

В.А. Крицман, В.В. Станцо

Энциклопедический словарь юного химика

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-053.2
ББК 74.27
В11

В11 **В.А. Крицман**
Энциклопедический словарь юного химика / В.А. Крицман, В.В. Станцо – М.: Книга по Требованию, 2023. – 322 с.

ISBN 978-5-458-39334-8

Словарь раскрывает основные понятия химической науки, рассказывает об истории ее развития на протяжении веков, о большом значении химии для современной хозяйственной деятельности человечества, о той важной роли, которую химия играет в ускорении научно-технического прогресса в нашей стране. В книге рассказывается о жизни и деятельности выдающихся ученых, внесших значительный вклад в развитие химической науки. Читатели познакомятся с важнейшими химическими профессиями и узнают, где можно их приобрести, а также найдут практические рекомендации о проведении интересных химических опытов. Издание иллюстрировано цветными рисунками, фотографиями и схемами. 1-е издание выпущено в 1982 г. Для школьников среднего и старшего возраста. Издается по предложению книготорговых организаций.

ISBN 978-5-458-39334-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

К НАШИМ ЧИТАТЕЛЯМ

Несколько лет назад вышло в свет первое издание Энциклопедического словаря юного химика. Оно привлекло внимание учащихся тем, что в нем в доступной, но вместе с тем строгой научной форме были изложены сведения по довольно широкому кругу вопросов химической науки.

Работая над вторым изданием, авторы словаря внесли некоторые коррективы, вытекающие из современного развития химии, несколько расширили материал об отдельных веществах, имеющих важное значение. В словаре дается новый список рекомендательной литературы для тех, кто хочет глубже вникнуть в те или иные разделы науки. Следует иметь в виду, что любая энциклопедия носит справочный характер, более глубокое познание достигается изучением специальной литературы. Цель настоящей книги — познакомить читателей с основными химическими понятиями, вызвать у них стремление к их более основательному изучению.

Химия многое делает непосредственно для человека. Принцип гуманизации — знамение нашего времени. Химическая наука и базирующиеся на ней отрасли промышленности дают благодатные возможности для улучшения жизни людей. Важное значение химии в современной жизни становится очевидным, если вспомнить, что она помогает людям беречь здоровье, поставляя все более действенные лекарства, лучше питаться, способствуя повышению урожайности сельскохозяйственных культур, защите растений от вредителей, хорошо одеваться, участвуя в изготовлении синтетических добротных и красивых тканей. Химическая технология представляет собой одну из основ современного производства. Все более глубокое проникновение химической науки в законы взаимодействия веществ обещает новые открытия на благо людей.

Но при этом нельзя забывать, что работа с химическими веществами, касается ли это их синтеза, исследования или применения, требует разумной осторожности. Известно, что для обеспечения хороших урожаев необходимо использовать удобрения. В то же время их чрезмерное применение приводит к нежелательным последствиям. Так, повышенное содержание нитратов в овощах делает их вредными для здоровья человека. Использование пестицидов — веществ, предназначенных для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, позволяет сохранить миллионы тонн продукции. Но использовать их также следует осторожно, тщательно отбирать препараты. С минеральными удобрениями и пестицидами имеет дело практически все сельское население. От его химической грамотности, по существу, зависит успех дела. Ныне основами химической науки необходимо овладевать всем. Ведь неумелое применение химических препаратов может стать не благом для человека, а источником беды. В отдельных статьях словаря обращается внимание на это очень важное обстоятельство.

Велико познавательное значение химии. Нельзя считать себя образованным человеком, если не заложить в свое сознание основные закономерности развития материального мира. Химия играет большую роль в познании этих закономерностей, и жизнь каждодневно приносит новую научную информацию. Всю ее держать в памяти невозможно, но основные понятия и законы должны быть хорошо усвоены. Они — прожектор в мире гипотез, фактов, наблюдений. Надо научиться ориентироваться в непрерывно растущем потоке информации. И достичь этого можно в том случае, если

уяснить смысл основных понятий, законов и теорий науки, и в частности овладеть специфическим химическим языком. В этом кроме школьных учебников вам поможет Энциклопедический словарь юного химика.

Человек постоянно стремится познать самого себя и окружающий его мир. Представляют большой интерес процессы, обуславливающие возникновение и развитие жизни, или химия жизни, как ее иногда называют. Как функционирует саморегулируемая система микробного, растительного или животного происхождения, иначе говоря, живой организм? Можно ли вмешаться в нее? Как именно это сделать, каковы будут последствия? Ученые работают над решением этих важных вопросов.

Наука справедливо утверждает, что биологическая форма движения материи более высокая по сравнению с химической. В то же время все изменения живой субстанции обусловлены химическими и физическими процессами, протекающими в ней. Разумеется, нельзя сводить явления жизни только к этим процессам; в саморегулируемой системе бесконечного множества последовательных реакций возникает новое качество. И познать его немыслимо без изучения протекающих в организме химических реакций. В наши дни бурно развиваются такие отрасли химической науки, как биохимия, биоорганическая химия, химическая энзимология, изучающая роль ферментов в биохимических реакциях, и др. На базе химии исследуются такие важнейшие свойства живого организма, как наследственность, иммунитет. Результаты этих исследований не только имеют общепознавательное значение, но и содержат необходимые практические выводы. Химия производит в биологии поистине революционные изменения.

Мне посчастливилось входить в науку под руководством замечательного ученого — академика Н. Д. Зелинского. Своим ученикам он говорил: «...умеете задавать вопросы природе, стремитесь понять ее». То же самое хочется пожелать и вам, юным читателям словаря.

Познакомьтесь со статьями биолого-химического профиля. Может быть, вас заинтересует эта область химии. В наше время уделяется большое внимание и экологии; проблема взаимодействия химии и природы — одна из наиболее актуальных. Природа едина. Химия — такая наука, которая, проникая в другие области знания, как бы связывает их в единый комплекс великой науки о природе.

В энциклопедическом словаре вы почерпнете сведения о выдающихся ученых — творцах науки, посвятивших свою жизнь исследованиям в области химии и достигших выдающихся результатов. В химии, как и в любой другой науке, успех приходит к пытливым, трудолюбивым, сосредоточенным. Сведения об ученых-химиках вы найдете не в отдельном разделе, а рядом со статьями, посвященными конкретным вопросам химической науки.

Статьи, раскрывающие основные химические понятия, расположены в алфавитном порядке. Чтобы сократить время на поиски нужной вам статьи, пользуйтесь алфавитным указателем, помещенным в конце словаря. Если слова в тексте набраны *курсивом*, значит, в книге имеется отдельная статья с таким названием.

Всего в словаре более 270 статей по основным разделам общей, неорганической, органической, физической химии, химической технологии, а также более 40 статей о жизни и творческой деятельности выдающихся ученых-химиков.

В книге описаны интересные химические опыты, которые можно выполнить самостоятельно в школьной лаборатории или даже дома.

Словарь, как мы надеемся, поможет школьникам при изучении химии в школе, при чтении научно-популярной литературы и статей по химии в периодических изданиях.

Авторы книги стремились привести побольше новых интересных фактов, рассказать о важнейших химических открытиях последнего времени, осветить практическое значение химии, напомнить о необходимости соблюдения техники безопасности при проведении химических экспериментов.

В период перестройки в школе идет интенсивный процесс совершенствования обучения и воспитания юных граждан с целью формирования людей знающих, пытливых, жаждущих трудиться на благо Родины. Хочется надеяться, что и наш словарь внесет свой вклад в это благородное дело.

М. А. ПРОКОФЬЕВ,
член-корреспондент Академии наук СССР,
действительный член
Академии педагогических наук СССР





А

АГРОХИМИЯ

С древнейших времен люди получают многие пищевые продукты с полей. «Поле» — по-гречески «агрос». С приставки «агро» начинаются названия всех наук, связанных с земледелием. Агрохимия — наука, изучающая приемы воздействия на химические и биохимические процессы, протекающие в растениях и в почве. Конечной целью большинства агрохимических исследований было и остается повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Агрохимия изучает чрезвычайно широкий круг вопросов — от питания растений и взаимодействия удобрений с почвой до химических средств защиты

растений. Самостоятельной ветвью химической науки агрохимия стала в XIX в., после того как был достаточно полно изучен круговорот веществ, происходящий в результате земледельческой деятельности человека.

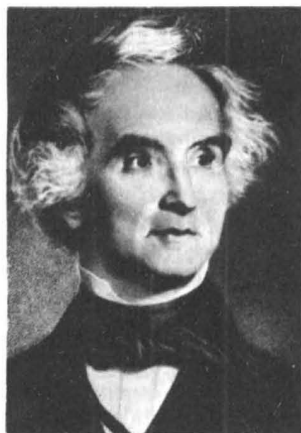
В 1840 г. немецкий химик *Ю. Либих* в книге о практическом приложении химии к сельскому хозяйству, к земледелию впервые убедительно доказал, что для питания растений необходим ряд минеральных солей, содержащих азот, фосфор, калий и некоторые другие элементы. Он разработал новую теорию питания растений.

Фосфор наряду с *азотом* и *калием* и поныне остается одним из «трех китов» агрохимии, трех главных для растений питательных элементов.

Ученые, работающие в области агрохимии, занимаются и исследованием удобрений, содержащих микроэлементы: бор, медь, марганец, молибден, кобальт, цинк и др.

Агрохимики исследуют почвы. Почва — сложное, постоянно меняющееся образование. Слой почвы в несколько сантиметров создается столетиями. В поч-

ЮСТУС ЛИБИХ (1803—1873)



Немецкий ученый, внес значительный вклад в развитие *органической химии*, один из основателей *агрохимии* и создателей системы химического образования, президент Баварской Академии наук.

Уже в возрасте 21 года Ю. Либих стал профессором химии в Гисенском университете. В 1825 г. он организовал здесь лабораторию для практических занятий по химии, в которой работали многие известные ученые — *А. Кекуле*, *А. Вюрц*, *Н. Н. Зинин*, *А. А. Воскресенский* и другие. Ю. Либих ввел прогрессивную систему преподавания химии. Основой обучения были работы в лаборатории, где студенты овладевали методами эксперимента.

Для развития химической науки большое значение имели проведенные Ю. Либихом исследования природы и свойств органических соединений, усовершенствования методов анализа этих веществ.

В 1834 г. Либих сформулировал основные положения теории радикалов. Он считал радикалы основной частью органических веществ. За основу Либих брал радикал эфира C_4H_{10} , который он назвал этилом и обозначил *Е*. При соединении этила с атомами или атомными группами образуются органические вещества (например: $E+O$ — эфир, $E+2O$ — метиловый спирт, $E+O+H_2O$ — этиловый спирт). Следуя положениям теории радикалов, Ю. Либих и *Ф. Вёлер* провели синтез и изучили свойства многих органических соединений (бензаль-

дегид, *алкалоидов* и др.). Либих впервые получил такие важные вещества, как уксусный альдегид, хлороформ и другие соединения, которые позже нашли применение в технике и медицине.

Ученый исследовал условия протекания органических реакций под влиянием некоторых *металлов* (в первую очередь платины). В 1839 г. он выдвинул одну из первых теорий *катализа*. По его мнению, в присутствии катализатора, остающегося в реакции неизменным, происходит ослабление взаимного притяжения частей соединений. Это облегчает и ускоряет реакцию. Правильность этих представлений химии признали лишь через несколько десятков лет. На основании теории катализа Либих предложил рассматривать важнейшие природные процессы — брожение и гниение — как реакции, ускоряющиеся под действием биологических катализаторов-ферментов. Эти идеи ученого легли в дальнейшем в основу биохимических исследований (см. *Биохимия*).

В 1840 г. была опубликована книга Либиха «Химия в приложении к земледелию...», которая оказала большое влияние на становление агрохимической науки. В ней автор предложил теорию минерального питания растений и рекомендовал вносить минеральные удобрения в почву для повышения урожайности культурных растений.

ве есть минеральные составляющие, которые, как и *удобрения*, служат источником питания растений, и есть гумус — смесь органических веществ, тоже нужных для питания растений. Одновременно гумус служит структурообразователем почвы и средой обитания массы почвенных микроорганизмов, среди которых особенно важны бактерии-азотфиксаторы.

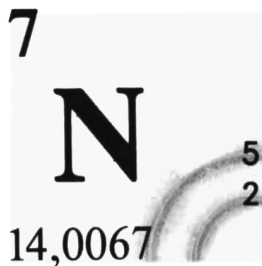
Лучшие условия для деятельности клубеньковых бактерий и других микроорганизмов почвы создаются с помощью известкования кислых почв — внесения в них извести. В результате этого процесса в почвенном поглощающем слое происходит замена части ионов *водорода* и *алюминия* ионами *кальция*. Эта замена сказывается и на структуре почв, особенно подзолистых и торфяных. Известкование повышает эффективность применения органических и минеральных удобрений.

Химические процессы, происходящие в почве, чрезвычайно сложны, тем более что наряду с природными соединениями в них участвуют и привнесенные человеком удобрения, *пестициды* и т. д.

Научно обоснованные рекомендации, которые дает агрохимическая наука практике, позволяют улучшить плодородие почвы и повысить урожайность. В нашей стране видную роль в развитии агрохимии сыграли такие выдающиеся ученые, как *М. В. Ломоносов*, *Д. И. Менделеев*, *В. В. Докучаев*, *Д. Н. Прянишников*, *К. А. Тимирязев* и другие.

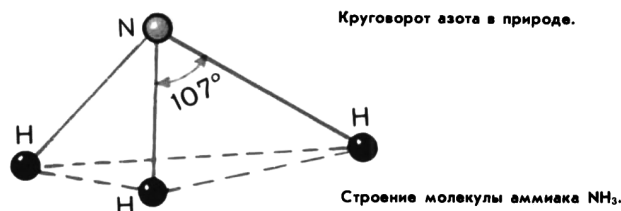
АЗОТ

Азот (лат. Nitrogenium) — химический элемент V группы периодической системы Менделеева; атомный номер 7, атомная масса 14,0067.



Бесцветный газ, без вкуса и запаха. Один из самых распространенных элементов, главная составляющая часть атмосферы Земли ($4 \cdot 10^{15}$ т).

Слово «азот», предложенное французским химиком *А. Лавуазье* в конце XVIII в., греческого происхождения. «Азот» означает «безжизненный» (приставка «а» — отрицание, «зот» — «жизнь»). Именно так считал Лавуазье. Именно так считали его современники, в том числе шотландский химик и врач *Д. Резерфорд*, выделивший азот из воздуха чуть раньше своих известных коллег — шведа *К. Шееле*, англичан *Д. Пристли* и *Г. Кавендиша*. Резерфорд в 1772 г. опубликовал диссертацию о так называемом «мефитическом», т. е. неполноценном, воздухе, не поддерживающем горения и дыхания.



Название «азот» для нового газа казалось достаточно точным. Но так ли это?

Азот действительно в отличие от *кислорода* не поддерживает дыхания и горения. Однако дышать чистым кислородом постоянно человек не может. Даже больным дают чистый кислород лишь непродолжительное время. Очевидно, он не просто нейтральный разбавитель кислорода. Именно смесь азота с кислородом наиболее приемлема для дыхания большинства обитателей нашей планеты.

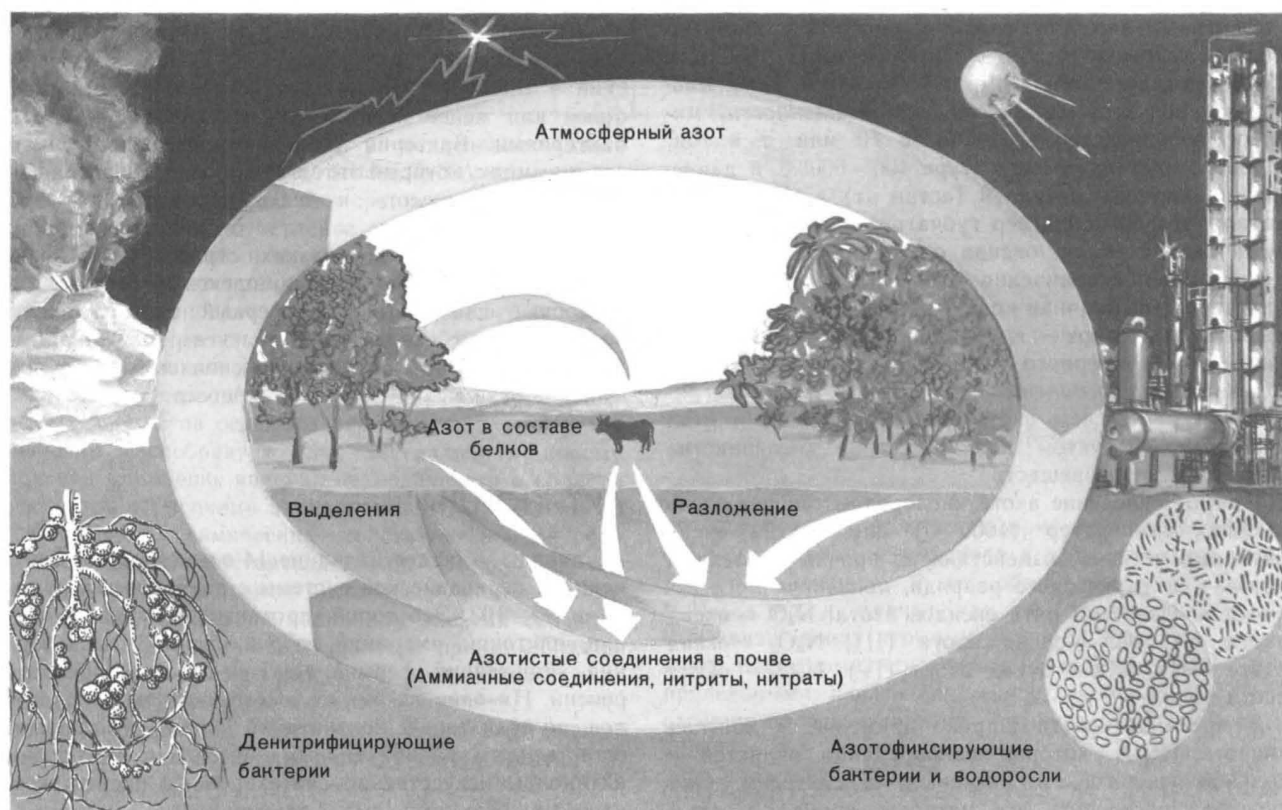
А разве справедливо называть безжизненным этот элемент? Чем подкармливают растения, внося минеральные удобрения? Прежде всего соединениями азота, *калия* и *фосфора*. Азот входит в состав бесчисленного множества органических соединений, в том числе таких жизненно важных, как *белки* и *аминокислоты*.

Для человечества чрезвычайно полезна относительная инертность этого газа. Будь он более склонен к химическим реакциям, атмосфера Земли не могла бы существовать в том виде, в каком она существует. Сильный окислитель кислород вступил бы с азотом в реакцию, и образовались бы ядовитые *оксиды* азота. Но если бы азот был действительно инертным газом, таким, например, как гелий, то тогда ни химические производства, ни всемогущие микроорганизмы не смогли бы связать азот атмосферы и удовлетворить потребность всего живого в связанном азоте. Не было бы аммиака, азотной кислоты, необходимой для производства множества веществ, не было бы важнейших удобрений. Не было бы и жизни на Земле, ведь азот входит в состав всех организмов. На долю азота приходится около 3% от массы человеческого организма.

Элементарный, не связанный азот применяется достаточно широко. Это самый дешевый из газов, химически инертных в обычных условиях, поэтому в тех процессах *металлургии* и большой химии, где надо защищать активное соединение или расплавленный металл от взаимодействия с кислородом воздуха, создают чисто азотные защитные атмосферы. Под защитой азота хранят в лабораториях легко окисляющиеся вещества. В металлургии азотом насыщают поверхности некоторых *металлов* и *сплавов*, чтобы придать им большую твердость и износостойчивость. Широко известно, например, азотирование *стали* и *титановых сплавов*.

Жидкий азот (температуры плавления и кипения азота: -210°C и -196°C) используют в холодильных установках.

Малая химическая активность азота объясняется

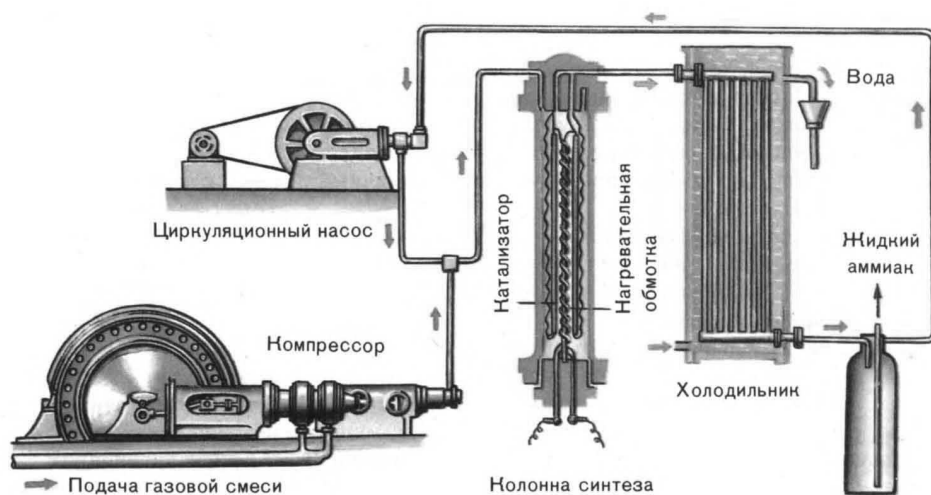


прежде всего строением его молекулы. Как и у большинства газов (кроме инертных), молекула азота состоит из двух атомов. В образовании связи между ними участвуют по 3 валентных электрона внешней оболочки каждого атома. Чтобы разрушить молекулу азота, необходимо затратить очень большую энергию — 954,6 кДж/моль. Без разрушения молекулы азот в химическую связь не вступит. При обычных условиях с ним способен вступить в реакцию только *литий*, давая нитрид Li_3N .

Намного активнее атомарный азот. При обычной температуре он вступает в реакции с *серой*, *фосфором*, *мышьяком* и некоторыми металлами, например со *ртутью*. Но получить азот в виде отдельных атомов сложно. Даже при 3000°C не наблюдается заметного разложения молекул азота на атомы.

Соединения азота имеют громадное значение и для науки, и для многих отраслей промышленности. Ради получения связанного азота человечество идет на огромные энергетические затраты.

Синтез аммиака идет в гигантских колоннах синтеза, куда с помощью компрессора подается смесь водорода и азота. Реакция протекает под давлением в 300 ат и температуре около 500°C в присутствии катализатора. Образовавшийся аммиак NH_3 в холодильнике превращается в жидкость (конденсируется). Жидкий аммиак удаляется из системы, а непрореагировавшие газы поступают в циркуляционный насос, который снова подает их в колонну синтеза.



Основным способом связывания азота в промышленных условиях остается синтез аммиака NH_3 (см. *Синтез химический*). Аммиак — один из самых массовых продуктов *химической промышленности*, мировое производство его — более 70 млн. т в год. Процесс идет при температуре 400—600°С и давлении в миллионы паскалей (сотни ат) в присутствии катализаторов, например губчатого *железа* с добавками оксида *калия*, оксида *алюминия*. Сам аммиак используется ограниченно и обычно в виде водных растворов (аммиачная вода — как жидкое удобрение, нашатырный спирт — в *медицине*). Но аммиак в отличие от атмосферного азота довольно легко вступает в реакции *присоединения* и *замещения*. Да и окисляется он легче, чем азот. Поэтому аммиак и стал исходным продуктом для получения большинства азотсодержащих веществ.

Прямое окисление азота кислородом требует очень высоких температур (4000°С) или других очень активных методов воздействия на прочные молекулы азота — электрического разряда, ионизирующего излучения. Известны пять оксидов азота: N_2O — оксид азота (I), NO — оксид азота (II), N_2O_3 — оксид азота (III), NO_2 — оксид азота (IV), N_2O_5 — оксид азота (V).

В промышленности широко применяется азотная кислота HNO_3 , которая одновременно является и сильной кислотой, и активным окислителем. Она способна растворять все металлы, кроме *золота* и *платины*. Химикам азотная кислота известна, по крайней мере, с XIII в., ею пользовались древние алхимики. Азотная кислота чрезвычайно широко используется для получения нитросоединений. Это главный нитрующий агент, с помощью которого в состав органических соединений вводят нитрогруппы NO_2 . А когда три таких группы появятся, к примеру, в молекуле толуола $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, то обычный органический растворитель превращается во взрывчатое вещество — тринитротолуол, он же тротил, или тол. Глицерин после нитрования превращается в опасное взрывчатое вещество — нитроглицерин.

Не менее важна азотная кислота в производстве минеральных *удобрений*. Соли азотной кислоты — нитраты, прежде всего нитраты натрия, калия и аммония, используются главным образом как азотные удобрения. Но, как установил академик Д. Н. Прянишников, растение, если ему предоставлена возможность выбора, предпочитает аммиачный азот нитратному.

Соли другой кислоты азота — слабой азотистой HNO_2 — называются нитритами и также довольно широко используются в химической и других отраслях промышленности.

Получать соединения азота с минимальными энергетическими затратами при небольших температурах и давлениях ученые стремятся уже давно. Идею о том, что некоторые микроорганизмы могут связывать азот воздуха, первым высказал русский физик П. Коссович в конце XIX в., а выделил из

почвы первую азотфиксирующую бактерию другой наш соотечественник — биохимик С. Н. Виноградский в 1890-е гг. Но лишь в последнее время стал более или менее ясен механизм связывания азота бактериями. Бактерии усваивают азот, превращая его в аммиак, который затем очень быстро превращается в *аминокислоты* и *белки*. Процесс идет при участии *ферментов*.

В лабораториях нескольких стран (в СССР в начале 60-х гг.) получены комплексные соединения, способные связывать атмосферный азот. Главная роль при этом отводится комплексам, содержащим *молибден*, *железо* и *магний*. В основном уже изучен и разработан механизм этого процесса.

АКТИНОИДЫ

Актиноиды — общее название 14 элементов седьмого периода периодической системы с порядковыми номерами 90—103. Это торий, протактиний, уран, нептуний, плутоний, америций, кюрий, берклий, калифорний, эйнштейний, фермий, менделевий, nobelium, лоуренсий. Ни один из них не имеет стабильных *изотопов*, но если торий, протактиний и уран относятся к естественным радиоактивным элементам, то прочие актиноиды искусственно синтезированы посредством ядерных реакций (см. *Трансурановые элементы*). В переводе с греческого название «актиноиды» означает «подобные актинию»; оно дано по аналогии с названием «лантаноиды» для 14 элементов от церия до лютеция в шестом периоде таблицы Д. И. Менделеева ($Z=58-71$).

Представление о семействе актиноидов ввел в 1944 г. американский ученый Г. Сиборг. В соответствии со своей актиноидной теорией он предположил, что в атомах элементов, начиная с тория, происходит построение 5f-подоболочки так же, как у лантаноидов — заполнение 4f-подоболочки. Поэтому все 14 актиноидов стали помещать вместе с актинием в одну клетку периодической системы, а их совокупность располагать внизу, под рядом лантаноидов. Такое размещение актиноидов получило широкое распространение.

Между тем в результате изучения химии трансурановых элементов выяснилось, что сходство актиноидов с лантаноидами во многом носит формальный характер. Как известно, для лантаноидов преобладает степень окисления +3, и в этом состоянии они проявляют исключительное сходство. Напротив, для актиноидов было установлено существование гораздо большего числа степеней окисления — от +1 до +7. Так, получены соединения нептуния, плутония и америция, где эти элементы проявляют степени окисления +6 и +7, а также соединения шестивалентного кюрия. У элементов второй половины ряда актиноидов — эйнштейния, фермия, менделевия и nobelium неожиданно устойчивой оказалась

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md		Lr

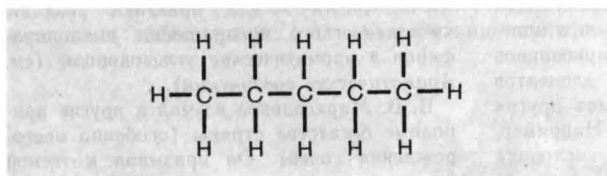
Ряд
актиноидов.

степень окисления +2 (а у менделевия — даже +1). Современные работы (главным образом, советских ученых) показали: при сравнении 5f- и 4f-элементов достаточно отчетливое сходство обнаруживается между тяжелыми актиноидами и легкими лантаноидами; в то же время элементы первой половины семейства актиноидов имеют много общего в химическом поведении с переходными d-элементами предыдущих периодов менделеевской системы. Отсюда следует, что периодическое изменение свойств химических элементов седьмого периода характеризуется большим своеобразием. Это заставляет по-новому подходить к оценке явления периодичности в области элементов с высокими значениями Z .

Особенности химических свойств актиноидов объясняют двумя обстоятельствами. Во-первых, 5f- и 6d-электроны в атомах актиноидов (у элементов с $Z=90-96$) близки по величинам энергий связи, а потому легко могут использоваться при химических взаимодействиях. Во-вторых, в области тяжелых элементов по мере роста Z заметно усложняется характер взаимодействия электронов в атомах, что сказывается на особенностях свойств соответствующих элементов.

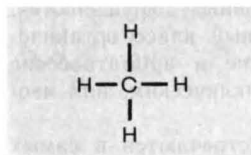
АЛИФАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Алифатические соединения — органические вещества (углеводороды и их производные) с «открытой» (прямой или разветвленной) цепью углеродных атомов. Вот, например, формула одного из алифатических соединений — углеводорода пентана:

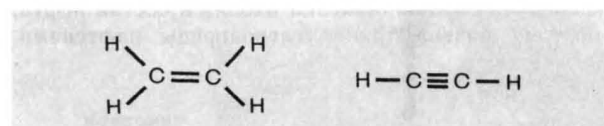


Общее название алифатических соединений происходит от греческого слова «алейфар» — «жир». Их еще называют соединениями жирного ряда, так как впервые структуры с длинными углеродными цепями обнаружены в составе *жиров*.

Если алифатические углеводороды имеют общую формулу C_nH_{2n+2} , значит, в их молекулах все атомы углерода связаны только простыми связями. Это предельные, *насыщенные углеводороды*, или парафины. Простейший представитель насыщенных углеводородов — метан CH_4 . Предельные алифатические

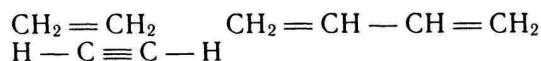


Структурные формулы метана, этилена и ацетилена.



углеводороды содержатся в природном газе, нефти.

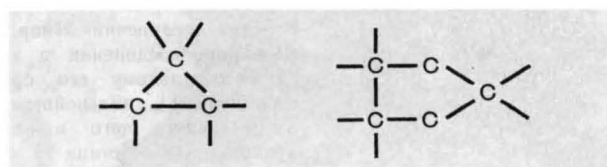
Если содержание водорода в алифатических углеводородах меньше и их общая формула C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} и т. д., значит, там есть двойные или тройные связи между атомами углерода. Тогда их называют олефинами, диолефинами, ацетиленами — *непредельными, ненасыщенными углеводородами*. Простейшие представители их — этилен, бутadiен и ацетилен:



В молекулах алифатических соединений могут содержаться различные функциональные группы: гидроксильная ($-OH$), альдегидная ($-C(=O)H$), карбоксильная ($-COOH$) и др. В таких случаях образуются алифатические *спирты*, *альдегиды*, *карбоновые кислоты* и т. д.

АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Алициклические соединения — органические вещества, молекулы которых содержат замкнутые группировки (кольца, циклы) атомов *углерода*. Например:



В природе распространены алициклические соединения с 5- и 6-членными циклами — циклопентаны и циклогексаны, хотя известны и другие, с большим или меньшим числом атомов углерода в цикле. В мо-

лекулах алициклических соединений могут содержаться функциональные группы атомов — гидроксильные, карбоксильные и др.

Ароматические соединения тоже содержат кольца, но обладают рядом существенных особенностей, поэтому их выделяют в отдельный класс органических соединений. Алициклические и ароматические соединения относятся к карбоциклическим, или изоциклическим, соединениям.

Алициклические соединения встречаются в самых разнообразных природных источниках. Русский химик *В. В. Марковников* доказал, что производные цикlopentана и циклогексана входят в состав нефти, и поэтому назвал такие углеводороды нафтенами.

АЛКАЛОИДЫ

Алкалоиды — природные гетероциклические азотсодержащие физиологически активные органические соединения преимущественно растительного происхождения (см. *Гетероциклические соединения*) с основными свойствами. Сходство с *основаниями*, наверное, не самое главное свойство алкалоидов. Но именно благодаря основным свойствам и, как следствие, способности алкалоидов реагировать с неорганическими и органическими *кислотами* многие из

ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ МАРКОВНИКОВ (1837—1904)



Русский химик-органик, создатель теории взаимного влияния атомов, внес значительный вклад в изучение *алициклических соединений*, открыл нафтыны.

В. В. Марковников — один из первых учеников *А. М. Бутлерова*. После окончания в 1860 г. Казанского университета Марковников избрал своей специальностью *органическую химию*.

Молодой ученый одним из первых приступил к синтезу новых органических соединений на основании положений *теории химического строения*. Работы Марковникова во многом способствовали признанию этой теории. В 1865 г. Марковников сообщил о синтезе предсказанной теорией Бутлерова изомасляной кислоты. Он впервые получил предельную карбоновую кислоту разветвленного строения (см. *Карбоновые кислоты*).

Важное значение для развития представлений о строении органических соединений имело созданное В. В. Марковниковым учение о взаимном влиянии атомов в молекулах. Вслед за Бутлеровым Марковников считал, что сродство атомов элементов сильно влияет на сродство атомов других элементов, связанных с ними. Например, в оксиде углерода (IV) атом кислорода насыщает все сродство атома углерода и тем самым препятствует образованию других его соединений. Напротив, водород и хлор при соединении с углеродом «придают остальному его сродству сильное стремление к дальнейшему соединению», в результате чего может образоваться «уплотненная частица с большим содержанием углерода». В докторской диссертации «Материалы по вопросу о взаимном влиянии атомов в химических соединениях» (1869) Марковников отметил, что это влияние передается «вдоль общей цепи химического действия, удерживающей все элемен-

ты в частице». На сродство атома в соединении влияет сродство всей остальной части молекулы. Эти представления Марковников подтвердил, проанализировав протекание реакций *отщепления, присоединения, замещения, изомеризации* и т. д. Установленные им закономерности получили впоследствии название «правил Марковникова».

С 1873 г. и до конца жизни профессор В. В. Марковников заведовал кафедрой химии Московского университета. Основным направлением его работы в этот период было изучение состава нефти, добываемой главным образом на Апшеронском полуострове. Из нефти он выделил углеводороды нового класса, циклические насыщенные шестичленные углеводороды (1883) и назвал их нафтенами (см. *Нефтехимия, Алициклические соединения*). Марковников обнаружил и первые пятичленные нафтыны, сам синтезировал многие циклопарафины, а также парафины с разветвленной цепью, изучил важную для практики реакцию каталитического превращения циклопарафинов в ароматические углеводороды (см. *Ароматические соединения*).

В. В. Марковников изучал и другие природные богатства страны (особенно месторождения солей). Он призывал к тесной связи развития науки и промышленности в России.