

О. С. Габриелян



ХИМИЯ

Учебник

Рекомендовано
Министерством
образования и науки
Российской Федерации

3-е издание, стереотипное



Москва



2016



Глава четвёртая

Начальные сведения об органических соединениях

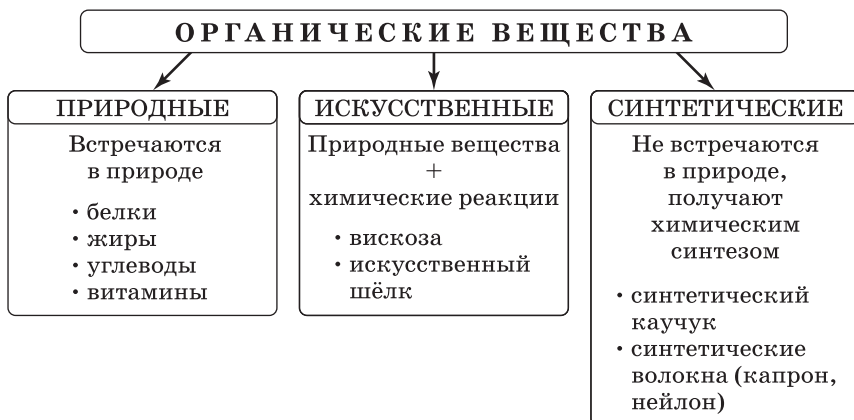
§ 34 Углеводороды

Углерод и кремний являются важнейшими элементами природы. Углерод — главный элемент живой природы. Кремний, наряду с кислородом, образует почти $\frac{4}{5}$ массы литосферы и составляет основу неживой природы.

Слова «организм» и «органический» имеют один корень. Около 200 лет назад выдающийся шведский химик Й. Я. Берцелиус предложил называть вещества растительного и животного происхождения *органическими соединениями*.

Когда учёные научились определять химический состав веществ, они обнаружили, что в молекулах любых органических соединений, не только природных, но и искусственных, и синтетических, обязательно содержатся атомы углерода (схема 1). С тех пор органически-

Схема 1. Классификация органических веществ



ми веществами стали называть все соединения углерода, кроме тех, с которыми вы познакомились раньше, в курсе неорганической химии.



Раздел химии, изучающий строение, свойства, превращения, способы получения и области применения органических веществ, называют **органической химией**.

В молекуле простейшего органического вещества — *метана* CH_4 (рис. 157) атом углерода четырёхвалентен, а валентность атома водорода, как и в любых других органических веществах, равна единице.

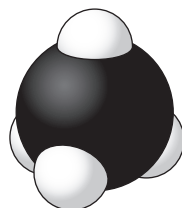
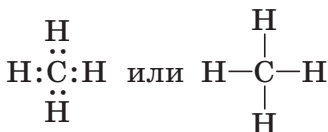
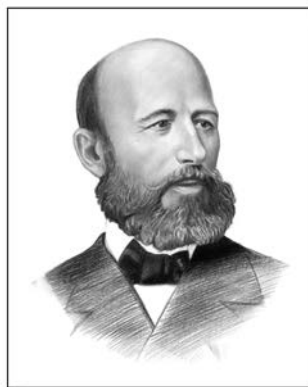


Рис. 157. Модель молекулы метана

Выдающийся русский химик А. М. Бутлеров назвал **химическим строением** порядок соединения атомов в молекулах согласно их валентности.

Теория химического строения А. М. Бутлерова сыграла в органической химии такую же огромную роль,

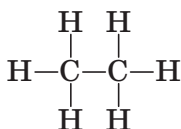


Бутлеров Александр Михайлович (1828—1886)

Русский химик, профессор Казанского университета (1857—1868), с 1869 по 1885 г. — профессор Петербургского университета. Академик Петербургской академии наук (с 1874 г.). Создатель теории химического строения органических соединений (1861). Предсказал и изучил изомерию многих органических соединений. Синтезировал многие вещества.

как Периодический закон Д. И. Менделеева в неорганической химии.

Ближайший «родственник» метана — этан имеет формулу C_2H_6 , которой соответствует структурная формула



или сокращённая формула H_3C-CH_3 .

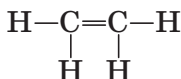
Рассчитаем степень окисления углерода в этане. Она равна -3 , а валентность углерода — 4 . На этом примере вы ещё раз убедились в том, что степень окисления и валентность понятия разные.

Метан и этан — представители **углеводородов** — органических соединений, построенных двумя химическими элементами: углеродом и водородом.

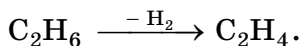
В молекулах метана и этана атомы углерода имеют простые (одинарные) связи, которые соединены с максимально возможным числом атомов водорода, т. е. насыщены ими до предела. Поэтому такие углеводороды называют *насыщенными* или *предельными*.

Метан и этан — основные компоненты природного газа.

Кроме предельных углеводородов, есть и *непредельные*, молекулы которых содержат кратные (двойные или тройные) химические связи. Простейшим представителем непредельных углеводородов является этилен C_2H_4 .



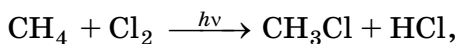
Нетрудно заметить, что молекула этого соединения содержит на два атома водорода меньше, чем молекула этана, и имеет двойную связь. Сокращённая структурная формула этилена $CH_2=CH_2$. Этилен получают дегидрированием этана:



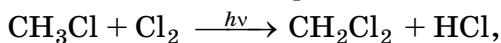
Все три углеводорода являются бесцветными газами, однако различия в составе и строении этих углеводоро-

дов сказываются на их свойствах. Все они горят с образованием углекислого газа и воды. (*Запишите уравнения соответствующих реакций.*) Метан и этан горят бесцветным пламенем, а этилен — светящимся.

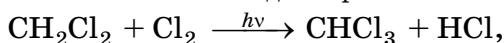
Для предельных углеводородов характерны **реакции замещения**. Например, атомы водорода в молекуле метана можно последовательно заместить на атомы галогенов, например хлора:



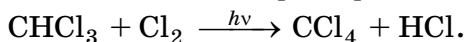
хлорметан



дихлорметан



трихлорметан



тетрахлорметан

Для непредельных углеводородов характерны **реакции присоединения**, поэтому распознать их можно с помощью качественных реакций: обесцвечивания бромной воды $\text{Br}_{2(\text{водн. р-р})}$ (рис. 158) и обесцвечивания подкисленного раствора перманганата калия KMnO_4 (рис. 159).

Предельные углеводороды — это не только топливо, но и ценное химическое сырьё. Так, из этана получают ценный продукт этилен, а из этилена реакцией полиме-

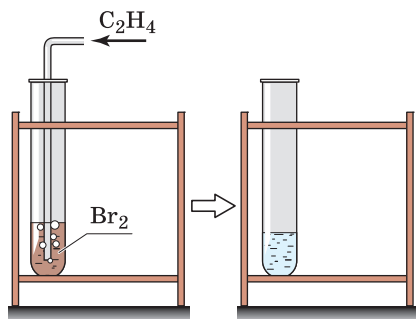


Рис. 158. Обесцвечивание бромной воды этиленом

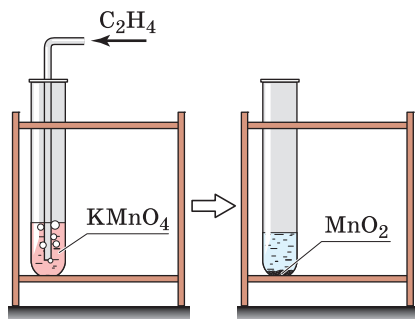
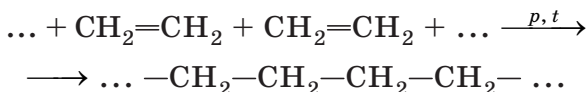
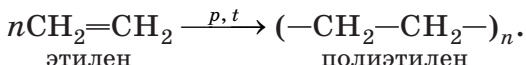


Рис. 159. Обесцвечивание раствора перманганата калия этиленом

ризации — всем известный полиэтилен. Реакция полимеризации является особым случаем реакции присоединения. Полимеризацию этилена отражает следующая схема:

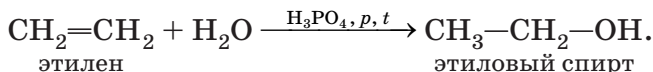
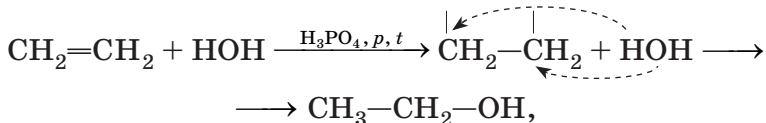


или в сокращённом виде:



Своё название полиэтилен получил потому, что является результатом соединения множества молекул этилена в гигантскую молекулу — полимер.

За счёт кратной связи этилен способен присоединять молекулу воды, образуя этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$:



Природными источниками углеводородов являются природный газ, нефть и уголь.

Из нефти путём её переработки получают нефтепродукты: бензин, керосин, лигроин, газойль и мазут. И нефть, и природный газ — сырьё для производства пластмасс, искусственных волокон и кожи, синтетического каучука, моющих средств, высших спиртов и др.

Также одним из основных источников углеводородов является каменный уголь, который у вас ассоциируется с твёрдым топливом. Каменный уголь представляет собой окаменелые остатки доисторических растений. Наряду с природным газом и нефтью, он является ценным сырьём для химической промышленности. Запасы

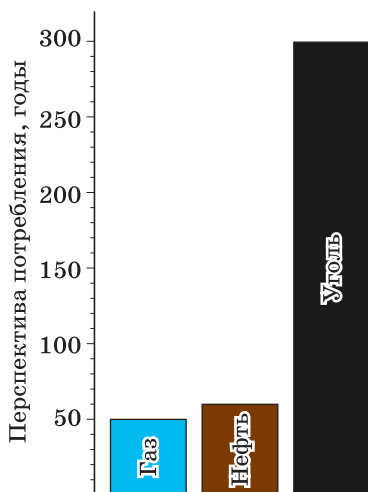


Рис. 160. Сравнительные запасы природного газа, нефти и каменного угля по времени их потребления

каменного угля на планете значительно превышают запасы газа и нефти (рис. 160), поэтому химические производства, основанные на переработке угля, имеют большое будущее.

Использование каменного угля в качестве сырья основано на *коксовании* — нагревании без доступа воздуха при температуре около 1000 °С в специальных установках, называемых коксовыми батареями. В результате этого процесса получают: *коксовый газ*, состоящий преимущественно из метана; *каменноугольную смолу*, содержащую несколько сотен различных органических соединений, в том числе бензол, фенол и др.; *аммиачную воду*, содержащую кроме растворённого аммиака, также фенол и некоторые другие вещества.

Твёрдый остаток коксования — *кокс* — состоит практически из чистого углерода и используется в производстве чугуна (рис. 161).

Продажа излишков углеводородов позволяет России участвовать в международном разделении труда и служит важнейшим источником пополнения государственного бюджета страны.

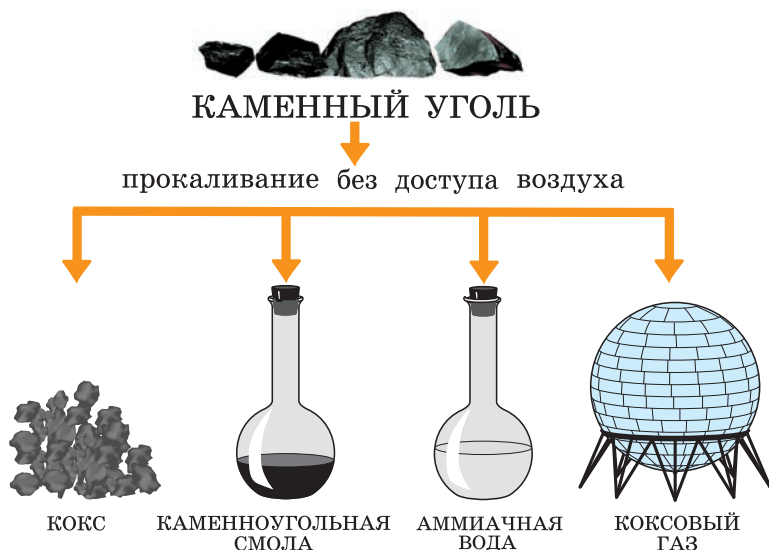


Рис. 161. Продукты коксохимического производства

1. Органические вещества: природные, искусственные и синтетические. Химическое строение. 2. Предельные углеводороды: метан и этан. 3. Непредельный углеводород этилен, его свойства. Природные источники углеводородов. Коксохимическое производство.



- 1** Используя ресурсы Интернета, подготовьте сообщение об областях применения метана.
- 2** Используя ресурсы Интернета, подготовьте сообщение об областях применения этилена.
- 3** Используя ресурсы Интернета, подготовьте сообщение об отраслях промышленности, где используется уголь и продукты его переработки.



- 1** Запишите электронные формулы молекул этана и этилена.

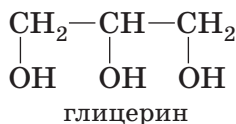
- 2 Назовите области применения полиэтилена. В случае затруднения обратитесь к Интернету.
- 3 Рассчитайте массовые доли углерода в молекулах этана и этилена. Как массовая доля углерода в этих соединениях влияет на характер пламени при их горении?
- 4 Как распознать газообразные этан и этилен? Назовите два способа.
- 5 Почему метан и этан горят бесцветным пламенем, а этилен — светящимся?
- 6 Подготовьте сообщение о способах транспортировки углеводородного сырья и его значении для международной кооперации.

§ 35 Кислородсодержащие органические соединения

В отличие от неорганических веществ, которых известно несколько сотен тысяч, органических веществ насчитывается великое множество — около 30 млн. Поэтому органические вещества делят на классы по нескольким признакам. Вы уже знаете, что углеводороды делят на предельные и непредельные. Для соединений, в состав которых входят атомы кислорода и азота, основанием для классификации является наличие в составе молекул особых групп атомов, называемых *функциональными группами*: гидроксильной —ОН, карбоксильной —СООН, аминогруппы —NH₂ и др. Функциональные группы замещают атомы водорода в молекулах углеводородов, образуя соединения определённого класса. Так, если заменить атом водорода в молекуле метана на гидроксильную группу —ОН, то получится метиловый спирт CH₃ОН, аналогично из этана получится этиловый спирт C₂H₅ОН. Оба спирта содержат одну гидроксильную группу и поэтому относятся к **одноатомным спиртам**. Если же молекула спирта содержит две и более гидроксильные группы, связанные с углеводородным остатком, его называют **многоатомным**.

Выведем формулу хорошо известного из курса биологии трёхатомного спирта глицерина. Каждую группу —ОН соединим с одним углеродным атомом. Понятно, что таких атомов в составе молекулы должно быть три.

Соединим их в цепочку. Свободные валентности атомов углерода займут атомы водорода.



Сказывается ли увеличение числа гидроксогрупп в молекуле спирта на его свойствах?

Обратимся к эксперименту.



Лабораторный опыт № 41

Качественная реакция на глицерин

К 2 мл раствора щёлочи в пробирке прильём раствор медного купороса. Выпадает студенистый осадок голубого цвета гидроксида меди (II). К полученному осадку прибавим по каплям глицерин и смесь перемешаем. Осадок растворится, а раствор приобретёт ярко-синий цвет за счёт образования глицерата меди.

Эта реакция является качественной на многоатомные спирты (рис. 162).

Этиловым спиртом заправляют знакомые вам спиртовки. В некоторых странах метиловый или этиловый спирт используют в качестве моторного топлива в смеси с бензином или даже в чистом виде.

Одноатомные спирты легко растворяют жиры, масла, другие органические вещества, поэтому использу-

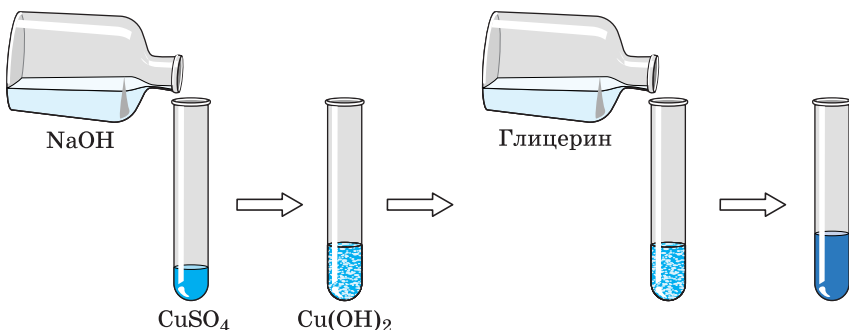


Рис. 162. Качественная реакция на многоатомные спирты

ются как компоненты растворителей для лаков, красок, эмалей, клеев, средств бытовой химии.

Однако ещё более широкое применение спиртов сдерживается одним обстоятельством. Многие спирты — чрезвычайно ядовитые вещества. Например, при попадании в организм от 5 до 10 мл метанола наступает полная слепота вследствие поражения зрительного нерва, а доза в 30 мл и более смертельна.

Этиловый спирт не столь ядовит, но более коварен. Он воздействует на организм человека, вызывая наркотическое привыкание — алкоголизм.

Глицерин, подобно метиловому и этиловому спиртам, неограниченно растворяется в воде. Более того, он гигроскопичен, т. е. поглощает влагу из воздуха. Это свойство широко используют в парфюмерной промышленности: глицерин входит в состав многочисленных кремов, помад, зубных паст, предотвращая их высыхание и способствуя смягчению кожи. В кожевенном производстве и текстильной промышленности глицерин используют для предохранения кож от высыхания и придания сырью мягкости и шелковистости.

Снова обратимся к эксперименту.



Лабораторный опыт № 42

Качественная реакция на углеводы

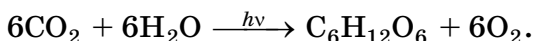
В пробирку с 2 мл раствора щёлочи прильём раствор медного купороса. К полученному студенистому осадку голубого цвета гидроксида меди (II) прильём раствор глюкозы. Осадок растворился, а раствор приобрёл ярко-синий цвет. Мы видим качественную реакцию на многоатомные спирты. Следовательно, исследуемое вещество — глюкоза, относится к многоатомным спиртам. Продолжим опыт. Нагреем пробирку на пламени спиртовки. Вновь выпал осадок, но уже кирпично-красного цвета. Следовательно, глюкоза, помимо нескольких гидроксильных групп, содержит ещё одну функциональную группу. Вторая реакция является качественной на альдегидную¹ группу.

¹ С альдегидами вы будете знакомиться в курсе органической химии в старшей школе.

Таким образом, мы установили, что глюкоза является веществом с двойственной функцией и относится к альдегидоспиртам. Глюкоза — представитель особого вида органических соединений — углеводов. Молекулярная формула глюкозы $C_6H_{12}O_6$.

Глюкоза является основным источником энергии в клетке, поэтому её широко используют в лечебных целях: принимают внутрь или вводят внутривенно ослабленным больным. Она является исходным веществом при получении различных соединений путём брожения: этилового спирта, молочной кислоты и др. В пищевой промышленности при производстве карамели, мармелада, помадки и других кондитерских изделий глюкозу добавляют к сахару для предотвращения его кристаллизации в изделии.

Глюкоза образуется в зелёных растениях в результате реакции фотосинтеза:



1. Функциональная гидроксильная группа —ОН.
2. Одноатомные спирты: метанол и этанол, их применение. 3. Многоатомный спирт глицерин и его применение. 4. Качественная реакция на многоатомные спирты. 5. Глюкоза — представитель углеводов.



- 1 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о промышленном способе получения и применении метанола.
- 2 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о промышленном способе получения и применении этанола.
- 3 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о промышленном способе получения и применении глицерина.



- 1 Какими свойствами атомов углерода обусловлено многообразие органических соединений?
- 2 Напишите уравнения реакций горения метилового и этилового спиртов.

- 3 Какие свойства метилового и этилового спиртов находят практическое применение?
- 4 Напишите уравнение реакции спиртового брожения глюкозы, зная, что в результате её образуются этиловый спирт и углекислый газ.
- 5 Подготовьте сообщение об алкоголизме и его профилактике.

§ 36 Карбоновые кислоты и жиры



Карбоновыми кислотами называются органические соединения, содержащие функциональную карбоксильную группу —COOH.

Вы уже хорошо знакомы с неорганическими кислотами и их свойствами. Карбоновые кислоты не случайно называют именно кислотами. Их растворы имеют кислый вкус, вызывают изменение окраски индикаторов — лакмуса и метилоранжа.

Карбоновые кислоты, например уксусная CH_3COOH , в растворах диссоциируют на катион водорода и анион кислотного остатка:



Стрелки вместо знака равенства в уравнении диссоциации карбоновой кислоты указывают на обратимость процесса. Это значит, что наряду с процессом распада молекул на ионы возможно и обратное явление: катион водорода и анион кислотного остатка сталкиваются и объединяются в молекулу. Карбоновые кислоты — слабые электролиты, и лишь небольшая доля молекул вещества, находящегося в растворе, распадается на ионы. Поэтому в ионных уравнениях реакций формулу кислоты записывают в молекулярном виде, а не в виде ионов.

Анион, получившийся при отщеплении катиона водорода от молекулы карбоновой кислоты, и есть кислотный остаток. Как видите, кислотный остаток уксусной кислоты имеет заряд -1 . Зная это, легко составить формулы солей уксусной кислоты. В формулах карбоновых кислот атом водорода, который замещается на атом металла, обычно записывают на последнем месте, а не на первом, как в неорганических кислотах. Как правило, химический знак элемента металла в соответствующих солях также изображают последним — на месте водорода. Поэтому формулы солей выглядят «перевёрнутыми»: сначала записывают анион кислотного остатка, потом — катион металла: CH_3COONa — ацетат натрия, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ — ацетат свинца (II).

Соли уксусной кислоты называют *ацетатами*.

Карбоновые кислоты, как и неорганические кислоты, способны реагировать с металлами, оксидами металлов, основаниями и солями. (*Запишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном виде для уксусной кислоты.*)

Карбоновые кислоты также вступают в реакцию со спиртами. Продуктами этой реакции являются вода и производные кислот, которые называют **сложными эфирами**¹. Изобразим схему этой реакции:



Реакцию образования сложного эфира из карбоновой кислоты и спирта называют **реакцией этерификации** (от греч. *этер* — эфир).

Как видно из схемы, реакция этерификации обратима. Обратная реакция носит название **реакции гидролиза**. Происхождение этого термина легко объясняется: *гидро* (вода) + *лизис* (разложение).

Реакции гидролиза лежат в основе обмена веществ в живых организмах.

Карбоновые кислоты способны образовывать сложные эфиры и с трёхатомным спиртом глицерином. Продуктами такой реакции также являются вода и сложный эфир. Если в реакцию с глицерином вступают кар-

¹ Подробно сложные эфиры вы будете изучать в курсе химии старшей школы.

боновые кислоты, содержащие в углеродной цепочке десять и более атомов углерода (такие кислоты называют *жирными*), то образуются сложные эфиры, известные под названием «жиры»:



Сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и жирных карбоновых кислот называются **жирами**.

Жиры, образованные предельными кислотами, как правило, твёрдые и имеют животное происхождение. Исключение составляет рыбий жир. Представителем предельных жирных кислот является стеариновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$.

Жиры, образованные непредельными кислотами, как правило, жидкие (их называют маслами) и имеют растительное происхождение. Исключение составляет кокосовое масло. К непредельным жирным кислотам относится олеиновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$.

1. Карбоксильная функциональная группа и карбоновые кислоты. 2. Уксусная кислота и ацетаты. 3. Реакция этерификации. 4. Жирные карбоновые кислоты: стеариновая и олеиновая. 5. Жиры твёрдые и жидкие.



- 1 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о практическом применении реакции этерификации.
- 2 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о функциях жиров в организме.



- 1 Запишите формулы ацетатов: а) калия; б) железа (II). Запишите уравнения диссоциации этих солей.
- 2 Запишите уравнения реакций уксусной кислоты с оксидом, гидроксидом, хлоридом и карбонатом бария в молекулярном и ионном виде.

- 3 Наличие каких связей отличает стеариновую кислоту от олеиновой? Как сказывается наличие остатков этих кислот на физических свойствах образованных ими жиров?
- 4 Вспомните из курса биологии жировой обмен в клетках и тканях и расскажите о нём с точки зрения химии.
- 5 Назовите биологические функции жиров.

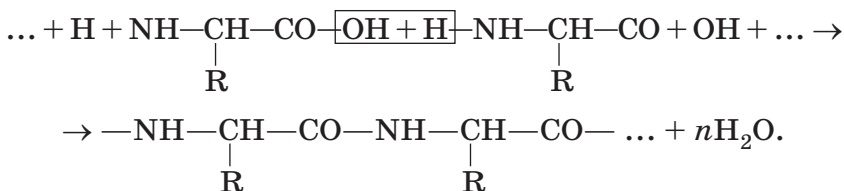
§ 37 Азотсодержащие органические соединения

Важнейшими азотсодержащими органическими соединениями — «кирпичиками», из которых построены белковые молекулы всех живых организмов на Земле, являются аминокислоты. Эти соединения содержат функциональную аминогруппу $-\text{NH}_2$. Чтобы вывести формулу аминокислоты, необходимо заменить один из атомов водорода в карбоновой кислоте на аминогруппу. Так, например, можно вывести формулу аминокислоты (её также называют глицином): $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

В молекулах аминокислот имеется две функциональные группы — карбоксильная и аминогруппа. Карбоксильная группа одной молекулы аминокислоты способна взаимодействовать с аминогруппой другой молекулы. При этом выделяется вода, а остатки аминокислот соединяются друг с другом. Образование белковой молекулы из аминокислот можно записать схемой:

аминокислоты \leftrightarrow белок + вода.

Соединяться друг с другом могут десятки, сотни и тысячи аминокислотных остатков, образуя при этом гигантские молекулы природных полимеров — белки:





Белки — это природные полимеры, молекулы которых образованы остатками аминокислот.

Всё многообразие существующих белков построено из двадцати аминокислот.

В схеме реакции, приведённой выше, использован знак обратимости. Он означает, что при определённых условиях полимерные молекулы белков могут «разбиваться» на составляющие их отдельные аминокислоты. Как вы уже поняли, этот процесс также называют гидролизом. Гидролиз белков лежит в основе усвоения пищи и многих других процессов в живых организмах.

Обнаружить белки в природных объектах несложно. Первым признаком того, что исследуемый вами объект содержит белок, является характерный запах жжёного пера при горении. Попробуйте поджечь птичье перо, пучок волос, обломившийся ноготь или погибшее насекомое, и вы почувствуете этот запах. Так можно отличить, к примеру, нить из натуральной шерсти от синтетического волокна.

Для обнаружения белков, растворимых в воде, проводят цветные качественные реакции.



Лабораторный опыт № 43 Качественная реакция на белок

Если к раствору белка (например, яичного) прилить немного щёлочи и добавить несколько капель раствора соли меди (II), то появится фиолетовое окрашивание (рис. 163).

При нагревании раствора белка с концентрированной азотной кислотой появляется жёлтое окрашивание, которое переходит в оранжевое при добавлении раствора аммиака (рис. 164).

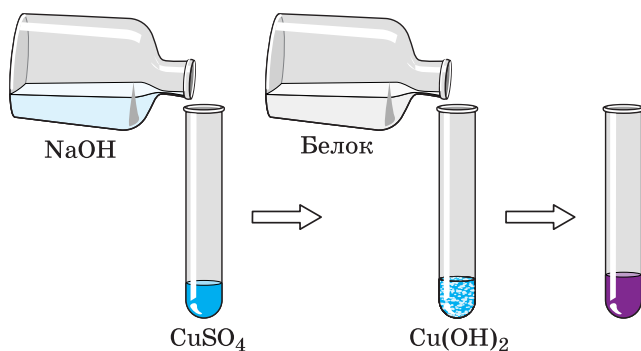


Рис. 163. Биуретовая реакция

При повышении температуры, действии сильных кислот или оснований, растворов солей тяжёлых металлов происходит необратимое осаждение (свёртывание) белков, которое называют *денатурацией*.

Превращение прозрачного яичного белка в белую упругую массу при варке — это наглядная демонстрация денатурации.

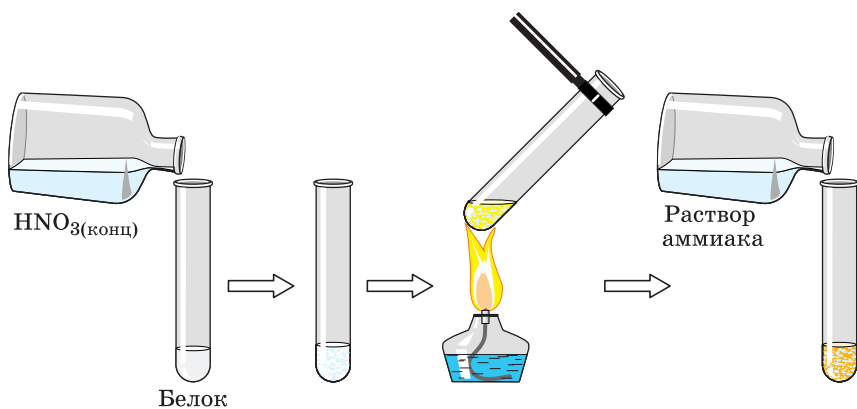


Рис. 164. Ксантопротеиновая реакция



Лабораторный опыт № 44

Денатурация белка

Если в пробирку с раствором яичного белка добавить несколько капель раствора соли тяжёлого металла, например нитрата свинца (II), образуется белый осадок — белок денатурирует.

Проделайте тот же опыт, прилив к раствору белка немного этилового спирта.

Теперь вы представляете, каково приходится водорастворимым белкам человеческого организма при попадании в него алкоголя?

Человек научился использовать денатурацию белка для получения ряда полезных продуктов. Например, при свёртывании белков молока получают богатый белком продукт питания — творог.

1. Аминокислоты и аминокислотная кислота. 2. Белки. 3. Обратимый гидролиз белков. 4. Качественные реакции на белки. 5. Денатурация белков.



- 1 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о функции аминокислот в живом организме.
- 2 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о значении денатурации белков для живых организмов.



- 1 Какие функциональные группы вы знаете? Принадлежность к каким классам органических веществ определяют эти функциональные группы? Какие функциональные группы содержатся в молекулах аминокислот?
- 2 Охарактеризуйте биологические функции белков на основе знаний из курса биологии.
- 3 Как доказать, что грива игрушечного льва или лошадки не натуральная, а синтетическая? Как можно обнаружить наличие белка в рыбном или мясном бульоне?
- 4 Описывая внешность Шерлока Холмса, А. Конан Дойл упоминает «чёрные пятна от азотной кислоты» на пальцах

знаменитого сыщика. Какую химическую ошибку допустил писатель?

- 5 Охарактеризуйте белковый обмен в клетках и тканях, опираясь на знания из курса биологии.

§ 39 Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия

Жизнь современного общества немыслима без высокотехнологичного химического производства. Однако многие члены этого общества критически относятся к данной отрасли промышленности. Стоит обратиться к средствам массовой информации, которые пестрят сообщениями о кислотных дождях, озоновых дырах, парниковом эффекте, сбросах вредных отходов в реки и моря, разливах нефти и авариях на химических производствах и т. д.

Что собой представляют наиболее известные глобальные экологические проблемы?

Парниковый эффект. Суть парникового эффекта состоит в том, что накопление в атмосфере *парниковых газов*: оксида углерода (IV), оксидов азота, метана, паров воды, фреонов (хладагентов), способных пропускать солнечные лучи и задерживать тепловое излучение от поверхности Земли, приводит к накоплению избыточной теплоты в приземном слое воздуха, нарушая тем самым тепловой баланс планеты. Подобный эффект можно наблюдать в покрытых стеклом или плёнкой парниках.

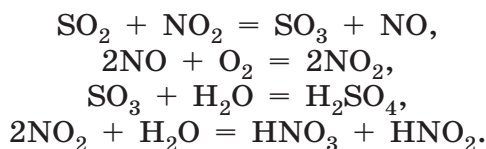
Представление о парниковом эффекте даёт следующая модель. Если в жаркий полдень сесть в автомобиль, простоявший хотя бы 10—15 минут на солнце с закрытыми дверцами, то на собственном опыте можно ощутить, как разнится температура снаружи и внутри салона. Всё дело в том, что стёкла автомобиля обладают различной проницаемостью для лучей видимого света, которые свободно проходят сквозь стекло, нагрее-

вая внутреннее пространство автомобиля, и инфракрасных тепловых лучей, которые задерживаются стеклом, поэтому выравнивания температуры не происходит.

В результате парникового эффекта наблюдается постепенное потепление климата на нашей планете. Так, по сравнению с концом XIX в. средняя температура на Земле в XX в. повысилась на 0,6 °С. В наши дни этот показатель уже превышает 1 °С, а к 2020 г. может достигнуть 2,2—2,5 °С. Следствием потепления климата является таяние ледников и повышение уровня Мирового океана, который в период с 2003 по 2010 г. поднялся на 12 мм. Поэтому можно прогнозировать изменение природных и климатических зон на земном шаре, массовую гибель одних популяций живых организмов и бурное размножение других. Климатологи прогнозируют и другие природные катаклизмы: штормы, засухи, ураганы.

В 1997 г. в японском городе Киото в дополнение к Конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата был подписан международный документ — так называемый *Киотский протокол*. Он обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов.

Кислотные дожди. Обычная дождевая вода представляет собой слабокислый раствор ($\text{pH} < 7,0$) как результат взаимодействия содержащихся в атмосфере водяного пара и углекислого газа. Ещё большую кислотность имеет дождевая вода, прореагировавшая с загрязняющими атмосферу оксидами серы (SO_2 и SO_3) и азота (NO_2) с образованием растворов кислот (серной, сернистой, азотистой и азотной):



Наиболее характерные источники техногенных загрязнений — это выхлопные газы автомобилей, выбросы металлургического производства и тепловых электростанций (ТЭЦ). К сожалению, современный уровень развития технологий очистки не позволяет полностью отфильтровывать соединения азота и серы,



Рис. 165. Погибший от кислотных дождей хвойный лес

образующиеся в результате сгорания угля, торфа, других видов сырья, которые используются в промышленности.

Кислотные дожди вызывают гибель наземных растений и обитателей водоёмов (рис. 165). Они наносят большой вред архитектурным сооружениям и скульптурным памятникам (рис. 166), разрушают металлические крыши и конструкции.

Кислотные дожди представляют опасность и для здоровья человека. Внешне их невозможно отличить от обычного дождя. Они не имеют ни специфического запаха, ни вкуса и не вызывают неприятных ощущений на коже. Однако воздействие кислотного дождя приво-

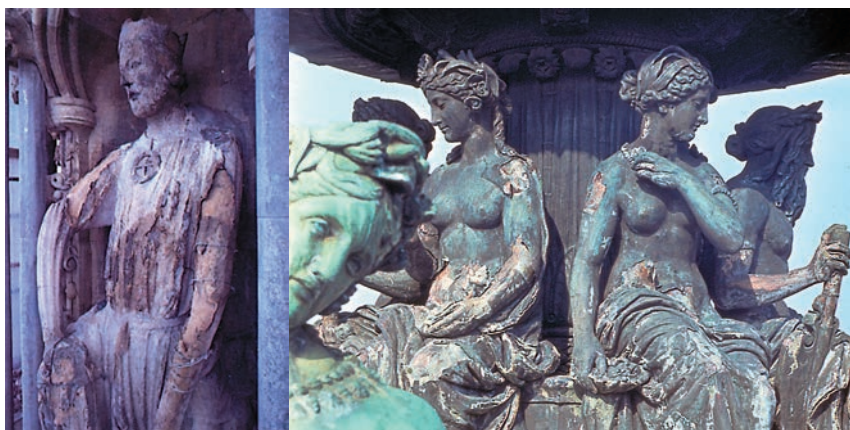


Рис. 166. Разрушенные кислотными дождями скульптуры

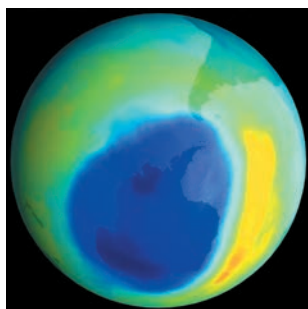


Рис. 167. Озоновая дыра над Антарктидой

дит к повышению риска сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

Озоновые дыры. Ещё одна экологическая проблема, связанная с химическим загрязнением, — истончение озонового слоя в той или иной части атмосферы, где образуется так называемая *озоновая дыра* (рис. 167).

На высоте 20—25 км в верхних слоях атмосферы расположен озоновый слой, защищающий Землю от ультрафиолетового излучения Солнца. Его более точно и значимо называют *озоновым щитом планеты*.

Озон образуется в стратосфере под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца в соответствии с уравнением реакции: $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$.

На высоте более 25 км его образование затруднено из-за низкого содержания кислорода, а в нижних слоях атмосферы невозможно из-за отсутствия ультрафиолетовой радиации. Если привести объём всего озона атмосферы к нормальным условиям (температура 0 °С, давление 760 мм рт. ст.), то на высоте 20 км он распределится вокруг планеты слоем всего в 3 мм. Как важно сохранить эту тоненькую плёнку жизни!

В настоящее время возникла угроза разрушения озонового щита под действием накапливающихся в атмосфере *фреонов* — соединений, применяемых в холодильных установках и кондиционерах, аэрозольных упаковках, в качестве растворителей и пенообразователей.

Так как озоновый слой призван защищать поверхность нашей планеты от избыточного ультрафиолетового излучения, то озоновые дыры можно считать реально опасным для живых организмов явлением. Уменьшение озонового слоя значительно увеличивает поток солнечной радиации, что может влиять на рост числа раковых заболеваний кожи у людей. Не менее губительно влияние озоновых дыр на растения и животных.

В 1985 г. была принята Венская конвенция об охране озонового слоя, а в 1987 г. — Монреальский протокол, определяющий список самых опасных веществ, разрушающих озоновый слой.

Сейчас большинство промышленных стран прекратили выпуск фреонов, заменив их другими веществами. Уже найден практически не уступающий фреону заменитель — пропан-бутановая смесь. Она почти не уступает фреонам по параметрам, единственным её минусом является высокая огнеопасность. Аэрозоли на основе пропан-бутановой смеси уже достаточно широко используются. Для холодильных установок дела обстоят несколько хуже. Лучшим заменителем фреонов сейчас является аммиак, однако он очень токсичен и уступает им по физическим параметрам.

Благодаря совместным усилиям мирового сообщества, за последние десятилетия производство фреонов сократилось более чем в два раза, но их использование всё ещё продолжается. По оценкам учёных, до стабилизации озонового слоя должно пройти ещё как минимум 50 лет.

Химия разрабатывает и внедряет методы и технологии защиты окружающей среды от отрицательных последствий химического производства. Уже сейчас широко используются упаковки из «умных» полимеров, которые под действием влаги и воздуха разлагаются на нетоксичные продукты, создаются эффективные технологии очистки производственных стоков и выбросов, а промышленные отходы перерабатываются в полезные продукты.

Чтобы минимизировать загрязнение атмосферы, учёными, технологами, экологами разрабатываются мероприятия, включающие:

- очистку выбросов в атмосферу от твёрдых и газообразных загрязняющих веществ с помощью электрофильтров, жидких и твёрдых поглотителей и др.;
- использование экологически чистых видов энергии (энергия Солнца, ветра, морских приливов);
- применение малоотходных и безотходных промышленных технологий;

- уменьшение токсичности автомобильных выхлопных газов путём совершенствования конструкции двигателей, применения катализаторов очистки, использования альтернативных видов топлива.

1. Источники химического загрязнения окружающей среды. 2. Глобальные экологические проблемы человечества: парниковый эффект, кислотные дожди, озоновые дыры.



- 1 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию об основных источниках химического загрязнения окружающей среды.
- 2 Используя ресурсы Интернета, подготовьте презентацию о способах предотвращения глобального потепления климата Земли.



- 1 Что такое парниковый эффект? Почему он возникает? Перечислите парниковые газы.
- 2 Что такое озоновый слой? Какова его биологическая роль?
- 3 Назовите причины разрушения озонового щита планеты. Каковы его последствия? Как их избежать?
- 4 Перечислите акты международного сотрудничества в сфере охраны окружающей среды.
- 5 Назовите источники химического загрязнения в вашей местности и предложите меры по минимизации ущерба природе.

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

1. В чём сходство и различия между природными, искусственными и синтетическими органическими веществами?
2. Докажите исключительную роль органических веществ в возникновении жизни и функционировании живых организмов.
3. Укажите положительный эффект и возможные отрицательные последствия использования альтернативных видов топлива.