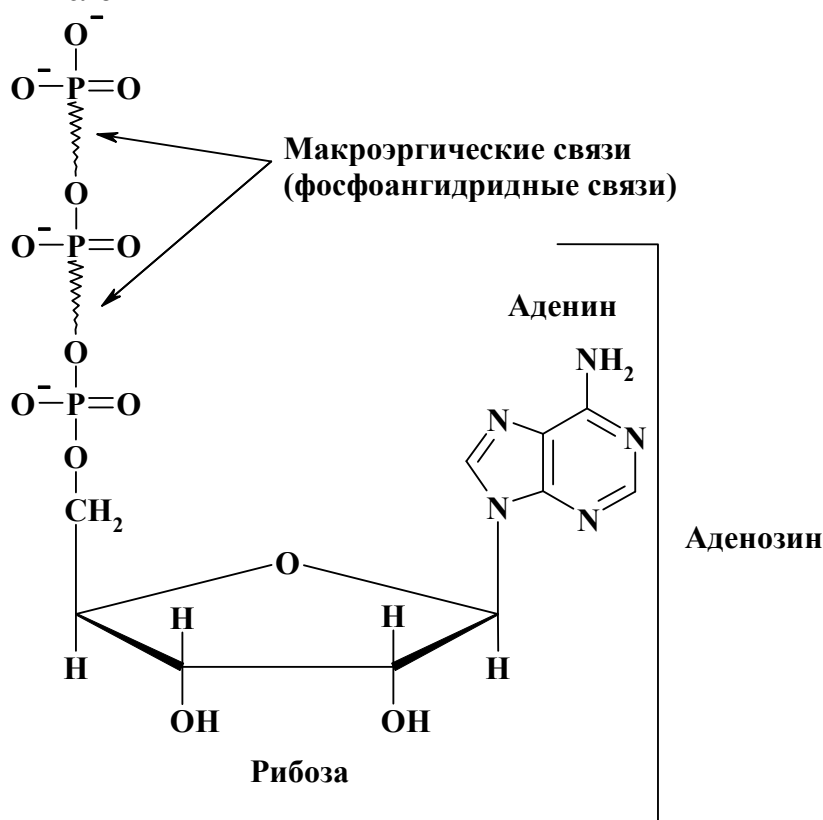
Фосфорилирование

АТФ образуется из аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и неорганической фосфорной кислоты (ФН) по схеме:



Реакция носит название "фосфорилирование". Энергия аккумулируется в двух макроэргических связях молекулы АТФ ("макрос" - большой)

Остатки фосфорной кислоты

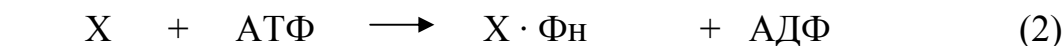
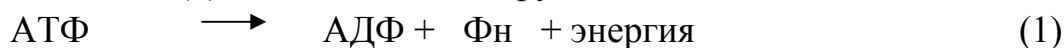


Источником энергии для синтеза АТФ служат реакции распада, преимущественно – окислительные. Уместно здесь вспомнить, что окислить вещество (или атом) можно разными путями: 1) отнять водород (дегидрировать), 2) присоединить кислород, или 3) отнять электрон. Все эти типы реакций окисления имеют место в живой клетке и называются **биологическим окислением**.

Энергия, запасенная в АТФ, используется для активирования молекул

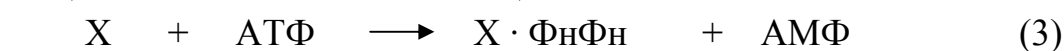
перед их вступлением в химические реакции биосинтеза и распада, преобразуется в механическую, тепловую и др. формы энергии. Для этого АТФ подвергается гидролизу, т.е. отщепляется одна ($-H_2PO_3$) или две ($-H_4P_2O_7$) фосфатных группировки. Их принято обозначать, соответственно, Φ_H и $\Phi\Phi_H$ (1).

Часто активирование происходит путем переноса Φ_H (2) или $\Phi\Phi_H$ (3), или АМФ (4) от АТФ на активируемое вещество.



активируемое
вещество

активное
вещество



активируемое
вещество

активное
вещество

аденозинмонофос-
форная кислота



активируемое
вещество

активное
вещество

На том основании, что биохимическое окисление сопряжено с выделением энергии и аккумуляцией ее в АТФ, процессам окислительного распада веществ следует уделить особое внимание.

Для полного окислительного распада веществ необходим кислород, конечными продуктами в этом случае являются углекислый газ CO_2 и H_2O .

Окислительный распад – процесс многоступенчатый. **На первой стадии (анаэробной, т.е. безкислородной)** окисление происходит путем дегидрирования. Его осуществляют ферменты – **дегидрогеназы**. Они специфичны по отношению к окисляемому веществу (субстрату), но общим для них является то, что их коферментами служат производные либо витамина РР (амида никотиновой кислоты), либо B_2 (рибофлавина). Первые называются никотинамидными. Это – никотинамидадениндинуклеотид (НАД) или никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ). Вторые называются флавиновыми. Это флавиномононуклеотид (ФМН) и флавинадениндинуклеотид (ФАД). Кстати, именно поэтому витамины РР и B_2 благоприятно действуют на энергетический обмен организма.

Часть энергии, выделяющейся при распаде сложных веществ, используется на образование АТФ. Такое фосфорилирование, сопровождающее химическое преобразование какого-либо конкретного вещества (**субстра-**

та), называется **субстратным фосфорилированием**.

Вторая стадия энергетического обмена (**аэробная**) и есть собственно окисление кислородом, но не субстрата, а водорода, отнятого от субстрата.

Водород, связанный с коферментами, попадает в **электронтранспортную цепь** (ЭТЦ) в митохондрии. Назначение ЭТЦ – перенос водорода на кислород воздуха. Каждый последующий переносчик ЭТЦ отнимает водород от предыдущего, и это сопровождается выделением энергии. На некоторых участках цепи (всего их три) есть условия для запасания этой энергии путем синтеза АТФ. Такое фосфорилирование называется **окислительным**. Итак, прохождение каждой пары атомов водорода по всей ЭТЦ сопряжено с синтезом **трех молекул АТФ**. Такой "полный путь" по ЭТЦ проходит водород, поступивший от НАДН₂ или НАДФН₂; следовательно, каждый такой кофермент можно считать потенциальным носителем энергии для синтеза **трех молей АТФ**. А флавиновые коферменты (ФМНН₂ и ФАДН₂) приносят водород не в начало, а в "середицу" ЭТЦ, водород проходит не три, а два участка фосфорилирования; следовательно, каждую молекулу ФМНН₂ или ФАДН₂ можно считать потенциальным носителем энергии для синтеза **двух молей АТФ**.

Это послужит основой для оценки энергетической эффективности любого процесса обмена веществ: чтобы подсчитать количество АТФ, образующейся в этом процессе, нужно учесть число молей НАДН₂ и умножить его на 3, сосчитать число молей ФАДН₂ и умножить на 2; учесть возможность субстратного фосфорилирования и суммировать все АТФ.

При рассмотрении процессов обмена веществ удобно придерживаться такого плана (в соответствии с этапами превращений):

- ход реакций ферментативного расщепления сложных веществ в пищеварительной системе (для полимеров – деполимеризация, превращение в мономеры);
- всасывание продуктов диссимиляции;
- их внутриклеточный обмен, т.е. использование в тканях либо на синтез сложных веществ, либо в процессах полного распада.

Во внутритканевом распаде удобно выделять этап промежуточного распада – **образование унифицированных (общих) продуктов** и последний этап – **образование и выведение конечных продуктов обмена**.

2.1.3. Биокатализ

Основные сведения о биокатализаторах, их природе, составе, строе-

нии, механизме действия, классификации, приведены в разд. I.2.5. При изучении метаболизма полезно обратить внимание на "ключевые" реакции, для иллюстрации таких общих положений, как:

обратимость действия ферментов (например: $\text{НАД} \leftrightarrow \text{НАДН}_2$; $\text{ФАД} \leftrightarrow \text{ФАДН}_2$);

образование временных промежуточных комплексов (например: комплекс в гликолизе – фосфоглицериновый альдегид и его дегидрогеназа), превращение комплекса фермент субстрат в "фермент-продукт", и, наконец, освобождение фермента и продукта реакции (соответственно: фосфоглицерата и восстановленной дегидрогеназы);

регуляция синтеза и активности ферментов субстратами, метаболитами, изменением pH, и др. факторами.

2.2. Обмен углеводов

В организм с пищей поступают простые и сложные углеводы. Последние деполимеризуются (распадаются до моносахаридов) в желудочно-кишечном тракте при участии соответствующих ферментов. Нужно знать, в каких отделах пищеварительной системы перевариваются сложные углеводы, как происходит всасывание простых сахаров, какую роль играет печень в обмене углеводов, какими гормонами регулируется уровень глюкозы в крови. Мобилизация эндогенных (запасных) углеводов, в частности, гликогена печени происходит с участием воды или фосфорной кислоты, с образованием свободной глюкозы или её фосфорного эфира.

Распад глюкозы в тканях до конечных продуктов (углекислого газа и воды) требует достаточного снабжения кислородом, поэтому называется **аэробным распадом** или **тканевым дыханием**. Однако в этом процессе есть **анаэробная фаза**, не требующая присутствия кислорода. Эта фаза называется **гликолизом**. При снижении уровня кислорода в тканях гликолиз сильно активизируется.

Если глюкоза образуется из гликогена (например, в печени или мышцах), то такой анаэробный распад носит название **гликогенолиза**.

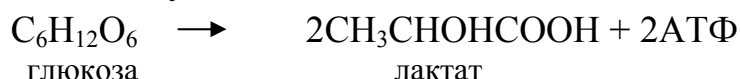
Последовательность химических превращений глюкозы нужно знать для того, чтобы оценить **биологический смысл распада – синтез АТФ** за счет энергии окислительного распада.

Первые реакции гликолиза – "подготовка" глюкозы к распаду – активирование ее с использованием АТФ. При этом "затрачивается" энергия двух АТФ. Образуется 1,6-дифосфат глюкозы. Затем происходит изомери-

зация глюкозы и собственно расщеплению подвергается фруктозо-1,6-дифосфат.

Следует обратить особое внимание на те реакции гликолиза, которые служат источником энергии для синтеза АТФ, т.е. сопряжены с фосфорилированием. Таких реакций две: дегидрирование фосфоглицеринового альдегида (ФГА) и отнятие воды от 2-фосфоглицериновой кислоты (2-ФГк-та). Сопряженный с ними синтез АТФ называется **субстратным фосфорилированием**, т.к. оно связано не с ЭТЦ, а с превращением конкретных субстратов.

За счет этого образования АТФ восполняются энергетические затраты на активирование глюкозы и накапливаются еще две молекулы АТФ. В этом состоит энергетический эффект анаэробного распада глюкозы: продукт этого распада – молочная кислота (синоним – лактат). Суть гликолиза выражает следующая схема:



В аэробных условиях молочная кислота не накапливается, а её предшественник – пировиноградная кислота (пируват) вступает в циклический процесс распада – цикл Кребса, или цикл ди – и трикарбоновых кислот (ЦТК).

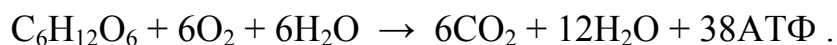
В итоге этих превращений углерод и кислород пировиноградной кислоты выделяются в виде CO_2 , а водород, отнятый у пирувата и кислот цикла Кребса, по ЭТЦ переносится к кислороду с образованием воды.

Эти реакции служат основным источником энергии в клетке, т.к. именно от субстратов цикла Кребса в ЭТЦ поступает наибольшее количество атомов водорода. В цикле Кребса происходит и одно субстратное фосфорилирование: одна молекула АТФ образуется за счет энергии преобразования α -кетоглутаровой кислоты.

Чтобы оценить энергетический смысл ЦТК и всего процесса дыхания в целом, следует подсчитать, сколько АТФ образуется в каждом из звеньев. Для этого учитывают:

1. Все случаи субстратного фосфорилирования (2 – в гликолизе, 1 – в цикле Кребса).
2. Подсчитывают образовавшиеся НАДН₂ и умножают на 3 (см. раздел 2.1.2.).
3. Подсчитывают ФАДН₂ и умножают на 2.
4. Находят сумму молей АТФ. Если расчет ведется на моль окислен-

ной глюкозы, то следует учесть затрату 2М АТФ на её активирование (первые реакции гликолиза). Суть процесса дыхания выражает следующая простая схема:



Сопоставьте по "выходу" АТФ гликолиз и дыхание, и станет очевидным преимущество последнего.

Синтетическая ветвь обмена (ассимиляция) углеводов заключается в биосинтезе гликогена в печени и мышцах из глюкозы (ресинтез гликогена) или из промежуточных продуктов обмена других веществ (гликонеогенез). Реакция требует затраты энергии и идет с участием АТФ, уридинтрифосфата (УТФ), который собственно обеспечивает наращивание цепи гликогена, а ветвление молекул гликогена осуществляет трансглюкозилаза. Равновесие по глюкозе между печенью, кровью, мышцами регулируется гормонами.

2.3. Обмен липидов

Рассматривая **распад жиров** по предложенному выше плану, следует обратить внимание на особенности распада жиров в кишечнике и роль желчи в процессе усвоения жиров.

Для расщепления липидов необходима их предварительная подготовка: **эмульгирование**, т.к. водонерастворимые капли жира слишком велики, чтобы быть доступными ферментам липазам. К тому же ферменты липазы выделяются в просвет кишечника в неактивном состоянии. **Эмульгирование** жиров, **активирование липаз**, а так же всасывание жирных кислот осуществляется **желчными кислотами**, входящими в состав желчи, вырабатываемой печенью.

Внутриклеточный распад жиров, как и углеводов, имеет энергетический смысл. Потенциальная энергия жиров освобождается и используется в тех же реакциях, какие были рассмотрены выше. Дело в том, что глицерин и жирные кислоты преобразуются в те же промежуточные продукты, что и глюкоза, и далее пути их распада – общие. Так, глицерин даёт фосфоглицериновый альдегид (см. гликолиз), а жирные кислоты – ацетил-КоА (см. цикл Кребса).

Принцип подсчета энергетического эффекта распада жиров – тот же. Нетрудно доказать биохимически, что жиры – более энергетически ценный материал: они – более восстановленные соединения, отношение водорода к кислороду в их молекулах значительно выше, при их окислении, следова-

тельно, образуется больше НАДН₂ и ФАДН₂ и кислорода требуется больше, и выход АТФ выше (при расчете на моль или на г жира).

Биосинтез жиров идёт или из глицерина и жирных кислот (ресинтез) или из таких продуктов распада, как ацетил-КоА и СО₂ при участии АТФ, НАДФН₂. Фонды этих и других участников синтеза жиров и липоидов пополняются за счет распада углеводов, отсюда – активирование процесса образования жиров при избытке углеводов в пище.

2.4. Обмен белков

Распад белков как в пищеварительной системе, так и в тканях, дает на первой стадии мономеры (аминокислоты), на второй стадии – продукты, общие с углеводами и жирами (карбоновые кислоты), на третьей стадии – также СО₂ и Н₂О, а кроме того азотосодержащие небелковые продукты.

Распад белков в пищеварительной системе имеет свою особенность – сравнительно большое число ферментов, действующих на один и тот же тип связи – пептидную связь. Это – интересный пример относительной групповой специфичности ферментов.

Биологический смысл распада белков в пищеварительной системе – это способ "обезличить" чужеродные белки, превратить их в структурные единицы, пригодные для построения специфических белков нашего организма – аминокислоты. Смысл распада тканевых белков – самообновление.

Часть аминокислот, не использованных на пластические цели, подвергается распаду. Необходимо знать пути расщепления аминокислот по —NH₂ и —СООН – группам, знать реакции связывания и обезвреживания аммиака, прежде всего – процесс образования мочевины. Нужно заметить, что между распадом белков и аминокислот – с одной стороны и углеводов – с другой стороны есть много точек соприкосновения, в частности, на уровне ЦТК и орнитинового цикла биосинтеза мочевины (оба эти цикла носят имя Кребса).

Примером прямого превращения аминокислот в карбоновые кислоты и включения их в гликолиз и цикл Кребса служат: аланин (даёт пировиноградную), аспарагиновая (даёт щавелевоуксусную), глутаминовая (даёт α-кетоглутаровую).

Биосинтез белка для удобства рассмотрения можно разделить на четыре этапа: 1) активирование аминокислот, 2) транспорт аминокислот в рибосому, 3) собственно биосинтез – сборка полипептидной цепи из аминокислот в рибосоме, 4) укладка полипептидной цепи в уникальную, свой-

ственную данному белку структуру.

Первые три стадии – основа "безошибочной" передачи наследственной информации, т.к. на этих стадиях идут строго специфические реакции. На первой стадии фермент "узнает" аминокислоту, активирует её, перенося на неё АМФ. На второй стадии тот же фермент "узнает" транспортную РНК (т-РНК), предназначенную данной аминокислоте; это "предназначение" определено антикодоном т-РНК. На третьей стадии антикодон т-РНК "узнает" "место посадки" на информационную РНК, т.е. кодон аминокислоты. На этом этапе "узнавание" идет по принципу комплементарности.

Свойства генетического кода: триплетность, "вырожденность", "неперекрываемость", коллинеарность реализуются в процессе биосинтеза белка. Следует обратить внимание на механизм регуляции биосинтеза белков на уровне транскрипции и трансляции.

2.5. Обмен нуклеиновых кислот

Наиболее важным для понимания биологических функций нуклеиновых кислот является процесс их *биосинтеза* из мононуклеотидов.

Главная особенность биосинтеза нуклеиновых кислот – его **матричный характер**: и самовоспроизводство (редупликация) ДНК, и "сборка" РНК на одной из цепей ДНК идут по принципу **комплементарности**.

Синтез же мономеров нуклеиновых кислот (мононуклеотидов) интересен тем, что исходные вещества для него – это продукты обмена других веществ, в частности, углеводов и белков. Знать подробности этого сложного процесса не требуется, но участников, исходные продукты запомнить нужно.

Распад нуклеиновых кислот также имеет точки соприкосновения с другими сторонами обмена через некоторые общие продукты. В этом смысле наиболее интересен распад пиримидиновых оснований.

2.6. Водно-солевой обмен

Роль воды в жизнедеятельности любого организма, в том числе человека, широко известна: недостаток воды переносится тяжелее, чем недостаток пищи. Человек может выжить при потере 40% жиров, белков и углеводов, однако потеря 9-12% воды приводит к смерти.

Вода в организме человека занимает около 70% (жен.) – 80% (муж.) массы тела. Около 60-65% воды находится в клетках, остальная – внеклеточная вода, кровь, лимфа и др. жидкости.

В клетке вода выполняет роль среды, в которой происходят химические взаимодействия; растворяет минеральные и органические вещества; участвует в реакциях гидролиза и гидратации; гидратационная оболочка макромолекул (белков, нуклеиновых кислот) защищает и стабилизирует их структуру. Транспорт веществ через клеточные мембраны, а также кровью, лимфой и др. биологическими жидкостями происходит в водной среде. Объём плазмы крови – важный показатель давления крови, а следовательно, и функции сердечно-сосудистой системы. Вода участвует в терморегуляции.

В любых условиях необходимо поддержание баланса воды, т.е. равновесия между потерей и поступлением. Следует заметить, что помимо поступления извне (**экзогенная**), вода образуется в процессах окислительного распада органических веществ (**эндогенная вода**). Эндогенные источники поставляют около 10% воды в организме.

При выполнении физической нагрузки потребность в воде возрастает, вследствие усиленного потоотделения, особенно значительно – при длительных нагрузках. Если дегидратация составляет более 2% массы тела, значительно снижается работоспособность.

Участие воды в обменных процессах зависит от её состояния в организме; различают три состояния (формы) воды: **свободная, гидратационная, иммобилизованная**.

Водный обмен тесно связан с обменом минеральных веществ, присутствующих в виде ионов солей. Необходимо знать о функциях таких элементов, как Ca, P, Fe, K, Na, Cl, Mg, Mn, Cu, J, F.

Характеризуя роль минеральных ионов в общем, следует назвать следующие функции: **структурную** (Ca и P в составе костей и зубов), **регуляторную** (металлы в составе ферментов, J₂ – в составе гормонов), **поддержание** кислотно-щелочного равновесия, pH, осмотического давления; **обеспечение транспорта веществ** путём ионного обмена, участие в **кровотворении** (Fe, Cu) и пр.

Кроме общей характеристики, интересны специфические свойства отдельных элементов, как регуляторов обмена веществ и физиологических функций.

Баланс минеральных веществ нарушается при их недостаточном поступлении с пищей или вследствие длительных физических нагрузок (потери с потом). Если ежедневные потери жидкости составляют более 8% массы тела в сутки, то следует принимать специальные препараты, напит-

ки, обогащённые минералами.

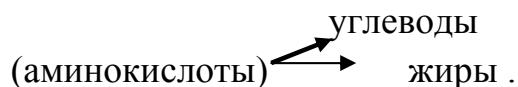
2.7. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ

Выше уже отмечалось, что в обмене веществ нет процессов, независимых, обособленных друг от друга. В распаде основных групп биогенных веществ есть стадия **унификации**, т.е. образования одинаковых продуктов. Обмен углеводов, жиров, белков (аминокислот) связывает "в узел" универсальный продукт – активная уксусная кислота, именуемая ацетил-



коферментом А (ацетил КоА или $\text{CH}_3\text{C} \sim \text{SKoA}$); этот продукт вовлекается в общее для всех звено обмена – цикл трикарбоновых кислот, приводящий в аэробных условиях к **одинаковым продуктам полного окисления**: CO_2 и H_2O .

Преобладающее большинство реакций обмена **обратимы**, что создаёт возможность взаимопревращений органических веществ в организме. Так, продукты гликолиза: глицеринальдегидфосфат и диоксиацетонфосфат превращаются в глицерофосфат, а ацетил КоА даёт начало жирным кислотам; таким путём осуществляется связь: **углеводы ↔ жиры**. Аминокислоты, теряя аммиак, превращаются в карбоновые кислоты, которые могут использоваться в ресинтезе углеводов и жиров, т.е. замыкают связь белки



Ограничением в обратном превращении может быть недостаток незаменимых аминокислот, т.к. при отсутствии хотя бы одной из них биосинтез белка невозможен.

Динамическое равновесие реакций обмена и **гомеостаз** поддерживаются, благодаря трём звеньям системы регуляции: авторегуляции, гормональной и нервной системам. Под авторегуляцией понимают влияние различных факторов на синтез и активность ферментов. В частности, и синтез, и активность ферментов контролируются гормонами.

Уместно связать с деятельностью ферментов регуляторную роль витаминов: многие из них в виде своих химических производных входят в состав коферментов.

В характеристике **гормонов** центральные вопросы это: химическая природа гормонов, механизм регуляции ими обмена, основные признаки гормональных расстройств. По химической природе гормоны делятся на 3

группы: 1) белковые; 2) производные аминокислот; 3) стероидные – производные спирта стерана.

Сведениями о химической природе гормонов и особенностях их действии желательнее дополнить соответствующие разделы динамической биохимии.

Характеристику любого из **витаминов** удобнее всего строить по такому плану:

- название химическое и тривиальное (рабочее); именно рабочее чаще всего раскрывает физиологическое значение витамина, т.к. происходит от названия болезни, возникающей при гипо- или авитаминозе. При этом прибавляется приставка "анти" (против). Например, витамин В₁ – антиполиневритный, антиневротический; его авитаминоз проявляется в виде нарушения функций нервных стволов, D – антирахитический, проявление его недостатка – рахит и т.д.;

- химическое название и химическая природа витамина часто объясняют его биохимическое действие; следует усвоить, в состав какого фермента входит витамин, в превращениях каких веществ участвует;

- наиболее интересные в практическом отношении сведения – о суточной потребности в витаминах в норме и при активной физической работе, а также о природных источниках витаминов.

Раздел 3. Биохимические основы мышечной деятельности

3.1. Биохимия мышц и мышечного сокращения

Чтобы понять механизм сокращения мышцы, нужно знать её химический состав и хорошо разобраться в её строении.

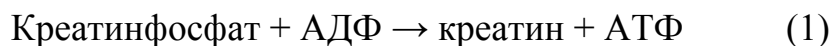
Мышечное волокно – **многоядерная клетка**. Она сходна по своему строению с другими клетками, но имеет особые органоиды = **миофибриллы** = сократительный аппарат мышечного волокна. Ультраструктура миофибрилл изучается в курсе анатомии, в нашем курсе особое внимание нужно уделить особенностям строения сократительных белков: **актина** и **миозина**. Их структура – пример очень высокого уровня организации белковой молекулы – суперполимера, что обеспечивает их участие в сложном и тонком акте сокращения миофибрилл. Согласно современным представлениям, в сокращении участвуют и другие белки; существует гипотеза, объясняющая участие в двигательном акте таких белков, как тропонин и тропомиозин.

Как бы ни отличались в деталях гипотезы, объясняющие молекулярный механизм мышечного сокращения, принципиально их основные положения сходны: 1) миозин – белок с двойкой функцией – сократительной и ферментативной; миозин катализирует гидролитическое расщепление АТФ, т.е. является аденозинтрифосфатазой (сокращенно: АТФ-аза). В покое АТФ-азная активность миозина не проявляется, расщепление АТФ совершается в момент сокращения, энергия АТФ используется для кооперативного взаимодействия актина с миозином; 2) энергия АТФ нужна не только для сокращения, но и для расслабления мышцы.

Запасы АТФ в мышце составляют 0,2 – 0,4% от сырого веса. Естественно, что по мере распада АТФ должна постоянно ресинтезироваться и тем активнее, чем выше энергетические затраты.

Выше рассматривались главные пути ресинтеза АТФ – субстратное фосфорилирование в гликолизе и цикле Кребса, окислительное фосфорилирование в ЭТЦ. Есть и иные источники ресинтеза АТФ: креатинкиназный и аденилаткиназный. Обе реакции не требуют присутствия кислорода, т.е. относятся к анаэробным путям энергообеспечения. Обе представляют собой **перифосфорилирование**, т.е. перенос Фн на АДФ с готового макроэргического соединения. Суть названных реакций можно представить следующими схемами:

Креатинкиназная (1):



Эта реакция имеет ещё названия: анаэробная алактатная, или креатинфосфатная, или фосфагенная;

Аденилаткиназная или миокиназная (2):



аденозин-
монофосфат

Вклад каждого из путей в энергетическое обеспечение мышечной работы различного характера и длительности – это **основной вопрос биохимии спорта**, т.к. от этого зависит направленность обмена веществ не только в самой скелетной мышце, но и во внутренних органах и нервной системе, состав крови и других биологических жидкостей. Поэтому нужно глубоко разобраться в характере тех изменений в обмене веществ, которые сопровождают активную работу скелетных мышц.

3.2. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности и изменения в обмене веществ, в зависимости от её характера и длительности

Существуют различные классификации физических упражнений по их интенсивности. Наиболее часто употребляется классификация циклических упражнений по относительной мощности работы, предложенная В.С. Фарфелем.

Согласно этой классификации, работа может быть **максимальной, субмаксимальной, большой, умеренной**. Предельное время выполнения этой работы – тоже своеобразная характеристика ее мощности, т.к. между этими двумя показателями – обратная зависимость. Работа максимальной мощности совершается не более 20 секунд, субмаксимальной – до 3-х – 5-ти минут, большой – до 20 - 30 минут, умеренной – в течение многих часов.

Характеризуя биохимические изменения в скелетных мышцах, других органах, составе крови, мочи, нужно связывать их с определенной зоной мощности. Исходить при этом нужно из характеристики преобладающего в этих условиях пути ресинтеза АТФ. Зная его химическую сущность, можно предположить, как меняется содержание того или иного источника энергии или продуктов его распада в мышце, а затем и в крови. Уместно здесь вспомнить о том, что наиболее эффективным источником энергии служит аэробное окисление энергетических ресурсов. Следовательно, наиболее благоприятными условиями для работы мышц представляются:

- достаточный запас в мышце или приток с кровью энергетических субстратов;
- достаточное снабжение мышцы кислородом.

И то, и другое прямо зависит от возможностей кардио-респираторной системы. Приток глюкозы, обезвреживание продуктов распада зависит от деятельности печени. "Пусковым сигналом" мышечного сокращения служат нервные импульсы, поступающие из центральной нервной системы (ЦНС). Регуляция обмена совершается, благодаря напряженной работе желез внутренней секреции.

Следовательно, образно говоря, весь организм "работает на мышцу". Здесь теснейшим образом связываются биохимические и физиологические изменения. Они предшествуют работе и создают картину предстартового состояния, что является самостоятельной проблемой в биохимии спорта.

Предстартовые изменения в обмене веществ зависят от многих объективных факторов и субъективного – типа высшей нервной деятельности спортсмена.

Для удобства рассмотрения биохимических изменений при физической работе здесь можно предложить следующий примерный план:

- ведущий механизм энергообеспечения работы определенной зоны мощности;
- биохимические изменения, сопровождающие работу определенной мощности и длительности;
- кислородный режим работы, кислородный запрос, кислородный дефицит, кислородный долг (лактатный и алактатный компоненты);
- изменение химического состава крови;
- изменения в обмене веществ во внутренних органах, ЦНС.

Перечисленные вопросы более изучены для циклических движений. При анализе нециклических видов спорта можно рекомендовать искать аналоги в режиме циклических упражнений. Следует учитывать, однако, что классификация на зоны относительной мощности основана на том, что, каждое упражнение выполняется "до отказа". В нециклических видах спорта – иная структура и режим упражнений. Это затрудняет анализ биохимических сдвигов, к которым приводит работа. Учитывая соотношение периодов работы и отдыха, общий объём выполненной работы, можно всё-таки оценить вклад различных процессов в энергообеспечение и "ведущие" физиологические функции.

3.3. Биохимическая природа утомления и восстановления

Прежде всего, следует быть точным при определении утомления, как объективного явления **снижения работоспособности**, и не путать его с субъективным ощущением усталости.

Биохимические причины снижения работоспособности – это те изменения в обмене веществ, которые происходят при выполнении интенсивной или длительной работы. Есть общие причины утомления при работе разного характера, но есть и особенности. Их нужно уметь анализировать; в совокупности биохимических изменений, сопровождающих работу, нужно выделять "ведущие". Они то и служат главной причиной утомления.

Биохимическая характеристика утомления вытекает из анализа обмена веществ при выполнении работы, а характеристика восстановительного

периода вытекает из анализа явления утомления.

Если при физической работе активируются, в основном, процессы распада, то после работы направление обмена изменяется в сторону синтеза. Для этого требуется энергия, её источник – аэробное окисление. Нужно понять особенности потребления кислорода после работы различного характера, уметь анализировать "структуру" восстановительного "излишка" в потреблении O_2 (т.е. кислородного "долга"), как показателя энергетических возможностей спортсмена.

Главный принцип восстановления биохимических процессов – **гетерохронность (разновременность)**. Под этим можно подразумевать:

- последовательность восстановления отдельных звеньев обмена в мышце;
- очередность восстановления до рабочего состояния разных органов;
- неодинаковую продолжительность периода полного восстановления после работы различного характера.

Последовательность восстановления в принципе такова: первыми восстанавливаются те процессы или уровень тех веществ, которые раньше подвергались изменению. Продолжительность периода полного восстановления, как правило, тем больше, чем длительнее была работа. Нужно уметь подкрепить эти положения конкретными примерами.

Вторая особенность процесса восстановления – его **фазовый характер**, наличие **фазы суперкомпенсации** – сверхвосстановления. Обратите внимание, в чем проявляется сверхвосстановление и как зависит длительность фазы суперкомпенсации от интенсивности проделанной работы.

3.4. Закономерности биохимической адаптации к физической деятельности

Вытекают из биохимической характеристики физической работы и восстановления после нее. Зная, что происходит в мышцах и других функциональных системах при выполнении нагрузки определенной интенсивности и длительности, можно выделить адаптивные реакции, направленные на повышение работоспособности и подобрать режим, способствующий этим адаптивным изменениям. Чтобы эти изменения закрепить, следует учитывать закономерности процесса восстановления, рассмотренные выше.

Прирост показателей работоспособности в ходе длительных тренировок – есть результат суммирования биохимических и физиологических

следов отдельных тренировочных занятий. Нужно усвоить такие понятия как, **срочный, отставленный, кумулятивный** эффект тренировок. Анализ биохимической направленности и объёма тренировочных нагрузок необходим для достижения их положительного взаимодействия и оптимального эффекта тренировок.

Нужно уметь обосновать с точки зрения биохимии такие принципы спортивной тренировки, как **дозирование и специфичность тренировочных нагрузок, сверхотягощение, регулярность, повторность, постепенность увеличения нагрузки, оптимальное соотношение работы и отдыха, цикличность и пр.**

Важно понять и уметь использовать на практике зависимость "**доза-эффект**". Эта зависимость отражает соотношение между объёмом выполненной тренировочной нагрузки и приростом тренируемой функции.

С практической точки зрения интересно обоснование таких особенностей адаптации, как **гетерохронность и обратимость.**

Особенности обмена веществ, а также структурные изменения, возникшие и закрепившиеся в процессе адаптации, создают биохимическую характеристику тренированного организма.

Есть ряд химических показателей, характеризующих степень тренированности мышц. Химический состав крови (в покое) не зависит от тренированности, диапазон колебаний в пределах физиологической нормы достаточно широк, поэтому для оценки тренированности по биохимическим показателям применяются экспериментальные нагрузки (см. 3.7.).

3.5. Биохимические факторы спортивной работоспособности.

Биохимические основы двигательных качеств

Наиболее важным биохимическим фактором физической работоспособности являются биоэнергетические возможности человека. Принято выделять три функциональных свойства организма:

алактатную анаэробную работоспособность; она зависит от условий протекания АТФ-азной и креатинфосфокиназной реакций в мышечных волокнах;

гликолитическую анаэробную работоспособность; она зависит от ускорения гликолитического процесса в мышцах и способности организма "противостоять" вредному воздействию лактата;

аэробную работоспособность; она зависит от скорости доставки ки-

слорода в митохондриях клеток (при условии достаточного снабжения энергетическими субстратами).

Конкретные проявления физической работоспособности носят специфический характер. Соотношение скоростно-силовых способностей и общей выносливости не одинаково в различных видах спорта, что формируется под влиянием тренировок и определяется по критериям (показателям) развития биоэнергетических процессов.

Формирование скоростно-силовых качеств и выносливости к длительной умеренной работе идет не обособленно, а параллельно друг другу. Однако есть методические приемы для направленного развития того или иного качества. Их нужно обосновать биохимически. В общем, можно сказать, что **скоростно-силовые качества** основываются на развитии **сократительного аппарата** и механизмов **срочной мобилизации энергии** (анаэробных), тогда как **общая выносливость** обеспечивается развитием систем как анаэробной, так и **аэробной продукции АТФ**, преимущественно – **аэробной ёмкостью**. Отсюда и классификация физических нагрузок по направленности (Годик, 1980):

- аэробная;
- смешанная (аэробно-анаэробная);
- анаэробная лактатная (гликолитическая);
- анаэробная алактатная;
- анаболическая.

3.6. Биохимические основы рационального питания спортсменов

Проблема рационального питания имеет несколько аспектов:

- количественная и качественная оценка потребности организма в питательных веществах;
- анализ условий, оптимальных для усвоения питательных веществ и их рационального использования в организме;
- коррекция отклонений в состоянии здоровья, вызванных как недостатком, так и избытком разных питательных веществ.

Биохимия, прежде всего, отвечает на вопрос, **зачем** мы питаемся, какие биологические функции выполняют различные питательные вещества, а именно:

- **энергетическую:** организм должен получать столько питательных веществ, чтобы их свободная энергия обеспечила суточную потребность в

АТФ;

- **пластическую (конструктивную):** наш организм неспособен создавать органические вещества из простых неорганических (как автотрофы), мы используем органические вещества пищи, чтобы строить из них свои структуры, т.е. ассимилировать (после предварительного расщепления на более простые вещества);

- **регуляторную:** для регуляции скорости реакций обмена веществ и поддержания гомеостаза.

Сведения о функциях наиболее важных биогенных органических веществ содержатся в разделе "Статическая биохимия".

На этих знаниях основаны принципы рационального питания:

- соответствие калорийности питания энергетическим затратам;
- сбалансированность (оптимальное соотношение) основных групп питательных веществ;

- соблюдение режима приёма пищи в соответствии с биоритмами и распорядком работы;

- благоприятные органолептические свойства пищи, её эстетичность;

- безопасность питания в санитарно-гигиеническом отношении.

Энергетические затраты людей индивидуальны и зависят от:

- уровня основного обмена;
- термогенного эффекта пищи (5-10% от общих энергозатрат требуется на переваривание и усвоение пищи);
- температуры окружающей среды;
- физической активности. Этот фактор наиболее сильно влияет на энергетические потребности: диапазон колебаний между минимальными энергетическими затратами в состоянии покоя и максимальной физической нагрузки может быть десятикратным. Для спортсменов разных видов спорта этот диапазон занимает от 1200 до 7-8 тыс ккал. в сут., т.е. от уровня потребности людей умственного труда до уровня тяжёлого физического труда.

Соотношение углеводов, жиров, белков в рационе спортсменов также зависит от специфики вида спорта, объёма интенсивности работы и может составлять в % от общего потребления энергии: для углеводов 40-70%, для жиров 20-42%, для белков 10-22%.

В определённом соотношении должны поступать продукты животного и растительного происхождения, с учётом того, что некоторые вещества

(например: "незаменимые" аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины) не синтезируются в организме человека; нужно знать их природные источники или дополнять рацион пищевыми добавками.

Следует обратить внимание на то, что питание спортсменов решает специальные задачи: повышение работоспособности, ускорение процессов восстановления, реабилитации после стрессов и травм, повышения иммунитета и способности к адаптации и т.п. Поэтому в рацион питания спортсмена нужно включать при соответствующем научном обосновании продукты повышенной биологической ценности, адаптогены, иммуномодуляторы, витамины, корректоры водно-солевого обмена, незаменимые аминокислоты и пр. фармакологические препараты, не относящиеся к допингам.

3.7. Биохимический контроль в спорте

Биохимический контроль – звено в комплексном контроле за состоянием спортсмена. Система биохимического контроля включает:

1. текущий или оперативный контроль;
2. этапный контроль;
3. оценку соревновательной деятельности.

Коротко сформулировать цели каждого вида контроля можно так:

1. оценка направленности и эффективности тренировочной нагрузки ("срочного" тренировочного эффекта);
2. оценка общей и специальной тренированности и её динамики (отставленного или кумулятивного тренировочного эффекта);
3. оценка "спортивной формы".

Методы контроля, биохимические тесты разнообразны, подбираются соответственно целям и задачам исследования. Их можно условно сгруппировать по химической природе:

- **метаболиты** (продукты обмена); по снижению уровня энергетических ресурсов и выходу в кровь продуктов их распада судят о скорости мобилизации и использования источников энергии; обычно в крови определяют: глюкозу, лактат, мочевины, триглицериды, свободные жирные кислоты и т.п.

- **показатели газозлектролитного или кислотно-щелочного состояния**; по ним судят об окислительно – восстановительном режиме тканей; определяют рН, рСО₂, рО₂ крови, показатели буферной емкости и т.п.; регистрируют потребление О₂ и выделение СО₂.

- **ферменты и гормоны**: определяя активность ферментов крови или

уровень гормонов, биохимик получает информацию о регуляции скорости реакций обмена на клеточном уровне (ферменты) или гормональной регуляции обмена на уровне отдельных органов и организма в целом.

• **минеральные вещества** в биологических жидкостях, как показатели электролитного обмена или регуляции ферментативных реакций.

Особую цель преследует определение анаболических стероидов и других запрещённых препаратов: это – задача антидопингового контроля.

Выше уже отмечалось, что химический состав крови в покое не зависит от тренированности, поэтому общая и специальная работоспособность оценивается по метаболическим сдвигам в ответ на дозированную физическую нагрузку. Обычно при обследовании спортсменов применяют либо стандартные, либо максимальные тестирующие нагрузки. После стандартной физической нагрузки значительные биохимические сдвиги обнаруживаются у менее тренированных людей, после максимальных – у высоко тренированных.

В заключение следует отметить, что знания биохимии могут и должны пригодиться в практической деятельности специалиста по физической культуре, спорту и адаптивной физической культуре для:

- оценки состояния здоровья спортсмена;
- отбора и спортивной ориентации;
- оценки уровня тренированности и физиологических резервов;
- совершенствования методов тренировки путем оперативной оценки ее интенсивности и направленности;
- регламентации режима работы и отдыха;
- обоснования рационального питания и других гигиенических требований.

Глава 4. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ, ПОНЯТИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПО БИОХИМИИ

Сокращения: АД – артериальное давление, ЧД – частота дыхания, ЧСС – частота сердечных сокращений, Φ_n – фосфат неорганический (H_3PO_4).

А

Авитаминозы – нарушения в обмене веществ и состоянии здоровья, причиной которых служит отсутствие какого-либо витамина.

Адаптация (от позднелат. *adaptatio* – приспособление) – приспособление процессов и функций организма к условиям существования. Адаптация спортсменов к мышечной деятельности – это перестройка биохимических процессов и физиологических функций, позволяющая спортсмену выполнять физическую работу большей мощности и продолжительности, более технически совершенно, по сравнению с нетренированным человеком.

Аденилаткиназа(миокиназа) – фермент, катализирующий перефосфорилирование двух молекул АДФ по схеме: $ADP + ADP \rightarrow ATP + AMP$. Это – один из процессов ресинтеза АТФ в мышечной клетке.

Аденилатциклаза – фермент, катализирующий превращение АТФ в циклическую АМФ (при отнятии $H_4P_2O_7$), что служит сигналом к каскаду реакций активирования клеточных ферментов гормонами.

Аденозиндифосфат (АДФ) – монопнуклеотид, состоящий из аденина, рибозы (нуклеозида) и двух остатков фосфорной кислоты. Используется как основа для ресинтеза АТФ в реакциях фосфорилирования.

Аденозинмонофосфат (АМФ) – монопнуклеотид, образованный аденином, рибозой (нуклеозидом) и одним остатком фосфорной кислоты.

Аденозинмонофосфат циклический (ЦАМФ) — универсальный передатчик действия отдельных гормонов на внутриклеточные процессы. Образуется в клетке из АТФ под действием гормонов.

Аденозинтрифосфат (АТФ) – моонуклеотид, основное высокоэнергетическое (макроэргическое) соединение, состоящее из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты. При гидролизе каждой макроэргической связи освобождается энергия, которая используется при сокращении мышц и в других процессах.

Аденозинтрифосфатаза (АТФ-аза) – фермент, расщепляющий молекулы АТФ до АДФ и H_3PO_4 . От ее активности в миозине скелетных мышц зависят скоростные качества человека.

Аденин – см азотистые основания.

Аденозин – нуклеозид, состоящий из аденина и рибозы.

Адиipoциты – клетки жировой ткани.

Адреналин – гормон мозгового слоя надпочечников; выброс его усиливается в состоянии нервного возбуждения (в том числе – в предстартовом состоянии). Адреналин увеличивает частоту сердечных сокращений, регулирует тонус кровеносных сосудов, усиливает распад гликогена и липидов в мышцах и печени, увеличивает частоту сердечных сокращений, что способствует выполнению физической нагрузки.

Адренокортикотропный гормон (АКТГ) – гормон, вырабатываемый передней долей гипофиза. Оказывает тропное, т.е. стимулирующее воздействие на клетки надпочечных желез. В ответ в клетках мозгового слоя усиливается синтез катехоламинов, а в клетках коркового слоя – синтез кортикостероидов.

Азотистое равновесие – состояние азотистого обмена, при котором количество азота, выделяемого из организма, уравновешено его поступлением.

Азотистый баланс – соотношение между количеством азота, поступающим в организм с пищей и количеством азота, который выводится из организма.

Азотистые основания (пуриновые и пиримидиновые) – составные части мононуклеотидов и, соответственно, нуклеиновых кислот. Пуриновые: аденин и гуанин, пиримидиновые: урацил, цитозин и тимин.

Активная реакция среды – кислая, щелочная или нейтральная, зависит от соотношения концентрации свободных водородных и гидроксильных ионов в растворах и биологических средах. Определяется водородным показателем (рН).

Активная реакция крови (рН крови). Слабощелочная среда в артериальной крови (рН=7,4); в венозной крови больше CO_2 и среда подкисляется: рН = 7,36. рН крови обусловлен концентрацией ионов H^+ и OH^- . При увеличении H^+ – сдвиг в кислую сторону (ацидоз), OH^- – в щелочную (алкалоз).

Активный транспорт вещества – перенос веществ через мембраны клеток против градиента их концентрации, происходящий с затратой энергии.

Активный центр молекулы фермента – участок молекулы, отвечающий за специфическое присоединение фермента к субстрату и собственно катализ. У ферментов-протеинов это – участок, особый по составу и последовательности аминокислот, а у ферментов-протеинов в активный центр входит и небелковая часть.

Актин – сократительный белок мышечной ткани, находится в тонких протофибриллах сократительных органоидов (миофибрилл).

Алактатный кислородный долг – часть кислорода, которая тратится на быстрое восстановление фосфагенов в мышцах, а также на восстановление нормального содержания O_2 в венозной крови и насыщения миоглобина кислородом, израсходованным при работе (см. “кислородный долг“).

Алкалоз – сдвиг рН внутренней среды организма при увеличении щелочных веществ или уменьшении кислых.

Алкалоиды (от лат.alkali-щёлочь) – сложные органические вещества с азотсодержащими циклическими молекулами, главным образом расти-

тельного происхождения, обладают биологической активностью; применяются в медицине и сельском хозяйстве.

Аллостерический центр фермента (от греч. allos-другой) – участок молекулы фермента, с которым связывается вещество, несходное с субстратом, способное вызвать изменение активности фермента. Такие эффекторы называются аллостерическими, а механизм регуляции-аллостерическим.

Альдостерон – гормон коркового слоя надпочечных желез, относится к минералокортикоидам, регулирует обмен калия и натрия: стимулирует удержание ионов натрия и выведение ионов калия.

Альфа-мотонейроны спинного мозга – мотонейроны, иннервирующие скелетные мышечные волокна.

Амилазы – ферменты класса гидролаз, катализирующие распад гликогена и крахмала, поступающих с пищей (см. карбогидразы).

Аминокислоты заменимые – аминокислоты, которые могут синтезироваться в организме человека.

Аминокислоты незаменимые – аминокислоты, которые не синтезируются в тканях организма: валин, гистидин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, треонин, фенилаланин

Анаболизм (от греч. anabole – подъем) – см. ассимиляция.

Анаболические стероиды – синтетические препараты на основе стероидов, обладающие способностью стимулировать синтез белков, на основании чего применяются для наращивания мышечной массы. Запрещены к применению в качестве допингов в силу резко отрицательных побочных действий. Длительный и бесконтрольный приём анаболических стероидов может вызвать нарушения половых функций, заболевания печени, почек, опорно-двигательной системы, кожи и т.п. Особенно опасно использование стероидов детьми, подростками и женщинами.

Анаэробная ёмкость (производительность) максимальная – способность поддерживать определенное время максимальную или субмаксимальную анаэробную мощность работы, или максимальный для данного человека объём работы за счет анаэробных механизмов ресинтеза АТФ. Определяется по величине максимального кислородного долга (МКД). Зависит от количества АТФ и креатинфосфата в мышцах.

Анаэробная мощность максимальная – максимальное для данного человека количество работы (энергии) в единицу времени за счет анаэробных механизмов ресинтеза АТФ.

Анаэробный обмен – процесс распада питательных веществ, протекающий в клетках организма без участия кислорода (O_2).

Анаэробное окисление углеводов (гликолиз или гликогенолиз) – расщепление глюкозы, гликогена в тканях организма без участия O_2 до молочной кислоты, 1 моль глюкозы даёт 2 АТФ.

Анаэробный порог (ПАНО) – та мощность нагрузки, при которой скорость образования лактата преобладает над скоростью его окисления, и концентрация лактата в артериальной крови достигает 4 ммоль/л.

Анаэробные упражнения – упражнения с преобладанием анаэробных (без участия кислорода) механизмов энергообеспечения. Выделяют три группы: 1) максимальной анаэробной мощности (анаэробный компонент – 95-100%, длительность до 10 с); 2) околوماксимальной анаэробной мощности (анаэробный компонент – 75-95%, длительность 20-50с); 3) субмаксимальной анаэробной мощности (анаэробный компонент – 60-70%, длительность – 60-120с).

Андрогены – мужские половые гормоны.

Анемия (от греч. an – отрицание и haima – кровь) – малокровие, снижение уровня эритроцитов и (или) гемоглобина в крови.

Ансерин – дипептид, состоит из аланина и L-гистидина. Найден в мышцах позвоночных животных, в том числе – человека. Функция до конца не

выяснена. Предполагается, что ансерин служит для поддержания постоянного рН в клетках мышц.

Антибиотики – вещества, обладающие антимикробным действием. Синтезируются некоторыми микроорганизмами или искусственно.

Антивитамины – вещества, снижающие роль витаминов в организме. Могут нарушать всасывание витаминов, соединяться с ними, включаться вместо витаминов в соответствующие коферменты, что мешает им выполнять свою каталитическую функцию.

Антигены – вещества или клетки, чужеродные для организма. При попадании в организм вызывают образование специфических белков – антител (см. антитела).

Антикодон – участок молекулы транспортной РНК, комплементарный кодирующему триплету в составе информационной РНК. Благодаря антикодону, т-РНК «расшифровывает» генетический код.

Антиоксиданты – вещества со свойствами восстановителей, защищают от окисления различные биологически важные молекулы и структуры, например, липиды клеточных мембран.

Антитела (иммуноглобулины, гамма-глобулины) – специфические белки, синтезируемые в лимфоузлах, селезёнке, костном мозге в ответ на внедрение в организм какого-либо антигена.

Амфифильные вещества – вещества, содержащие как гидрофобные, так и гидрофильные группировки, например, жирные кислоты (содержат гидрофобный радикал и гидрофильную карбоксильную группу).

Апофермент – белковая часть ферментов-протеидов (сложных). Отвечает за «узнавание» субстрата, т.е. специфическое связывание с субстратом.

Арахидоновая кислота – полиненасыщенная жирная кислота, содержащая 20 углеродных атомов; незаменимая, служит основой для синтеза ак-

тивных регуляторов обмена и физиологических функций (см. эйкозаноиды).

Аскорбиновая кислота (витамин С) – органическое вещество, по строению близкое к моносахаридам-гексозам; бесцветные кристаллы, чувствительные к нагреванию. Участвует в окислительно-восстановительных процессах живого организма. Активный антиоксидант. Авитаминоз С – цинга (скорбут).

Аспарагин – амид аспарагиновой кислоты, продукт её взаимодействия с аммиаком. Образование амидов (см. глутамин) – это способ обезвреживания аммиака.

Ассимиляция (анаболизм) (от лат. *assimilatio* – уподобление) – усвоение необходимых для организма веществ и синтез специфических для организма соединений. Протекает с поглощением энергии.

Атеросклероз (от греч. *athera* – каша и *sklerosis* – затвердевание) – изменение стенки кровеносных сосудов за счёт разрастания соединительной ткани, образования холестериновых «бляшек»; приводит к снижению эластичности сосудов, сужению просвета, нарушению снабжения кровью органов.

АТФ-аза (аденозинтрифосфатаза) – фермент, расщепляющий молекулы АТФ до АДФ и H_3PO_4 . АТФ-аза мышечных клеток – миозин. От активности АТФ-азы миозина зависят скоростные качества человека.

Ацетилкофермент А (Ацетил-КоА, активированная форма уксусной кислоты) – продукт прямого превращения пировиноградной кислоты, бета-окисления жирных кислот. Превращается в аэробном цикле Кребса; объединяет обмен углеводов, жиров и белков. Может использоваться для образования кетонных тел.

Ацетилхолин – сложный эфир холина и уксусной кислоты, который образуется в нервных окончаниях под действием фермента холинацетилазы. Является химическим медиатором парасимпатической нервной системы.

Ацидоз (от лат. *acidus* – кислый) – закисление внутренней среды организма, связанное с накоплением в тканях кислых продуктов обмена веществ; при напряженной мышечной работе приводит к развитию утомления.

Аэробные возможности (производительность) (от греч. *aer* – воздух) – способность организма использовать (потреблять) значительный объем кислорода в процессах ресинтеза АТФ. Определяется максимальной скоростью потребления кислорода (МПК) в единицу времени (мощность) и способностью длительно поддерживать потребление кислорода на уровне МПК (емкость).

Аэробный обмен (клеточное дыхание) – процесс окислительного распада питательных веществ с участием кислорода, протекающий с образованием АТФ.

Аэробное окисление углеводов – окисление молекулы глюкозы в тканях организма с участием кислорода до конечных продуктов обмена с образованием 38АТФ на каждый моль глюкозы.

Аэробные упражнения – упражнения с преобладанием аэробных (окислительных) механизмов энергообеспечения. Выделяют пять групп: 1) максимальной аэробной мощности (потребление кислорода на уровне 95-100% от МПК, длительность 2-4мин); 2) субмаксимальной аэробной мощности (80-90% от МПК, длительность до 12-15мин); 3) большой аэробной мощности (65-80% от МПК, длительность – 15-60мин); 4) средней аэробной мощности (55-65% от МПК, длительность 60-240мин); 5) малой аэробной мощности (50% и ниже от МПК, длительность более 240мин).

Б

Белки – высокомолекулярные азотсодержащие соединения, состоящие из аминокислот. Играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности, выполняя структурную, защитную, регуляторную, транспортную, сократительную, рецепторную, энергетическую функции.

Белки глобулярные (от лат. *globus* – шар) – белки, которые имеют округлую или эллипсоидную форму молекулы.

Белки фибриллярные (от новолат. fibrilla – волоконец) – белки, которые имеют нитевидную форму (мышечный белок миозин, белок сухожилий коллаген и др.).

Белки полноценные – белки, содержащие все незаменимые аминокислоты. Эталон – белки молока и куриного яйца.

Бета-окисление (β –окисление) – циклический процесс окисления жирных кислот, в каждом цикле освобождается молекула ацетил-КоА, вступающая в цикл Кребса.

Бета – блокаторы (β блокаторы) – вещества, блокирующие передачу нервных импульсов через синапс. Обладают свойством повышать работоспособность.

Билирубин – продукт распада гемоглобина. Образуется в печени и селезенке.

Биологическое окисление – процесс ферментативного переноса водорода (электронов и протонов) от окисляемого вещества (донора) на другое вещество (акцептор). Биологическое окисление сопровождается освобождением свободной энергии, часть которой может запасаться в связях АТФ (см. фосфорилирование).

Брадикинин – пептидный гормон, расширяющий кровеносные сосуды, снижает артериальное давление; обеспечивает болевую чувствительность, служит медиатором воспаления.

Буферная система – смесь доноров и акцепторов протонов водорода (H^+), способная связывать избыток ионов H^+ и гидроксила OH^- , поддерживать постоянство рН среды. Как правило, это смесь слабых кислот или оснований с их солями; белки и аминокислоты, в силу их амфотерности, также проявляют буферные свойства.

Буферные системы крови – буферы, обеспечивающие постоянство рН крови. Буферные системы препятствуют сдвигу рН крови. Различают:1)

бикарбонатную систему (угольная кислота – двууглекислый натрий, $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$). 2) фосфатную систему NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 – одно и двухосновный двууглекислый натрий; 3) белковую систему (70% буферная система гемоглобина); 4) ацетатную; 5) аммонийную.

Буферная ёмкость – величина, характеризующая способность буферной системы связывать H^+ или OH^- и удерживать постоянство рН среды. Измеряется количеством кислоты или основания, которое необходимо добавить к буферному раствору, чтобы изменить величину рН 1л буфера на 1 ед. При тренировке увеличивается.

Быстросокращающиеся волокна (БС-волокна) – тип мышечных волокон, для которых характерны преимущественно анаэробные процессы энергообеспечения и большая скорость сокращения.

В

Вазопрессин – гормон задней доли гипофиза, полипептид, уменьшающий диурез (антидиуретик), нейрогормон, стимулирует сокращение гладких мышц, в том числе – стенок кровеносных сосудов, оказывая, таким образом, прессорный эффект (повышение кровяного давления).

Витамины – биологически активные вещества сложного строения, жизненно необходимые организму. Различают жирорастворимые витамины (А, D, E, K) и водорастворимые (все остальные).

Внутренняя среда – среда, в которой осуществляется жизнедеятельность клеток организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость).

Вода гидратационная – вода, связанная с ионами или молекулами, образующая их гидратные оболочки.

Вода иммобилизованная – вода, не входящая в состав гидратных оболочек; находится в порах мембран, субклеточных структур, между молекулами биополимеров.

Вода экзогенная – вода, поступающая в организм с питьём и пищей.

Вода эндогенная – вода, образующаяся в процессах окислительного распада органических веществ.

Возбудимость – свойство живой ткани отвечать на действие раздражителя специфической реакцией, присущей данной ткани (например, сокращением мышцы).

Возбуждение – комплекс функциональных, биохимических, структурных изменений в живых тканях, обуславливающих развитие специфической реакции в ответ на действие раздражителя.

Волокно мышечное (см.миоцит) – структурная единица скелетных мышц, большая многоядерная клетка, точнее бесклеточное образование – симпласт; в процессе развития мышечная клетка образуется путем слияния множества эмбриональных отдельных клеток.

Восстановление – совокупность изменений в деятельности функциональных систем организма, направленных на восстановление работоспособности после нагрузки. Этот период характерен удалением продуктов рабочего метаболизма и восполнением энергетических запасов, ферментов, пластических веществ.

Восстановительное аминирование – образование аминокислот путём присоединения аммиака к кетокислотам.

Всасывание – проникновение в кровь или лимфу из кишечника продуктов переваривания питательных веществ (через эпителий ворсинок).

Выносливость – способность длительно выполнять мышечную работу на заданном уровне мощности до первых признаков утомления. Различают: статическую, динамическую, локальную, глобальную, силовую, анаэробную и аэробную.

Г

Газообмен в лёгких – обмен газов между кровью и альвеолами легких.

Газообмен в тканях – обмен газов между кровью и тканями.

Гаммааминомасляная кислота (ГАМК, γ -АМК) – образуется в тканях головного мозга при декарбоксилировании глутаминовой кислоты, является фактором торможения деятельности ЦНС; в ЦНС участвует в энергетических процессах, повышает окисление глюкозы; в клинике используется как лекарственный препарат.

Ганглиозиды – сложные липиды, содержат спирт церамид, олигосахариды и сиаловую (N-ацетилнейраминную) кислоту (подобно гетерополисахаридам); локализованы в мембранах нервных клеток, участвуют в формировании защитного слоя клеток – гликокаликса и в осуществлении рецепторной функции. Дефекты метаболизма ганглиозидов приводят к слабумию.

Гем – небелковая часть гемоглобина и миоглобина, придающая им красный цвет; протопорфириновое ядро с ионом железа в центре.

Гематурия – появление крови (эритроцитов) в моче.

Гемицеллюлозы – сложная смесь полисахаридов, не растворяющихся в воде, но растворимых в щелочных растворах. Гемицеллюлозы всегда сопутствуют целлюлозе, выполняя структурную функцию. Их много в отрубях, соломе, семенах, кукурузных початках, древесине. В их составе – моносахариды: манноза, галактоза, арабиноза, ксилоза. Встречаются как гомополимеры, так и гетерополимеры.

Гемоглобин (НЬ) (от греч. *háima* – кровь и лат. *globus* – шар) – сложный белок эритроцитов крови, состоящий из небелковой части – гема и белковой части – глобина; выполняет транспортную функцию (доставку O_2 из легких в ткани и CO_2 – от тканей к легким), а также буферное действие. Кислородная емкость крови зависит от содержания гемоглобина.

Гемолиз – разрыв клеточной мембраны эритроцитов и выход гемоглобина в плазму.

Гепарин – полисахарид, относится к гетерополисахаридам, т.к. построен из сульфатов глюкуроновой кислоты и глюкозамина. Входит в состав вне-

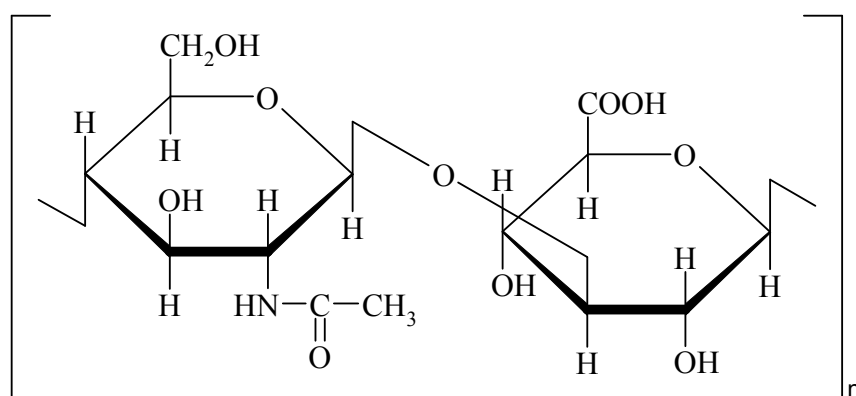
клеточного вещества некоторых тканей (печень, лёгкие, артериальные стенки), крови и лимфы млекопитающих, обладает антикоагулянтным, антигипоксическим, противовоспалительным свойствами, участвует в обмене К и Na.

Гепатоциты(от греч. *hepatos*-печень) – клетки печени.

Гепатопротекторы – лекарственные препараты, способствующие восстановлению и функционированию клеток печени. Обычно гепатопротекторы содержат фосфатиды, необходимые для восстановления клеточных мембран.

Гетерохронность восстановления (от греч. *héteros* – другой, разный и *chrónos* – время) – одновременность восстановления различных функций организма, процессов обмена и их показателей после работы. Сначала восстанавливаются количественные, а затем – качественные показатели.

Гиалуроновая кислота – полисахарид, относится к гетерополисахаридам, т.к в качестве мономера содержит глюкуроновую (иногда-галактуроновую, или идуроновую) кислоту и ацетилглюкозамин. Это – неразветвлённый полимер, в котором регулярно повторяется дисахаридный фрагмент: N-ацетилглюкозамин – (1→3)-β-глюкуроновая кислота.



Обладает самой большой молекулярной массой среди гетерополисахаридов и способствует удержанию воды в тканях.

Гидроксилазы – ферменты, относящиеся к классу оксидоредуктаз. Катализируют включение в окисляемое вещество кислорода в составе OH.

Гидролазы – класс ферментов, катализирующих реакции гидролиза.

Гидролиз – реакция распада сложных веществ до более простых при участии воды по схеме: $AB + H_2O = A \cdot H + B \cdot OH$. Вода входит в продукты реакции.

Гипервитаминозы – изменения в обмене веществ и состоянии здоровья, вызванные поступлением в организм избыточного количества витаминов. Реальны гипервитаминозы жирорастворимых витаминов, вследствие их способности накапливаться в клетках

Гипергликемия (от греч. hyper – над, сверх, glykús – сладкий, háima – кровь) – повышенное содержание глюкозы в крови (норма: 3,5– 5,5 ммоль/л).

Гиперкапния – насыщение крови углекислым газом.

Гиперкетонемия – повышенный уровень кетоновых тел в крови.

Гипероксия (от греч. hyper – над, сверх и лат. oxigenium – кислород) – повышенное содержание кислорода в тканях и органах.

Гиперпротеинемия – повышенный уровень белков в плазме крови.

Гипертиреоз (базедова болезнь) – заболевание, вызванное гиперфункцией щитовидной железы, повышенным образованием гормона тироксина.

Гипертонический раствор – раствор, концентрация и осмотическое давление которого выше, чем в клетке. Такой раствор может вызвать состояние плазмолиза, вследствие потери воды клеткой.

Гипертрофия (от греч. hyper – над, сверх и trope – питание) – увеличение объема органа или части тела.

Гипертрофия миофибриллярная – увеличение числа и объема (плотности укладки) миофибрилл в саркомерах (развивается в основном при выполнении скоростно-силовых упражнений).

Гипертрофия мышц рабочая – увеличение мышечного поперечника в результате физической тренировки. Различают два типа – миофибриллярный и саркоплазматический.

Гипертрофия саркоплазматическая – утолщение мышечных волокон за счет увеличения объема саркоплазмы, т. е. повышение содержания в саркоплазме белков, гликогена, миоглобина, креатинфосфата (развивается упражнениями на выносливость).

Гипогликемия (от греч. *hupo* – под, внизу, *glykús* – сладкий, *háima* – кровь) – пониженное содержание глюкозы в крови (ниже 3 ммоль/л).

Гипокапния – недостаточное содержание углекислоты в крови и тканях.

Гипоксия (от греч. *hupo* – под, внизу и лат. *oxigenium* – кислород) – уменьшение содержания кислорода в воздухе и, как следствие, недостаточное снабжение тканей кислородом.

Гипопротеинемия – пониженный уровень белка в плазме крови.

Гипоталамус – отдел головного мозга, участвует в регуляции вегетативных функций, обмена веществ, терморегуляции, эмоционально-поведенческих реакций. Функции выполняются через посредство нейроморганов и рилизинг-факторов.

Гипотиреоз(микседема) – заболевание, вызванное снижением функции щитовидной железы, недостатком выработки гормона тироксина.

Гипотонический раствор – такой раствор, концентрация и осмотическое давление которого ниже, чем в клетке. Такой раствор может вызвать разрыв мембраны, вследствие интенсивного поступления воды в клетку.

Гистамин – биогенный амин, производное аминокислоты гистидина. Под действием гистамина происходит расширение капилляров, что приводит к снижению артериального давления, усиливается секреция желудочного

сока, формируются болевые ощущения, развиваются аллергические реакции.

Гистидин – условнозаменимая аминокислота, из которой образуется гистамин.

Гликоген, или **животный крахмал** ($C_6H_{10}O_5$)_n – основной полисахарид организма, который откладывается в печени и скелетных мышцах, является основным энергетическим резервом углеводов.

Гликогенез (от греч. *glykús* – сладкий и *génesis* – происхождение) – процесс образования гликогена в клетках.

Гликогенные аминокислоты – аминокислоты, из которых в процессе обмена может образоваться глюкоза (см. кетогенные аминокислоты).

Гликогенозы – заболевания, вызванные пониженной выработкой ферментов обмена гликогена. Характеризуются накоплением гликогена в различных органах.

Гликолиз (гликогенолиз) (от греч. *glykús* – сладкий и *lýsis* - разложение) – а) анаэробная фаза аэробного распада углеводов; продукты: пируват, АТФ, НАДН₂; б) окисление глюкозы или гликогена в анаэробных условиях с образованием молочной кислоты и АТФ.

Глицерин (глицерол) – трёхатомный спирт, продукт гидролиза жиров и некоторых липидов (см. ч. I).

Глутамин – амид глутаминовой кислоты, продукт её соединения с аммиаком (аминирования). Реакция образования амидов (см. аспарагин) – это один из способов обезвреживания аммиака.

Глутатион – трипептид, состоит из гамма-глутаминовой кислоты, цистеина, глицина. Существует в двух формах: окисленной и восстановленной. Переход обусловлен превращением –S-S-группы в -SH- группу. Некоторые из физиологических функций глутатиона: 1) участие в транспорте аминокислот через клеточные мембраны; 2) ингибитор вредных окисленных про-

дуктов, которые могли бы окислить белки (защита белков); 3) поддержание восстановленного состояния железа(Fe^{2+}) в гемоглобине.

Глюкагон – гормон поджелудочной железы; стимулирует распад гликогена в печени и повышает уровень глюкозы в крови.

Глюкозаминпротеогликаны – см. мукополисахариды.

Глюкоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) (от греч. *glykús* – сладкий) – основной моносахарид организма; структурный компонент сложных углеводов, который используется как энергетический субстрат(см.ч.I).

Глюкозурия – появление глюкозы в моче.

Глюкокортикоиды – гормоны коркового слоя надпочечных желез: кортизол (гидрокортизон) и кортикостерон, усиливают глюконеогенез.

Глюконеогенез – процесс биосинтеза глюкозы и восстановления полисахаридов в тканях организма из веществ неуглеводной природы: глицерина, лактата, аминокислот и др. Наблюдается при углеводном голодании или продолжительной физической работе..

Гомеостаз (от греч. *hómoios* – подобный, *stásis* – состояние) – постоянство состава внутренней среды организма, относительная стабильность биохимических показателей метаболизма.

Гормоны (от греч. *hormáō* – возбуждаю, привожу в движение) – биологически активные органические соединения, которые синтезируются в железах внутренней секреции и регулируют обмен веществ и функции организма.

Гормон роста – см. соматотропин

Гормоны (тканевые) – биологически активные вещества, вырабатываемые в некоторых тканях и оказывающие регуляторное действие.

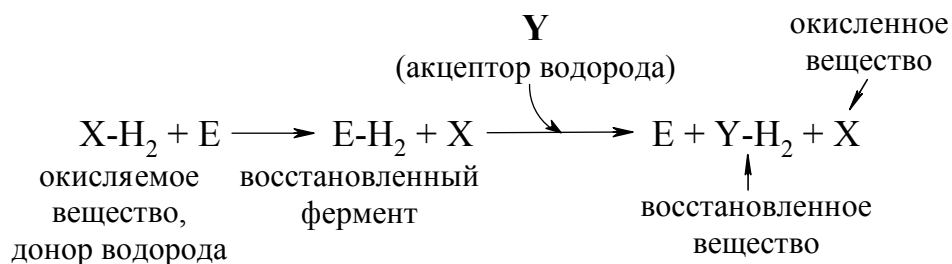
Гуанин – см. азотистые основания.

Гуанозин – нуклеозид, состоящий из гуанина и рибозы.

Д

Двигательная единица – мотонейрон, его аксон и мышечные волокна, иннервируемые этим аксоном, а так же синапсы концевых веточек аксона.

Дегидрогеназы (трансдегидрогеназы) – ферменты, относящиеся к классу оксидоредуктаз. Катализируют отнятие водорода от окисляемого субстрата и перенос его на вещество-акцептор.



Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) – хранитель наследственной информации в организме. Информация зашифрована в последовательности мононуклеотидов. Реализуется в процессе биосинтеза белков с помощью РНК.

Декарбоксилирование – отнятие карбоксильной группы от органических кислот в виде CO_2 .

Декстрины – продукты неполного гидролиза крахмала, относящиеся к полисахаридам.

Депонирование углеводов (от франц. *dépôt* – склад, хранилище) – отложение в печени и скелетных мышцах глюкозы в виде гликогена, который является основным энергетическим запасом углеводов в организме.

Дилятация (от лат. *dilato* – расширять) – расширение, увеличение объёма.

Дисахариды – углеводы, состоящие из двух молекул моносахаридов. Основные представители – сахароза, лактоза, мальтоза.

Диспротеинемия – изменение соотношения между фракциями белков плааааазмы крови.

Диссимиляция (катаболизм) (от лат. *dissimilis* – несходный) – совокупность биохимических реакций, обеспечивающих распад веществ, извлечение из них энергии и выделение продуктов распада во внешнюю среду.

Дисульфидная связь (S-S) – одна из связей, стабилизирующих третичную структуру белковой молекулы; образуются за счёт двух молекул цистеина с потерей двух атомов водорода.

Диуретики – мочегонные средства. Использование спортсменами для сгонки веса может привести к нарушению баланса минеральных ионов по причине их потери с мочой.

Допинги – фармакологические препараты, искусственно повышающие физическую работоспособность. К запрещённым (допинговым) классам веществ относят следующие: **стимуляторы, наркотики, анаболические вещества, диуретики, пептидные и гликопротеиновые гормоны и их аналоги**. К запрещённым методам относятся: **кровавый допинг**, а также фармацевтические, химические и физические манипуляции, направленные на скрытие применения запрещённых средств и методов.

Дыхание – совокупность физиологических процессов, в результате которых происходит потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа.

Дыхание тканевое (клеточное) – процессы окислительного распада углеводов, липидов, белков и др. органических веществ до CO_2 и H_2O , с аккумуляцией энергии в АТФ.

Дыхательная цепь – строго упорядоченная система окислительно-восстановительных ферментов и переносчиков электронов. Синоним: электрон-транспортная цепь. Локализована на внутренних мембранах митохондрий. Переносом водорода и электронов по дыхательной цепи заканчивается процесс биологического окисления веществ с участием кислорода

с образованием воды. Энергия, выделяющаяся при окислении переносчиков, аккумулируется в молекулах АТФ или рассеивается в виде тепла.

Дыхательный контроль – повышение активности тканевого дыхания при возрастании в клетке концентрации АДФ в результате распада АТФ. Вместе с тем, недостаток АДФ может ограничивать скорость аэробного фосфорилирования.

Дыхательный коэффициент (ДК) – соотношение объёма выделенного углекислого газа к объёму потреблённого кислорода. При использовании углеводов, как дыхательного субстрата, ДК равен 1. При использовании жиров и белков – меньше 1, при нагрузках гликолитической направленности ДК может быть больше 1, вследствие нейтрализации лактата бикарбонатами и выделении «неметаболической» (Excess CO₂) углекислоты.

Ё

Ёмкость (биоэнергетических процессов) – общее количество энергии, освобождаемой в биоэнергетическом процессе; метаболическая емкость – общее количество АТФ, которое может быть получено в данном механизме ресинтеза. От ёмкости зависит объём выполняемой работы, т.е. выносливость.

Ж

Желчные кислоты – вещества стероидной природы, образующиеся в печени. В составе жёлчи поступают в кишечник, эмульгируют жиры, активируют липазы, способствуют всасыванию жирных кислот.

Жирные кислоты – карбоновые кислоты, содержащие относительно длинную углеводородную цепь и карбоксильную группу: – COOH. Насыщенные – твёрдые, преобладают в животных жирах, ненасыщенные – жидкие, преобладают в растительных жирах.

Жировая инфильтрация печени – накопление жира в клетках печени, что резко ослабляет её функции.

Жиры нейтральные (триглицериды) – не растворяющиеся в воде липиды, образованные высокомолекулярными жирными кислотами и трехатомным спиртом глицерином. Депонируются в жировой ткани организма и представляют резервный жир, который используется как энергетический

субстрат. Выполняют также защитную, терморегуляторную, структурную функции.

З

Зоны относительной физиологической мощности (по В.С.Фарфелю) – классификационная характеристика циклических видов спортивной деятельности. В основу положена зависимость между мощностью работы и длительностью ее выполнения. Зона максимальной мощности (предельное время работы до 20-30сек), субмаксимальной – до 3-5мин, большой – до 40мин и умеренной – до 2ч и более.

И

Изомеразы – класс ферментов, катализирующих взаимопревращения изомеров.

Изоферменты – ферменты, обладающие сходной химической или функциональной активностью, но различающиеся по строению и физическим свойствам.

Иммуноглобулины – (см. антитела)

Ингибирование ферментов (от лат. *inhibeo* – сдерживаю) – снижение активности ферментов, снижение скорости или прекращение реакции под влиянием веществ – ингибиторов. Часто это – метаболиты или продукты реакции.

Инозит – циклический шестиатомный спирт, витаминоподобное вещество; входит в состав фосфолипидов, регулирует липидный и углеводный обмен. В медицинской и спортивной практике используется как препарат фитин.

Инсулин – гормон, синтезируемый β -клетками поджелудочной железы, который регулирует углеводный обмен путем усиления проникновения глюкозы в ткани, что приводит к снижению концентрации ее в крови, а также обмен жиров и белков. При недостаточном синтезе инсулина развивается заболевание “сахарный диабет”.

Интерорецепторы – рецепторные образования, воспринимающие изменения внутренней среды.

Инулин – резервный полисахарид, в большом количестве (до 10-16% от общей массы) содержится в клубнях топинамбура (земляной груши), георгина, корневищах одуванчика и др. растений. По составу относится к *полифруктозидам*, т.к. его молекула на 95% состоит из β -D-фруктозы. Цепь моносахаридов линейная, связи между β -D-фруктозой и α -D-глюкозой (2 \rightarrow 1), так же, как в сахарозе. В воде, как и другие полисахариды, даёт суспензию при обычной температуре и сладковатый коллоидный раствор – при нагревании.

К

Калорический коэффициент – количество энергии, которое освобождается при сгорании 1 г вещества (1г белка – 4,1ккал; 1г углеводов – 4,1ккал; 1г жира – 9,3ккал).

Калорический эквивалент кислорода – то количество энергии, которое освобождается при использовании 1л O₂ для окисления субстрата (белки – 4,60ккал, жиры – 4,69ккал, углеводы – 5,05ккал).

Кальсеквестрин – белок, связывающий Ca²⁺ в цистернах саркоплазматического ретикулума.

Кальцитонин (тиреокальцитонин)– гормон белковой природы, синтезируется в щитовидной железе. Снижает уровень кальция в плазме крови.

Кальциферол (витамин Д, антирахитический) – по химической природе относится к стероидам. Регулирует усвоение кальция, способствуя его всасыванию в кишечнике, транспорту кровью, включению в состав костной ткани. Авитаминоз у детей проявляется заболеванием рахитом, у взрослых – остеопорозом.

Карбоангидраза – фермент, катализирующий синтез и расщепление угольной кислоты с выделением углекислого газа из организма.

Карбогидразы – ферменты класса гидролаз, расщепляют поли- и олигосахариды до моносахаридов.

Карбоксигемоглобин – соединение гемоглобина с углекислым газом.

Карнозин – дипептид, состоит из бета-аланина и L- гистидина. Входит в состав мышечных клеток. Функции - см. ансерин.

Карнитин – переносчик жирных кислот через мембрану митохондрий для последующего их окисления. Применяется спортсменами для повышения аэробной работоспособности.

Катаболизм (от греч. *katabolē* – разрушение) – см. диссимиляция.

Каталаза – фермент, катализирующий реакцию расщепление пероксида водорода ($H_2 O_2$), который образуется при окислении органических веществ в тканях и является токсичным.

Катализаторы – вещества, изменяющие скорость химической реакции, но сами при этом остающиеся без изменений. Биологические катализаторы - ферменты; все они - простые или сложные белки.

Катепсины – тканевые протеиназы; относятся к классу гидролаз, расщепляют белки, содержатся в лизосомах.

Катехоламины – группа биологически активных веществ: гормоны и нейромедиаторы – адреналин и норадреналин, а также предшественники их синтеза.

Кетогенез – образование в печени кетоновых тел.

Кетогенные аминокислоты – аминокислоты, из которых могут в процессе обмена образоваться кетоновые тела(см. кетоновые тела, гликогенные аминокислоты).

Кетоновые тела – побочные продукты распада липидов и некоторых аминокислот: ацетоуксусная, ацетомасляная кислоты, ацетон. Образуются в печени; при избытке могут выделяться с мочой (**кетонурия**).

Кислородный дефицит – разница между кислородным запросом и реальным потреблением кислорода в период работы.

Кислородный долг – избыточное потребление кислорода в восстановительный период сверх дорабочего уровня. Различают два компонента O_2 долга: а) быстрый (алактатный) б) медленный (лактатный).

Кислородный приход – суммарное количество кислорода, потреблённого сверх уровня покоя при выполнении физической нагрузки. Используется как критерий аэробной ёмкости в тестировании работоспособности спортсменов при выполнении аэробных нагрузок.

Кислородтранспортная система – система обеспечения организма кислородом (поступление, транспорт, утилизация). Включает систему внешнего дыхания, сердечнососудистую, кровь и исполнительные органы.

Кислородная ёмкость крови – максимальное количество кислорода, которое может быть связано со 100 мл крови.

Кислотно–основное равновесие (КОР)(синоним: кислотно-щелочное состояние) – относительное постоянство водородного показателя (рН) внутренней среды организма; обеспечивается буферными и физиологическими системами. При мышечной деятельности возможны изменения КОР (см. ацидоз).

Комплемент – сложная ферментативная система крови, вызывающая разрушение чужеродных клеток.

Комплементарность(от лат.complementum) – принцип соответствия (дополнительности) азотистых оснований в двойной спирали ДНК и в транскрипции и трансляции. Комплементарные пары: аденин – тимин или аденин – урацил и гуанин – цитозин.

Композиция мышц – процентное соотношение быстрых и медленных мышечных волокон, составляющих данную мышцу. Выделяют два типа быстрых волокон: быстрые окислительные и быстрые гликолитические. Медленные волокна приспособлены к длительным, не сильным повторным сокращениям с аэробным типом энергообеспечения (выносливость), быстрые – фазные, обеспечивают быстрые и мощные сокращения (скоростно-силовой тип).

Константы биологические – количественные показатели, характеризующие нормальное состояние организма.

Кофермент – небелковая часть сложных ферментов, прочно связанная с белком, способная диссоциировать после проведения катализируемой реакции. В роли коферментов часто выступают производные витаминов.

Кофермент А (КоА) – кофермент ацилирования, т.е. переноса «ацилов»-остатков карбоновых кислот. В частности, жирные кислоты подвергаются окислительному распаду (β -окислению) в виде своих ацилКоА.

Коэффициент утилизации кислорода – количество кислорода (в процентах от общего содержания его в артериальной крови), которое получают ткани.

Креатин – предшественник в синтезе креатинфосфата. Образуется из аминокислот аргинина, глицина, метионина и даёт креатинфосфат при взаимодействии с АТФ.

Креатинин – продукт распада креатина (креатинфосфата) в скелетной мышце; суточное выделение креатинина прямо пропорционально мышечной массе.

Креатинфосфат – макроэргическое соединение, используемое для быстрого восстановления (ресинтеза) АТФ в мышцах и других тканях организма; поддерживает относительное постоянство уровня АТФ в клетках (служит энергетическим буфером).

Критерии биоэнергетические – см. “мощность”, “ёмкость”, “подвижность”, “эффективность”.

Критическая мощность мышечной работы – мощность работы, при которой достигается максимальная скорость аэробных процессов и максимальный уровень потребления кислорода(МПК),

Кумулятивный тренировочный эффект – комплекс биологических и физиологических изменений, накапливающихся в организме в результате регулярных тренировок (см. срочный и отставленный эффект).

Л

Лактат (молочная кислота) – конечный продукт анаэробного окисления углеводов – гликолиза.

Лактатдегидрогеназа – фермент, катализирующий окислительно-восстановительные превращения лактата в пируват и обратно.

Лактатный кислородный долг (медленная фаза кислородного долга) – объём кислорода в общем кислородном долге (см. кислородный долг), используемый на послерабочее устранение молочной кислоты из крови и тканевых жидкостей, поддержание усиленной деятельности дыхательной и сердечнососудистой систем организма, восстановление запасов O_2 и т.п.

Лиазы – ферменты, катализирующие распад сложных органических веществ до более простых без участия воды (в отличие от гидролаз) по схеме: $AB \rightarrow A+B$.

Либерины (соматолиберины) – см. рилизинг-факторы.

Лигазы(синтетазы) – класс ферментов, катализирующих реакции синтеза сложных органических веществ из простых с использованием энергии АТФ,

Лизоцим – белок, фермент, создающий антибактериальный барьер организма при контакте с внешней средой. Входит в состав слез и слюны.

Лизис (от греч. lysis – разложение, распад) – разрыв клеточной оболочки клетки и её гибель.

Липазы (от греч. lipos – жир) – ферменты класса гидролаз, катализирующие распад жиров.

Липогенез – образование жиров; главный источник – углеводы; органы липогенеза – жировая ткань, печень, лёгкие, молочные железы.

Липолиз – распад жиров, мобилизация глицерина и жирных кислот.

Липопротеины – комплексы липидов с белками; представляют собой шаровидные агрегаты, состоящие из ядра, образованного неполярными липидами (триглицеридами и эфирами холестерина) и оболочки, состоящей из амфифильных липидов (фосфолипидов и холестерина). Различаются по составу, размеру частиц и плотности.

Липопротеины высокой плотности (ЛПВП) – осуществляют транспорт холестерина от клеток периферических органов (в том числе, сосудов сердца, артерий мозга) в печень, где холестерол превращается в жёлчные кислоты и выводится из организма. Содержат около 20% холестерина.

Липопротеины низкой плотности (ЛПНП) – основная транспортная форма холестерина (и его эфиров). Содержат 40-45% холестерина. Относятся к бета-липопротеинам. Считается, что показатель ЛПНП больше коррелирует с риском атеросклероза, т. к. обеспечивает приток холестерина к сосудам и органам.

Липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП) – содержат более 45% холестерина; транспортируют холестерин от печени к периферическим органам. Вместе с ЛПНП при избытке холестерина откладываются в составе атеросклеротических бляшек.

Липотропные вещества (от греч. lipos – жир и tropos – направление) – вещества, способствующие распаду жиров; наиболее активные из них: аминокислоты метионин и серин, аминокислота холин, лецитин, пангамовая кислота (витамин В₁₅), ненасыщенные жирные кислоты.

Локальные упражнения – упражнения, в осуществлении которых принимает участие менее 1/3 всей мышечной массы (стрельба из лука и пистолета и др.).

М

Макроэргические соединения (макроэрги) – высокоэнергетические соединения, имеющие химические связи, при разрыве которых выделяется свободная энергия (см. АТФ, креатинфосфат).

Максимальный кислородный долг (МКД) – максимальное количество потребленного кислорода в восстановительный период сверх уровня покоя: характеризует анаэробную производительность организма, способность выполнять более мощную работу в анаэробных условиях.

Максимальное потребление кислорода (МПК) – характеризует максимальную скорость потребления кислорода; является показателем аэробных возможностей организма; чем выше МПК, тем больше аэробные возможности организма.

Медиаторы (от лат. mediator – посредник) – вещества, образующиеся в клетках под воздействием нервных импульсов или гормонов и передающие их воздействие на другие клетки или внутриклеточные процессы. Основные из них – норадреналин, ацетилхолин, циклический АМФ.

Меланины – пигменты коричневого и черного цвета, окрашивающие волосы и кожу человека и животных.

Метаболизм (обмен веществ) (от греч. metabolē – превращение) – комплекс биохимических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление в организм веществ из окружающей среды, усвоение их, превращение в тканях, выведение продуктов обмена (метаболитов) из организма во внешнюю среду.

Минералокортикоиды – гормоны коркового слоя надпочечных желез (альдостерон); регулируют обмен воды и минеральных ионов. При недостатке минералокортикоидов происходит обезвоживание организма.

Минутный объём кровотока или **сердечный выброс** – объём крови, выбрасываемый каждым желудочком в течение одной минуты. $МОК = CO \times ЧСС$; где МОК минутный объём крови, CO – систолический объём, ЧСС – частота сердечных сокращений.

Минутный объём дыхания или **минутная вентиляция** – объём воздуха, который проходит через легкие за минуту; зависит от частоты и глубины дыхания.

Миобласт – молодая одноядерная, большей частью веретеновидная мышечная клетка. Из миобласта в процессе зародышевого развития у позвоночных образуются симпласты – многоядерные поперечнополосатые мышечные волокна.

Миоглобин – железосодержащий белок мышц, по химическому строению и функциям близок к гемоглобину крови. Связывает кислород и транспортирует его в мышцах к местам использования.

Миозин – миофибриллярный сократительный белок мышц. Обладает АТФ-азной активностью. Количество его в мышцах влияет на скоростно-силовые качества человека.

Миокиназа – см. аденилаткиназа.

Миофибриллы – сократительные органоиды мышечного волокна; состоят из толстых и тонких протофибрилл (миофиламентов).

Миофиламенты (протофибриллы) – “пучки“ белковых молекул разного диаметра и состава. Толстые миофиламенты образованы миозином, тонкие – актином и другими белками.

Миоцит – мышечная клетка. Различают гладкий миоцит, или гладкомышечную клетку и сердечный миоцит, или сердечную мышечную клетку. Иногда миоцитом неправильно называют симпласты поперечно-полосатой мышечной ткани.

Моносахариды ($C_nH_{2n}O_n$) – (от греч. *mónos* – один, единственный) подкласс углеводов, не вступающих в реакцию гидролиза (например: глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза, галактоза); могут содержать от 2 до 7 углеродных атомов. Выполняют энергетическую функцию в организме и служат мономерами полисахаридов.

Мочевая кислота – продукт распада пуриновых азотистых оснований; образуется в печени; по уровню мочевой кислоты судят о скорости распада нуклеиновых кислот.

Мочевина – конечный продукт распада белков, образуется в печени. Биологический смысл – обезвреживание аммиака (см. орнитинный цикл).

Мощность (биоэнергетический критерий) – скорость энергопродукции, т. е. количество энергии, освобождающейся в единицу времени в биоэнергетическом процессе.

Мощность максимальная (биоэнергетический критерий) – наибольшая скорость освобождения энергии, используемой для ресинтеза АТФ в том или ином процессе (наибольшее количество АТФ, ресинтезируемое в единицу времени).

Мощность работы – количество работы в единицу времени. Определяется в ваттах, кг.м/мин, метрах в секунду, килограммах, джоулях.

Мощность физиологическая – степень ответной реакции организма на данную физическую нагрузку. Определяется величиной ЧСС, ЧД, АД, скоростью потребления кислорода и т.п.

Мукополисахариды (от лат. *mukos*-слизь) – кислые гетерополисахариды). Это - полисахариды животных тканей, сильно гидратированные, желеподобные вещества, имеющие отрицательный заряд. Содержатся в тканях и слизях преимущественно не в свободном состоянии, а связаны с белками. Их (смешанные) макромолекулы называются *протеогликанами* или *глюкозаминпротеогликанами*. Представители: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты, кератансульфаты, гепарины.

Мультиферментные системы (от лат. *multium* – много) – такие системы ферментов, которые работают как "конвейер", т.е. субстрат вступает не в одну, а в несколько реакций, причём продукт одной реакции служит субстратом для другой

Н

Небулин – белок миофибрилл, удерживающий тонкие протофибриллы.

Нейрогормоны – гормоноподобные соединения, выделяемые некоторыми нейронами в систему кровообращения (см. рилизинг-факторы, вазопрессин, окситоцин).

Нейропептиды – пептиды, образующиеся в ЦНС или периферической нервной системе и регулирующие функции человека: болевую чувствительность, сон – бодрствование, половое поведение, вегетативные реакции (см. энкефалины, эндорфины).

Никотиновая кислота (витаминРР, ниацин) – витамин, авитаминоз которого проявляется в заболевании «пеллагра». Действие никотиновой кислоты основано на том, что её амид входит в состав ферментов, катализирующих реакции биологического окисления (см. НАД и НАДФ).

Никотинамидадениндинуклеотид (НАД) – кофермент дегидрогеназ, катализирующих отнятие водорода от субстратов, как начало биологического окисления, сопровождающегося запасанием энергии.

Никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ) – см.НАД. Отличается от НАД присутствием ещё одной фосфатной группировки.

Норадреналин – гормон мозгового слоя надпочечных желез.

Нуклеозиды – сложные вещества, состоящие из азотистого основания и углевода рибозы, соединённых N – гликозидной связью. Нуклеозиды, имеющие в своём составе дезоксирибозу вместо рибозы, называются **дезоксирибонуклеозидами**.

Нуклеотиды (мононуклеотиды) – мономеры нуклеиновых кислот; каждый состоит из азотистого основания, пятиуглеродного моносахарида (рибозы или дезоксирибозы) и фосфорной кислоты. Свободные мононуклеотиды могут быть нуклеозидмоно-, ди- и трифосфатами. Кроме нуклеиновых кислот, входят в состав динуклеотидов(см. НАД, НАДФ, ФАД).См. также ЦАМФ, ФМН.

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) – высокомолекулярные полимеры, мономерами которых служат мононуклеотиды. ДНК хранит наследственную информацию в определённой последовательности мононуклеотидов, РНК обеспечивают реализацию этой информации в процессе биосинтеза белков.

О

Обмен веществ – (см. метаболизм).

Окислительное фосфорилирование – образование АТФ из АДФ в митохондриях за счёт энергии переноса водорода и электронов по электрон-транспортной цепи.

Оксидазы – ферменты, относящиеся к классу оксидоредуктаз. Катализируют перенос водорода (или электронов) на кислород (O_2).

Оксигеназы – ферменты, относящиеся к классу оксидоредуктаз. Катализируют окисление веществ путём включения кислорода в состав субстрата; если включается 1 атом кислорода, употребляется термин "монооксигеназа", если включается молекула O_2 – "диоксигеназа".

Оксидоредуктазы – класс ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции.

Оксигемоглобин – соединение гемоглобина с кислородом.

Окситоцин – гормон задней доли гипофиза, регулирующий сокращение гладкой мускулатуры, особенно матки и молочных желез, стимулируя роды и выделение молока, полипептид.

Олигопептиды – пептидные цепи небольшой длины, содержащие не более 50 аминокислотных остатков (M_r до 6000). Многие из них являются биологически активными молекулами (см. ансерин, вазопрессин, глутатион, окситоцин).

Олигосахариды – углеводы, имеющие от двух до десяти остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Наиболее распространены в живых объектах дисахариды: лактоза (молочный сахар), мальтоза (солодовый сахар), сахароза (тростниковый или свекловичный сахар), трегалоза (грибной сахар), целлобиоза (дисахаридный блок клетчатки), раффиноза (трисахарид). Олигосахариды по составу представляют собой гомополисахариды или гетерополисахариды.

Орнитинный цикл – циклический процесс связывания (обезвреживания) аммиака с образованием мочевины. Происходит в печени, требует энергии АТФ.

Оротовая кислота – предшественник в синтезе пиримидиновых нуклеотидов. Стимулирует анаболические процессы в организме. В виде соли оротата калия применяется в спортивной практике и при заболеваниях печени, сердца, анемиях.

Отставленный тренировочный эффект – комплекс биохимических и физиологических изменений, наблюдающихся в период оставленного восстановления (в ближайшие дни после тренировок). Накапливаясь, эти изменения дают кумулятивный эффект

II

Пангамовая кислота (витамин В₁₅) – липотропный фактор; способствует образованию креатинфосфата, активирует окислительные процессы, оказывает детоксицирующее действие при отравлении наркотиками и другими веществами. В спорте используется для повышения скоростных способностей.

Пантотеновая кислота (витамин В₃) – входит в состав кофермента ацилирования(кофермента А), участвующего в активировании пировиноградной кислоты, жирных кислот, т.е. в окислительных процессах.

Пектины (полиурониды) – сложные эфиры полигалактуроновой кислоты и метилового спирта. Полиурониды состоят главным образом из остатков галактуроновой кислоты, соединенных α -(1→4)-гликозидной связью. Пектиновые вещества широко распространены в растениях, особенно в плодах и овощах. Представлены тремя химическими модификациями: пектиновая кислота, пектин и протопектины. Находят широкое применение в кондитерской промышленности для изготовления желе, джема, зефира, мармелада, начинок для карамели и т.п.

Пепсин – фермент, катализирующий гидролиз белков; вырабатывается в желудке в виде неактивного профермента, активируется соляной кислотой.

Пептидная связь (кислотоамидная) – связь между аминокислотами в первичной структуре полипептидов и белков. Образуется за счёт карбоксильной группы одной аминокислоты и аминогруппы другой аминокислоты. Имеет вид: -CO-NH-

Первичная структура белка – цепь аминокислот, связанных пептидными связями в последовательности, уникальной для данного белка, обусловленной генетической информацией.

Переаминирование(трансаминирование) – реакция в обмене аминокислот: перенос аминогруппы от аминокислоты к акцептору; в роли акцепторов чаще всего выступают кетокислоты, в роли доноров аминогруппы – аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

Перекисное окисление липидов(ПОЛ) – окисление ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов клеточных мембран. Условием подобного окисления служит образование активных форм кислорода, так называемых свободных радикалов.

Перетренированность – состояние после нагрузок очень большой интенсивности и продолжительности, несоответствующих функциональным резервам организма. Проявляется в снижении работоспособности, ухудшении биохимических и физиологических показателей.

Пировиноградная кислота ($C_3H_4O_2$, пируват) – промежуточный продукт внутриклеточного окисления углеводов в аэробных и анаэробных условиях.

Пиридоксин(витамин В₆) существует в форме пиридоксальфосфата и пиридоксамина, участвует в переаминировании аминокислот.

«Подвижность» – критерий биоэнергетических процессов: время от начала работы, в течение которого процесс достигает максимальной скорости.

Полиненасыщенные жирные кислоты – жирные кислоты, имеющие двойные связи. По положению ненасыщенных связей по отношению к последнему (омега) углеродному атому различают: 1) омега – 9 олеиновую;

2)омега -3,6,9линоленовую; 3)омега – 6,9 линолевую; 4)омега –6,9,12.15 арахидоновую. Для человека – незаменимые. Входят в состав жидких липоидов, растворяют и выводят холестерин, препятствуют агрегации эритроцитов, арахидоновая кислота – предшественник эйкозаноидов.

Полисахариды ($C_5H_{10}O_5$)_n (от греч. πολύς – многий, обширный) – высокомолекулярные сложные углеводы; образуются из большого количества моносахаридов; в организме играют энергетическую роль; депонируются в печени и скелетных мышцах в виде гликогена, в растениях – в виде крахмала. Помимо запасных, распространены структурные полисахариды(см. мукополисахариды).

Порог анаэробного обмена (ПАНО) – мощность упражнений, при которой резко усиливаются анаэробные процессы энергообеспечения мышц; при этом содержание лактата в крови достигает 4ммоль/л. См. анаэробный порог.

Потенциал покоя – разность потенциалов на наружной и внутренней поверхности клеточной мембраны возбудимых тканей в условиях физиологического покоя.

Потенциал действия – потенциал, возникающий при достижении критического уровня деполяризации мембраны под воздействием раздражения строго определенной силы.

Пресинаптическая мембрана – концевая часть аксона нейрона.

Простагландины (от простата – предстательная железа) – группа «тканевых гормонов», которые образуются из ненасыщенных жирных кислот. Активные регуляторы обменных и физиологических процессов. Используются в медицине для расширения сосудов (расслабляют мышцы бронхов, прерывают беременность).

Протеинурия – появление белка в моче.

Протеолитические ферменты (протеазы) – ферменты, катализирующие расщепление белков и полипептидов.

Протромбин – белок крови, превращающийся в тромбин при свёртывании крови.

Проферменты – предшественники ферментов; вырабатываются клеткой в неактивном состоянии, начинают катализ при наличии активатора.

Психостимуляторы – фармакологические средства, стимулирующие центральную нервную, сердечнососудистую и дыхательную систему, вследствие чего повышается работоспособность. Запрещены к применению как допинги в силу возможной опасности для здоровья.

Р

Разобщение окисления и фосфорилирования – состояние в митохондриях, когда процесс окисления и выделения свободной энергии протекает, а синтез АТФ не происходит. Возможно при воздействии некоторых веществ, при нарушении структуры внутренних мембран митохондрий (например, при интенсивной физической работе) и т.п.

Редупликация – процесс самоудвоения ДНК путём образования «копий» с обеих цепей подбором комплементарных мононуклеотидов.

Репликация – процесс синтеза РНК путём «подбора» нуклеотидов, комплементарных генам ДНК. В геноме ДНК заложена информация о синтезе всех РНК.

Ресинтез АТФ – быстрое восстановление (образование, синтез) АТФ из АДФ, H_3PO_4 с использованием энергии, которую могут давать высокоэнергетические вещества или реакции биологического окисления.

Ретинол (витамин А) – жирорастворимый витамин, производное каротиноидов. Входит в состав зрительного пурпура, отвечает за остроту зрения, участвует в регуляции роста.

Рецепторы (от лат. receptor – принимающий) – специальные чувствительные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней или внутренней среды организма и передающие информацию о действующем раздражителе в нервную систему или в метаболические процессы.

Рибонуклеиновые кислоты – полинуклеотиды, содержащие рибозу. Есть три функциональных типов РНК: информационные, транспортные, рибосомные.

РНК информационные (и-РНК) – копируют гены ДНК по принципу комплементарности, тем самым «списывая» наследственную информацию.

РНК рибосомные (р-РНК) – образуют с белками структуру рибосом.

РНК транспортные (т-РНК) – с помощью фермента присоединяют соответствующие аминокислоты, переносят их в рибосомы, своим антикодоном «узнают» кодоны и-РНК, т.е. расшифровывают информацию.

Рибофлавин (витамин В₂) – входит в состав коферментов дегидрогеназ, называемых флавиновыми (см. ФАД и ФМН). Авитаминоз проявляется в виде воспалительных процессов слизистых ротовой полости, глаз, а также судорогами и параличами.

Рилизинг-факторы – нейrogормоны, выделяемые гипоталамусом; в передней доле гипофиза возбуждают (либерины) или тормозят (статины) выработку гормонов гипофиза.

С

Сарколемма (от греч. sarkos – мясо и lemma – кожица) – двухслойная липопротеидная тонкая эластичная мембрана мышечного волокна.

Саркоплазма – внутреннее содержимое мышечного волокна. Коллоидный раствор, содержащий белки, гликоген, жировые капли и другие включения.

Саркомер – участок миофибриллы между двумя Z – мембранами; сократительный элемент миофибриллы. Их количество и длина в мышце определяет скоростно-силовые качества спортсмена.

Саркоплазматический матрикс – жидкость, в которую погружены органоиды клетки; в ней находятся растворимые белки, гранулы гликогена, капельки жира, фосфорсодержащие вещества и ионы.

Саркоплазматический ретикулум (CP,SR) – замкнутая система внутренних клеточных мембран, трубочек и цистерн, расположенных между миофибриллами; играет важную роль в передаче возбуждения от сарколеммы к миофибриллам. Содержит ионы (Ca^{2+}) в цистернах, рибосомы.

Саркосомы – митохондрии мышечных клеток.

Сбалансированное питание – рацион, соответствующий по калорийности энергетическим затратам и обеспечивающий потребности по основным питательным веществам: белкам, углеводам, липидам, витаминам и минералам.

Свободные радикалы (оксиданты) – активные формы кислорода: O_2^- , HO_2^- , H_2O_2 , HO^\cdot . Обладают высокой окислительной активностью, могут повреждать клеточные белки, липиды, нуклеиновые кислоты. Такое окисление называется свободнорадикальным.

Сверхотягощение – принцип дозирования тренировочных нагрузок. Основан на том, что адаптивные изменения вызываются только нагрузками, значительно превышающими пороговые. Пороговые – это те, которые могут вызвать изменения тренируемой функции.

Синапс – структурное образование, обеспечивающее передачу возбуждения с одной нервной клетки на другую или с нервного волокна на эффектор. Места контакта нейрона с другим нейроном или с эффектором.

Синапс возбуждающий (холиэнергетический) – в синаптических пузырьках находится медиатор, вызывающий возбуждение (ацетилхолин, норадреналин).

Синапс тормозящий (адренэргический) – в синаптических пузырьках находится медиатор, вызывающий торможение (ГАМК – гамма-аминомасляная кислота).

Синапс нервно-мышечный – место контакта аксона мотонейрона с мышечным волокном.

Синаптические пузырьки – пузырьки, содержащие медиатор, расположены в синаптической “пуговке”.

Синаптическая щель – пространство между пресинаптической и постсинаптической мембранами.

Соматолиберины – см. рилизингфакторы.

Соматостатины – см. рилизингфакторы.

Соматотропин(гормон роста) – гормон передней доли гипофиза, ускоряет процесс биосинтеза белков, рост и дифференциацию тканей.

Срочное восстановление – фаза восстановительного периода, характеризующаяся оплатой алактатной фазы кислородного долга; энергия окисления используется в основном на восстановление запасов креатинфосфата. Продолжается до 0,5 часа.

Срочный тренировочный эффект – совокупность биохимических и физиологических изменений, вызванных физической нагрузкой; проявляется в период срочного восстановления (см. отставленный и кумулятивный эффект).

Статины – см. рилизинг-факторы.

Стероиды - сложные эфиры стеринов и жирных кислот; спиртовая группа при С-3 этерифицирована жирной кислотой с длинной цепью. Представителями природных стероидов являются:1)фитостерины – стероиды растительного происхождения; 2)витамины Д (антирахитические); 3)стероидные гормоны;4)желчные кислоты. Синтетические анаболические стероиды применяются в терапии различных заболеваний, запрещены как допинги.

Стресс (от англ. stress – напряжение) – напряжённое состояние, возникающее у человека или животного под влиянием сильных внешних раздражителей.

Субстратное фосфорилирование – образование АТФ путем ферментативного переноса фосфата с окисляемого субстрата на АДФ, за счет энергии дегидрирования или другого преобразования субстрата.

Суперкомпенсация (сверхвосстановление) (от лат. super – сверху, над) – восстановление энергетических источников и других метаболических и функциональных ресурсов выше дорабочего уровня в определенный период отдыха после физической работы.

Т

Теория скольжения – скольжение тонких актиновых нитей в промежутках между миозиновыми под действием продольной тяги поперечных мостиков.

Тестостерон – основной представитель мужских половых гормонов (андрогенов). Влияет на развитие вторичных половых признаков, усиливает биосинтез белка в мышцах (анаболическое действие).

Тиамин (витамин В₁) синоним: антиполиневритный – входит в состав ферментного комплекса, катализирующего превращение пировиноградной кислоты по пути аэробного распада (превращение в ацетил-КоА). Авитаминоз проявляется в нарушении процесса проведения нервных импульсов, дегенерации нервов, параличах.

Тирозин $(\text{OH})\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ – аминокислота циклического строения, входит в состав многих белков (казеина, инсулина и др.). Участвует в синтезе гормонов щитовидной железы и катехоламинов.

Тироксин – гормон щитовидной железы, производное тироксина, содержит иод, регулирует основной обмен.

Титин – белок миофибрилл, удерживающий толстые протофибриллы.

Токоферолы (витамины Е), синоним антистерильные – жирорастворимые, активные антиоксиданты; регулируют биосинтез белка, оказывают анаболическое действие, усиливают тканевоедыхание. При авитаминозе нарушается детородная функция.

Трансаминирование – см. переаминирование.

Трансферазы – класс ферментов, катализирующих перенос отдельных атомов или группировок от одного вещества к другому.

Тренированность – уровень физической работоспособности, достигнутый в процессе систематических тренировочных воздействий на организм; проявление высокой специальной работоспособности.

Тропонин – Ca^{2+} -связывающий регуляторный белок миофибрилл. Связан с актином, блокирует центры контакта актина с миозином.

Тропомиозин – белок тонких протофибрилл, участвующий в регуляции сокращения и расслабления.

Т-трубочка – узкий канал саркоплазматической сети, проводящий импульсы внутрь мышечного волокна.

У

Убихинон (кофермент Q) – переносчик электронов к цитохромам в дыхательной цепи (см. электронтранспортную цепь).

Устойчивое состояние – состояние, при котором потребление кислорода, вслед за быстрым нарастанием в начале упражнений, устанавливается на определенном уровне и практически сохраняется неизменным на протяжении многих десятков минут. Данное состояние возможно в покое и при выполнении упражнений.

Устойчивое состояние «истинное»- устойчивое состояние, при котором имеется количественное соответствие между потребностью организма в кислороде и его удовлетворением (при аэробных упражнениях малой мощности).

Устойчивое состояние «ложное» – устойчивое состояние, при котором кислородный запрос не удовлетворяется кислородным потреблением (при интенсивных упражнениях анаэробной направленности).

Утомление – временное снижение работоспособности, вызванное выполнением физических упражнений и не всегда совпадающее с субъективным ощущением усталости.

Утилизация (от лат. utilis – полезный) – употребление с пользой.

Ф

Ферменты (энзимы) – белки сложного строения, направляющие и регулирующие обмен веществ в живых клетках. Как и белки, классифицируются по составу на простые (протеины, однокомпонентные) и протеиды (сложные, двухкомпонентные). Делятся на 6 классов по специфичности действия.

Феромоны – такие химические соединения, которые делают возможным общение между особями животных (от греч. pherein – переносить и hormone – возбуждать, стимулировать).

Флавинадениндинуклеотид(ФАД) – кофермент окислительно-восстановительных ферментов, так называемых флавиновых; содержит производное витамина В₂. Переносит водород от доноров к акцепторам; входит в состав цепи переноса электронов.

Флавиномононуклеотид(ФМН) – кофермент флавиновых ферментов. См. ФАД.

Фосфолипиды(фосфатиды) – подкласс липидов, молекулы которых состоят из спирта(глицерина или сфингозина), жирных кислот, фосфорной кислоты, какого либо аминок спирта; все компоненты связаны эфирными связями. Занимают большую долю среди липидов клеточных мембран.

Фосфорилирование – присоединение остатка фосфорной кислоты к органическим или неорганическим веществам; частный случай – аккумуляция химической энергии в связях АТФ в реакции: $АДФ + \Phi_H = АТФ$

Фосфолиз – расщепление гликогена или крахмала под действием фермента фосфоорилазы с образованием глюкозо-1-фосфата.

Функции – проявления жизнедеятельности, имеют приспособительное значение.

Функциональный эффект тренировки – усиление функциональных возможностей организма в целом или ведущих систем, обеспечивающих выполнение тренируемого упражнения, выражающийся в увеличении физических качеств, а также в повышении эффективности (экономичности) выполнения тренируемого вида мышечной деятельности.

Х

Хиломикроны – липопротеиновые частицы, в состав которых входят триглицериды (85-90%), фосфолипиды, триглицериды, белки (всего 0,5-2,5%). Хиломикроны синтезируются в кишечнике и транспортируют триглицериды в ткани.

Холинорецептор – белок постсинаптической мембраны, с которой взаимодействует ацетилхолин после освобождения из синаптических пузырьков.

Холестерол (холестерин) – представитель циклических спиртов – стероидов. Поступает в организм с пищей или синтезируется в печени. Используется в синтезе жёлчных кислот, стероидных гормонов, входит в мембраны клеток. Депонируется и транспортируется в виде эфиров жирных кислот (см. липопротеины, атеросклероз).

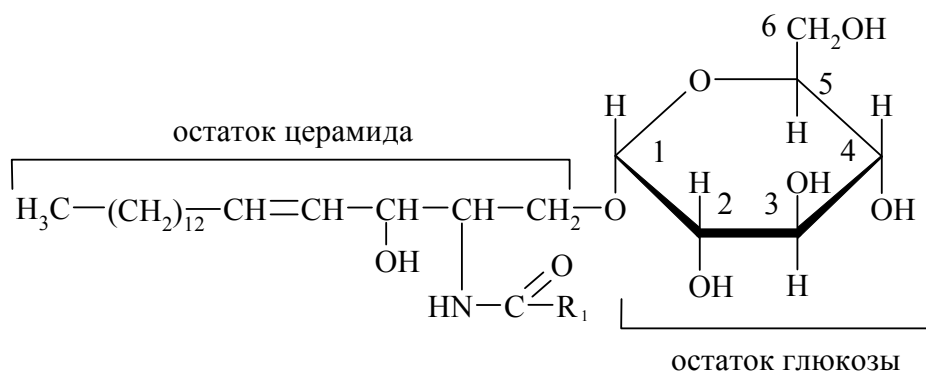
Хондроитин – полимер N-ацетил-D-галактозамина. Сходен с гиалуроновой кислотой, вместо D-глюкозы содержит D-галактозу. Хондроитин встречается в роговице глаза и некоторых других видах соединительной ткани.

Хондроитинсульфаты – гетерополисахариды, входящие в состав соединительных тканей. Различают А, В, С хондроитинсульфаты. Хондроитинсульфаты А и С состоят из эквимолярных количеств L-глюкуроновой кислоты, D-дезоксигалактозацетиламина и сульфата (остатка серной кислоты). В хондроитинсульфате В вместо L-глюкуроновой кислоты присутствует L – идуроновая кислота. Синоним его названия – дерматансульфат. Хондроитинсульфат А преобладает в хрящах, костной ткани, склере, аор-

те; С – в сухожилиях, коже, клапанах сердца.. Все хондроитин- и дермансульфаты образуют комплексы с белками.

Ц

Цереброзиды (от лат.cerebra-мозг) – сложные липиды; состоят из спирта церамида и глюкозы или галактозы: глюкоцереброзиды (глюкофинголипиды) или галактоцереброзиды (галактофинголипиды).



Особенно велико содержание цереброзидов в белом веществе мозга, в мембранах нервных клеток и, в частности, в миелиновой оболочке. Нарушение обмена цереброзидов у человека приводит к психическим заболеваниям.

Цианкобаламин (витамин В₁₂) – название связано с присутствием кобальта в составе витамина. Участвует в кроветворении, обладает липотропным действием.

Цикл Кребса (цикл ди – и трикарбоновых кислот, ЦТК, лимоннокислый цикл) – процесс, связывающий воедино превращения углеводов, жиров, белков. Непосредственно вовлекается в цикл ацетил-КоА, как универсальный промежуточный продукт обмена. ЦТК – аэробное звено обмена, продуктами которого служат углекислый газ и вода. Окисление 1 моля ацетил-КоА сопряжено с образованием 12 молей АТФ.

Цитохромы – гемсодержащие белки; в отличие от гемоглобина, переносят не кислород, а электроны. Известно 25–30 цитохромов, отличающихся структурой и свойствами. Участвуют в цепи переноса электронов в митохондриях.

Цитохромоксидаза (цитохром а₃) – последний переносчик в цепи цитохромов, осуществляющий перенос электронов непосредственно к кислороду.

Цитрат – лимонная кислота.

Э

Эйкозаноиды – липиды, производные арахидоновой кислоты; обладают чрезвычайно разносторонней физиологической активностью: регулируют сокращение гладкомышечных клеток (кровеносных сосудов, матки, бронхов), принимают участие в высвобождении продуктов внутриклеточного синтеза (НСI, гормонов, мукоидов), оказывают влияние на обмен в костной ткани, периферическую нервную систему, иммунную систему, передвижение лейкоцитов и тромбоцитов и т.д. В группу эйкозаноидов входят: простагландины, простациклины, тромбоксаны и лейкотриены.

Эргогенные средства (от греч. érgon – работа) – разрешенные и запрещенные средства стимуляции работоспособности и восстановительных процессов, формирования адаптационных систем организма и, что самое главное, повышения спортивных результатов.

Эстрогены – женские половые гормоны, стероиды. Синтезируются в яичниках, плаценте, в небольшом количестве – в семенниках и коре надпочечников. Регулируют обмен углеводов, белков и пуриновых соединений. Активируют ферменты аэробного окисления в цикле Кребса, стимулируют окисление жирных кислот.

Эффективность (биоэнергетических процессов) – коэффициент полезного действия (КПД), т.е. отношение полезно использованной энергии к ее общему количеству, выделенному в данном метаболическом процессе. Метаболическая эффективность – это та часть энергии, которая накапливается в связях АТФ. Механическая эффективность – доля энергии, затраченная на механическую работу.

А-диск, анизотропный участок миофибриллы (от греч. а – отрицание, ísos – равный и trópos – направление), состоящий из толстых нитей и нахо-

дящихся между ними концов тонких нитей, обладающий двойным лучепреломлением.

F актин (от новолат. fibrilla – волоконце) – молекула фибриллярного актина, состоящая из множества молекул глобулярного актина (см. G – актин).

G актин (от лат. globus – шар) – глобулярные белковые молекулы, которые в случае связывания друг с другом образуют фибриллярный актин (см. F – актин).

I-диск, изотропный диск (от греч. ísos – равный и trópos – направление) – участок между концами двух соседних миозиновых миофиламентов в пределах миофибриллы. Не обладает двойным лучепреломлением.

Z-линия – тонкая мембраноподобная структура по обоим концам сакромера, к которой прикрепляются актиновые миофиламенты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Артёмова, Э.К. Основы общей и биоорганической химии: учебное пособие /Э.К. Артёмова, Е.В. Дмитриев. – М.: КНОРУС, 2011. – 248 с.
2. Волков, Н.И. Химия: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений /Н.И. Волков, М.А. Мелихова. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 336 с.
3. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности /Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корзун С.Н. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 502 с.
4. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия: Учебник для вузов и колледжей физической культуры. – 2 изд., доп. – М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.

Дополнительная

1. Артёмова, Э.К. Физиолого-биохимическая характеристика механизмов энергетического обеспечения двигательной деятельности: учеб.пособие /Э.К. Артёмова, Е.Н.Семёнов. – Воронеж: ООО "ИТА", 2010. – 99 с.
2. Артёмова, Э.К. Биохимия. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов института физической культуры /Э.К. Артёмова. – М.: ФиС, 2006. – 72 с.
3. Биохимия: учеб.для вузов физ. культуры /под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 384 с.
4. Биохимия: примерная программа дисциплины / Н.И. Волков, М.А. Мелихова, В.Н. Черемисинов. – М., 2003. – 30 с.
5. Бэгшоу, К. Мышечное сокращение / К. Бэгшоу. – М.: Мир, 1985. – 128 с.
6. Волков, Н.И. Тесты и критерии для оценки выносливости спортсменов / Н.И.Волков. – М.: ГЦОЛИФК, 1989. – 44 с.
- 7.Джалилов П.Б. Словарь терминов по биохимии спорта (гlossарий)/П.Б. Джалилов, С.С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2013. – 40с.
8. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Кольман Я., Рём К.–Г., 2изд.: пер. с нем. – М.: Мир, 2004. – 469 с.
9. Королёв, А.А. Гигиена питания: учеб.для студ. высш. учеб. заведений /А.А. Королёв. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. центр "Академия", 2007. – 528 с.
10. Мас-Комас, А.Дж. Скелетные мышцы (строение и функции) / Киев: Олимпийская литература, 2001. – 406 с.
11. Метаболизм в процессе физической деятельности / Под ред. Харгривса. — Киев: Олимпийская литература, 1998. – 285 с.
12. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки/ Р. Мохан, М. Глессон, П.Л. Гринхафф – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 286 с.

13. Полиевский, С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов /С.А. Полиевский. – М.: Физкультура и Спорт, 2005. – 348 с.
14. Полинг, Л. Химия/Л. Полинг, П. Полинг. – М.:Мир,1978. – 683 с.
15. Проскурина И.К. Биохимия /И.К. Проскурина. — М.: Владос-пресс, 2003. – 240 с.
16. Фактор, Э.А. Основы химии: учебно-метод. Пособие /Э.А.Фактор:СПб ГУФК им. П.Ф.Лесгафта – СПб.:[б.и.],2007. – 175 с.
17. Хомченко, И.Г. Общая химия: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – ООО "Изд-во Новая Волна": Издатель Умеренков, 2003. – 480 с.
18. Яковлев, Н.Н. Химия движения: молекулярные основы мышечной деятельности/Н.Н.Яковлев. – Л.: Наука, 1983. – 189 с.

Методическое пособие

ХИМИЯ. БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Подписано в печать 11.02.2014. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 9,18. Тираж 150 экз. Заказ № 73

ООО Издательско-полиграфический центр
«Научная книга»
394030, г. Воронеж, ул. Среднемосковская, 32б, оф. 3
Тел. +7 (473) 200-81-02, 200-81-04
<http://www.n-kniga.ru>. E-mail: zakaz@n-kniga.ru

Отпечатано в типографии ООО ИПЦ «Научная книга».
394026, г. Воронеж, Московский пр-т, 11б
Тел. +7 (473) 220-57-15, 238-02-38
<http://www.n-kniga.ru>. E-mail: typ@n-kniga.ru