

УДК 54(03)
ББК 24я2
С71

*Серия «Всё для каждого образованного человека»
основана в 2019 году*

Спектор, Анна Артуровна.

С71 Химия для каждого образованного человека /
А. А. Спектор. — Москва : Издательство АСТ, 2019. —
208 с.: илл. — (Всё для каждого образованного чело-
века).

ISBN 978-5-17-116960-2.

Химия — суть нашего окружения, Вселенной и даже нас самих. Как и любая наука, она подчиняется природным законам, как и любая практика, она основана на опыте всего человечества. Идеи и находки алхимиков, первые количественные законы, периодический закон и периодическая система, химические источники тока, ферменты и обмен веществ, влияние гормонов на мужское и женское здоровье, полезные и вредные алкалоиды — эти и множество других открытий в области химии представлены на страницах данной книги.

УДК 54(03)

ББК 24я2

© Оформление, иллюстрации
ООО «Интеджер», 2019

© ООО «Издательство АСТ», 2019

© В оформлении использованы материалы,
предоставленные Фотобанком Shutterstock, Inc.,
Shutterstock.com

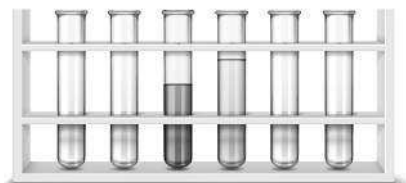
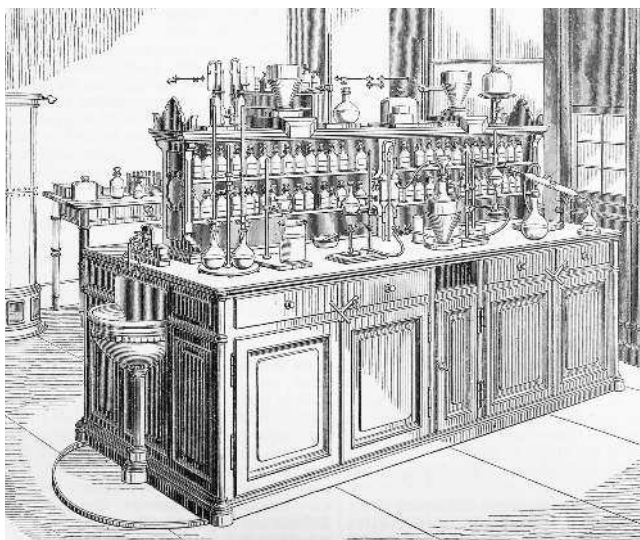
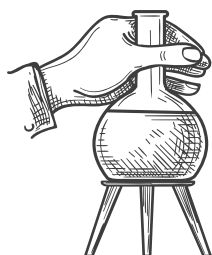
© В оформлении использованы материалы,
предоставленные Фотобанком Dreamstime, Inc.,
Dreamstime.com

ISBN 978-5-17-116960-2

Предисловие

Химия уходит своими корнями в далекое прошлое. Как и любая наука, она подчиняется природным законам, как и любая практика, она основана на опыте всего человечества. С глубокой древности люди желали узнать, как устроен мир, почему одни вещества превращаются в другие. Уже в те времена они сами пытались создавать химические соединения. Начало химии было положено еще тогда, когда появились первые костры и первые плавильные печи, когда люди только начали покорять металл.

Развитие этой науки — это цепь гениальных прозрений и идей, породивших и теорию, и практику. Стремление познать мир привело к учению об атомах, желание получить золото — к многочисленным изобретениям. Позже благодаря развитию медицины и металлургии возникли гипотезы, связанные со строением вещества, были открыты новые элементы и периодический закон, объединяющий их. С помощью физики химия в начале XX в. получила ответы на основополагающие вопросы об элементах и атомах. В это же время стал бурно развиваться химический синтез, изменивший буквально весь мир. В наши дни нельзя считаться образованным человеком, не разбираясь в основах этой науки. И как никогда справедливы сегодня слова Ломоносова: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие».



ИСТОКИ ХИМИИ: ОГОНЬ И МЕТАЛЛ

Химия изучает вещества, их состав и строение, превращение одних веществ в другие, а также законы, которым эти превращения подчиняются. Без химии наша жизнь невозможна, ведь это и лекарства, и одежда, и краски, и удобрения, и взрывчатые вещества, и источник тока, и даже процессы, происходящие в нашем организме. Так идеи, возникшие в ходе развития химии, воплотились на практике.

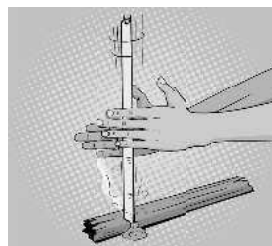
Хотя классическая наука родилась в Новое время, химия гораздо древнее, потому что древними являются ее идеи и методы. Считается, что химия началась, когда металлы стали обрабатывать с помощью огня. Поддерживать огонь люди научились около миллиона лет назад. А через сотни тысяч лет они смогли добывать его самостоятельно. Это изменило их жизнь, помогло создать множество новых материалов, первым из которых была огнеупорная глина. Но основное достижение древности — металлургия. Первые металлы, с которыми познакомился человек, были золото, серебро и медь. Они встречаются на земной поверхности в виде самородков. Затем открыли металлы, которые широко распространены в природе и легко выделяются из руд, — это железо, олово, свинец и ртуть. Медь сначала обрабатывали как камень: били по ней, меняя форму, — такой способ называется холодной ковкой. Затем ее стали нагревать на огне, что делало медь пластичной, но и более хрупкой. Этот спо-



Покорение огня стало основой для развития химии.

СПОСОБЫ ДОБЫВАНИЯ ОГНЯ

Тлеющую деревянную стружку или древесный порошок получали, скобля дощечку вдоль или поперек волокон либо высверливая в ней отверстия. Эти способы называются соответственно огневым плугом, огневой пилой и высверливанием. Для раздувания огня использовался трут. В Индии и Индонезии огонь добывали сжатием воздуха. Кроме того, огонь высекали, ударя камнем о кусок серного колчедана или железом о кремнь. Подобный способ использовали вплоть до XIX в., до изобретения спичек.



Добывание огня путем сверления.

соб обработки называется горячей ковкой. Чтобы сделать ее еще более твердой и прочной, изобрели сплав меди с другими веществами — бронзу. Первой бронзой был сплав меди с мышьяком, который встречается в природе чаще, чем олово. Но мышьяк ядовит. Кроме того, при переплавке часть мышьяка испарялась и терялась — сплав становился хуже. Поэтому с 3000 г. до н. э. изделия из оловянной бронзы постепенно вытеснили изготовленные из медных сплавов мышьяковую. Интересно, как же возникла идея о сплаве меди и олова. Вероятнее всего, изначально сплавляли вместе не чистые металлы, а их руды. Очевидно, первая оловянная бронза была получена из полиметаллической руды, содержащей и сульфид меди, и касситерит — породу с оловом. Древняя бронза содержала 2—4% олова, в отличие от современной, содержащей около 9—10% олова.

ОЛОВО ДЛЯ БРОНЗЫ

На британском полуострове Корнуолл добыча олова ведется с бронзового века. Считается, что легендарные Касситериды, или Оловянные острова, где финикийцы в древности добывали олово, это либо сами Британские острова, либо крохотные островки у побережья Корнуолла.

Бронзовый век дал начало первым цивилизациям, но постепенно бронза уступила место железу. Материал, который мы так называем, на самом деле — сплав железа с углеродом. Если углерода в сплаве меньше 0,3%, это и есть железо — мягкий, пластичный, тугоплавкий сплав. Если концентрация 0,3—2,14% — это сталь, которая поддается закалке. Если углерода более 2,14% — это чугун.

Сначала пользовались метеоритным железом. Около 2000 г. до н. э. были изготовлены первые изделия из неметеоритного железа, добытого в земле. В середине II тысячелетия до н. э. железные изделия распространились в Малой Азии. Так начинался железный век. Сплавы, строго говоря, не химические соединения, но чтобы получить железо из его оксида, надо восстановить его, то есть отнять кислород, а это уже химия. Для этого использовали уголь, который загружали в печь вместе с рудой. Углерод вступал в реакцию с оксидом железа, при этом образовывались железо и углекислый газ. Так древние мастера использовали окислительно-восстановительные реакции, хотя еще не знали их механизма, и воплощали в жизнь первые химические идеи.



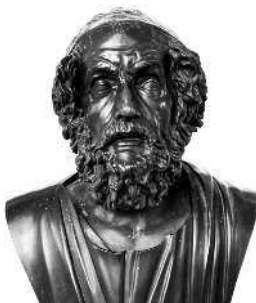
Наковальня.

«ХИТРЫЕ ИЗДЕЛИЯ ЖЕЛЕЗА»

Начало железного века в Средиземноморье относится примерно к 1200 г. до н. э., ко времени Троянской войны. Гомер, живший намного позже, несколько раз упоминает железо в «Илиаде» и «Одиссее»:

*Много сокровищ хранится
в отеческом доме богатом,
Много и меди, и злата,
и хитрых изделий железа.*

Технология изготовления железа была сложнее, чем бронзы. И горячее дутье, иковка, и добавление углерода, и закалка — все это требовало большого опыта и знаний. Дорийцы, которые вторглись в Грецию с севера и уничтожили микенскую культуру, смогли это сделать потому, что у них уже было железо, а победители при Трое незадолго до этого — ахейцы — сражались бронзовым оружием.



Бронзовый бюст Гомера.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

В древности люди знали семь металлов: золото, серебро, медь, железо, олово, свинец, ртуть. Золото и серебро не окисляются, имеют красивый внешний вид, поэтому их называли благородными. Остальные металлы считали неблагородными.



ГРЕЧЕСКАЯ НАТУРФИЛОСОФИЯ: АТОМИЗМ И ЧЕТЫРЕ СТИХИИ

В I тысячелетии до н. э. в разных странах мира возникли различные философские школы, породившие основные идеи о строении Вселенной и вещества. Ведь тогда философия объединяла начала всех наук. Натурфилософия, развившаяся в античной Греции, положила начало европейской науке, в том числе и химии. Одни философы считали материю непрерывной до бесконечности, другие — дискретной, состоящей из неделимых частиц — атомов. Последняя идея впоследствии привела к научным теориям позднейших эпох.

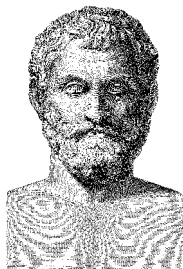
Первой научно-философской школой Древней Греции была Милетская. Ее представители и их последователи построили теории о строении и природе вещества и искали прежде всего основные элементы, или стихии. Понятие элемента тогда отличалось от современного. Так, Фалес Милетский считал главной стихией воду, из сгущения, которой, по его мнению, образовалась земля. Анаксимен из Милета (ок. 585—525 гг. до н. э.) полагал, что первоосновой всего является воздух, а земля образовалась сгущением воздуха.

Ксенофан Колофонский (ок. 565—473 гг. до н. э.) утверждал, что земля и есть первооснова всего. Из земли и воды произошли все остальные вещи.

Гераклит Эфесский (ок. 540—480 гг. до н. э.) считал, что Вселенная постоянно меняется. Значит, и первоосновой должен быть самый изменчивый элемент — огонь.

По мнению Эмпедокла (ок. 490—430 гг. до н. э.), стихий четыре: огонь, вода, воздух и земля. Их объединяет любовь, а разъединяет вражда.

Идею о четырех стихиях развил Платон (428—348 гг. до н. э.). Он описал частицы, соответствующие каждой из них. Философ считал, что эти частицы — правильные

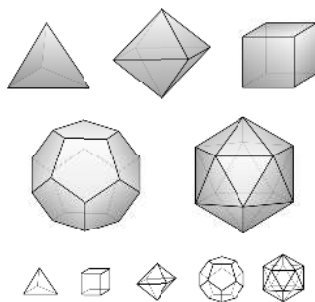


*Фалес Милетский
(640/624—
548/545 гг. до н. э.) —
древнегреческий
философ, основатель
Милетской школы,
где высказывались
идеи о строении
вещества.*

многогранники, а свойства каждой стихии зависят от их геометрии. Эти многогранники принято называть платоновыми телами. Платоновы тела можно сопоставить с атомами, хотя атомистика в Греции была несколько иным учением. А затем о четырех стихиях рассказал Аристотель (384—322 гг. до н. э.). Он разделял предположение Платона о существовании пятого элемента, который назвал квинтэссенцией, но считал, что четыре стихии — это различные проявления первоматерии. Причем она каждый раз проявляет два свойства, у каждого из которых есть своя противоположность. Так, огонь — это тепло и сухость, вода — холод и влажность, земля — холод и сухость, а воздух — тепло и влажность.

ПЛАТОНОВЫ ТЕЛА

Правильных многогранников существует пять: тетраэдр (четыреугогранник), куб (шестиугогранник), октаэдр (восьмигранник), додекаэдр (двенадцатиугогранник) и икосаэдр (двадцатиугогранник). По Платону тетраэдр соответствует огню, октаэдр — воде, куб как самый устойчивый — земле, икосаэдр — воздуху. А додекаэдр — это пятый элемент, из которого состоят небесные тела. При этом огонь относится к воздуху как воздух к воде, а вода к земле.



НАСЛЕДИЕ АРИСТОТЕЛЯ

Аристотель был поистине универсальным ученым, что неудивительно для времен, когда не существовало такого разделения наук, как сегодня. Он оставил наследие в областях формальной логики, зоологии, политологии. Автор идей, которые много веков применялись в физике и химии. Несмотря на то что многие его идеи были опровергнуты, его вклад в науку бесценен.



Аристотель (384—382 гг. до н. э.) — древнегреческий философ.



Платон (428—348 гг. до н. э.) — древнегреческий философ, учитель Аристотеля.

Смешиваясь в различных сочетаниях, элементы (стихии) могут образовывать сложные тела. Происходит это в результате истинного смешивания, отличного от механического. Более того, поскольку каждый из элементов несет в себе два свойства об-

КРЮЧКИ ДЕМОКРИТА

Демокрит попытался объяснить природу, как бы теперь сказали, химической связи. Он утверждал, что число атомов бесконечно, а основные их характеристики — это размер и форма. У них есть зубчики и крючки, которыми они цепляются друг за друга и создают сложные вещества. Демокрита справедливо критиковали за крючки. Эпикур говорил, что крючки бы просто сломались. Правда, сам он тоже полагал, что атомы соединяются с помощью отростков.



Демокрит (ок. 460 — ок. 370 гг. до н. э.) — древнегреческий философ, наряду с Левкиппом считается основателем атомизма.

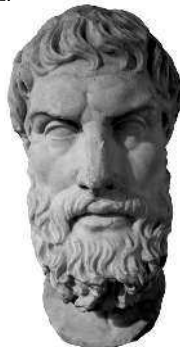
щей первоматерии, они могут превращаться друг в друга.

Атомисты, в отличие от Аристотеля, утверждали, что все состоит из мельчайших неделимых частиц (по-гречески *ατομος* — «атомос»). Поэтому Демокрит назвал эти частицы атомами. «Нет ничего, кроме атомов, вечно движущихся в бесконечной пустоте», — полагал он. Атомы движутся по предначертанным им путям.

Многие идеи древнегреческих философов оказались ошибочными, а многие стали величайшими прозрениями, заложившими основу атомной теории строения вещества, и потому чрезвычайно важны для развития химии.

АТОМЫ ЭПИКУРА

Знаменитый философ Эпикур, последователь Демокрита, утверждал, что число атомов каждой формы бесконечно, но число их форм — конечно. К таким характеристикам атома, как форма и величина, он добавил вес. А определение атомных весов, точнее, масс, стало уже в XIX в. одной из важнейших задач химии.



Эпикур (342/341—271/270 гг. до н. э.) — древнегреческий философ, основатель эпикуреизма, атомист.

ИДЕИ И НАХОДКИ АЛХИМИКОВ: К ЧЕМУ ПРИВЕЛИ ПОИСКИ ЗОЛОТА

Алхимический период истории химии продолжался около полутора тысяч лет. Именно тогда появилось и слово «химия», и сама химическая наука. Целью алхимиков было получение золота из неблагородных металлов, а также эликсира, то есть философского камня, и гомункулуса, но, добываясь этого, они предложили немало идей и методов, давших начало современной химической практике. Без алхимии не было бы современной химии.

Александрийская библиотека в представлении художника XIX в. О. фон Корвена.



Алхимия зародилась в Египте, в Александрии, которую основал в 331 г. до н. э. Александр Македонский. В результате его завоеваний греческая культура распространилась на огромную территорию, положив начало эпохе эллинизма (от слова «Эллада» — Греция).

Соратники Александра поделили его империю, и Египет достался Птолемею. При нем в Александрии был основан Мусейон (буквально: «храм муз») — научный и культурный центр. В его состав входили и знаменитая библиотека, и алхимическая лаборатория. Мусейон, откуда и пошло слово «музей», просуществовал восемь веков. Он объединил греческую натурфилософию с египетской ремесленной химией, которая достигла к тому времени высокого развития, а также с египетской религией, поскольку научные знания в Египте были прерогативой жрецов. Так в Александрии зародилась новая наука, которую и называли египетской, то есть химией, потому что древнее название Египта — Кем или Хем. Впервые это слово встречается в работе 336 г. у сицилийского ученого Юлиуса Матерна Фирмика.

Александрийские ученые, следуя идеям Аристотеля, полагали, что вещества состоят из четырех стихий, которые могут переходить друг в друга. Значит, изменив пропорции стихий в одном веществе, его можно превратить в другое. Так родилась идея трансмутации, или превращения ме-

таллов. Разумеется, хотели превратить обычные металлы в благородные, то есть в золото и серебро. Операцию эту называли Великим Деланием.

Золото пытались получить из меди, добавляя к ней различные минералы, содержащие мышьяк. Они давали с медью белые, желтые, красноватые и золотистые сплавы,

ХВАТИТ ЛИ ПЛАНЕТ ДЛЯ ВСЕХ МЕТАЛЛОВ?

Каждому металлу поставили в соответствие планету, точнее, небесное тело. Золото связали с Солнцем, серебро — с Луной, медь — с Венерой, железо — с Марсом, свинец — с Сатурном, олово — с Юпитером, а ртуть — с Меркурием. Поэтому металлы стали обозначать символами и наименованиями небесных светил. Интересно, что уже в Средневековье мышьяк и сурьму долгое время не хотели признавать металлами, потому что для них не хватало планет. Сегодня же эти элементы считаются полуметаллами из-за своих характеристик, а всего металлов вместе с полуметаллами насчитывается 94.



Сурьма.

которые принимались за золото несмотря на то, что мышьяковая бронза была известна до этого много веков.

Перегоняя ртуть, иногда получали очень небольшое количество золота или серебра. Это были просто примеси в содержащих ртуть рудах. Однако в те времена думали, что ртуть можно превратить в благородный металл или же она сама является жидким серебром.

Неудивительно, что александрийские химики усовершенствовали получение золота и серебра из руд, разработали способ очистки золота купелированием — нагреванием руды со свинцом и селитрой. Селитрой называют нитраты щелочных, щелочноземельных металлов (в том числе их кристаллогидратов) и аммония. Они научились получать амальгаму — сплав ртути с каким-либо иным металлом. Амальгаму золота применяли для позолоты.

Однако со временем над химией сгустились тучи. Римский император Диоклетиан (243—315), опасаясь, что получение дешевого золота подорвет экономику, запретил занятия химией и приказал уничтожить все труды по ней.

А когда государственной религией Римской империи стало христианство, гонения на химию, которую считали языческой ересью, усилились. В 391 г. был разрушен храм Сераписа (Серапеем), где находилась алхимическая лаборатория и знаменитая библиотека. В 529 г. папа римский Григорий I запретил чтение древних книг и занятие математикой и философией, официально же Александрийский музей — он перестал существовать лишь в 640 г., когда Египет завоевали арабы.

Арабские халифы покровительствовали наукам. Тогда слово «химия» получило артикль «аль» и превратилось в «алхимию». Муса Джабир ибн Хайан (721—815), известный в европейской традиции как Гебер, разработал ртутно-серную теорию происхождения металлов, поскольку ртуть блесит, а сера имеет желтый цвет. Он считал, что в основе всех семи металлов лежат два принципа — Ртуть (философская Ртуть, или принцип металличности) и Сера (философская Сера, или принцип горючести). Обычные ртуть и сера просто свидетельствуют о существовании

Алхимики использовали посуду из серебра и других металлов.



философских Ртути и Серы как духовных принципов. Два принципа соединяются под воздействием тепла и образуют семь металлов: золото, серебро, ртуть, медь, железо, олово и свинец.

ДВА ГЕБЕРА И ОДНА АЛХИМИЯ

Джабир ибн Хайан, вероятно, впервые получил разбавленную азотную кислоту, перегоняя селитру с квасцами и медным купоросом. Этот метод применялся вплоть до XVII в. Кроме того, в трудах ученого описываются способы получения уксусной кислоты и свинцовых белил, приводятся различные методы, такие как перегонка, возгонка, кристаллизация и другие. Он был также известным врачом, написал книгу «Яды и противоядия». Джабир был настолько уважаем, что в XIV в. один европейский алхимик подписывал свои труды его латинизированным именем и остался в истории как Псевдо-Гебер.



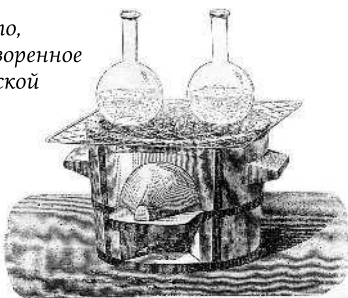
Джабир ибн Хайан (721—815) — арабский алхимик и врач, автор труда «Книга семидесяти» и других работ.

Золото как самый совершенный металл получается при самых благоприятных соотношениях Ртуты и Серы и созревает быстрее при добавлении эликсира. Слово происходит от греческого «ксерион» — «сухой». Алхимический эликсир вовсе не жидкость, потому что плотность золота выше

ЦАРСКАЯ ВОДКА: КАК РАСТВОРИТЬ ЗОЛОТО

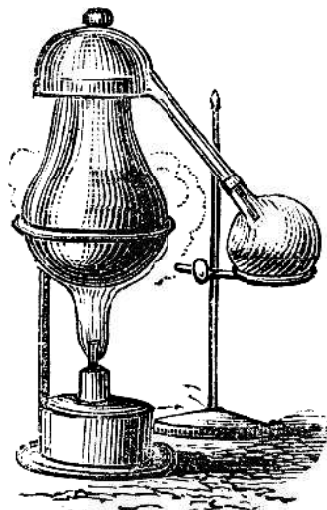
Пытаясь получить золото, алхимики поставили задачу сделать универсальный растворитель. Итальянский алхимик Бонавентура (кардинал Джованни Фиданца, 1121—1274) приготовил раствор нашатыря (хлорида аммония, NH_4Cl) в азотной кислоте (HNO_3), которую тогда называли крепкой водкой (точнее, крепкой водой — aqua fortis). В этой смеси растворилось золото, которое считалось царем металлов, за что она и получила название царской водки. Сегодня же царской водкой называется смесь концентрированных азотной и соляной кислот в пропорции 1 : 3 по объему.

*Золото,
растворенное
в царской
водке.*



ПЕРЕГОНКА И ЕЕ ПРОДУКТЫ

Перегонка, или дистилляция, основана на том, что при кипячении жидкости разные вещества, составляющие ее, испаряются при разных температурах. Пар затем охлаждается и конденсируется. Таким образом, продуктом дистилляции является либо дистиллят, либо осадок, либо и то, и другое. Перегонка известна в Александрии с I в., в XI в. на Востоке с ее помощью получали эфирные масла, в XII в. в Европе в медицинской школе Салерно получили чистый спирт, затем — уксусную кислоту.



Алембик — перегонный аппарат алхимиков.



Альберт Великий (настоящее имя — Альберт фон Большштедт, 1193—1280), — выдающийся европейский ученый Средневековья, сыгравший решающую роль в продвижении философии Аристотеля.

*Разес на европейской
средневековой миниатюре.*



плотности ртути, и тогда считали, что он должен быть очень плотным. Поэтому позднее в Европе его стали называть философским камнем. Кроме того, думали, что получение благородного металла золота из неблагородного — это излечение данного металла, а значит, эликсир может излечивать другие болезни и даже давать бессмертие. Отсюда и современное значение этого слова.

Но ртутно-серная теория плохо объясняла свойства солей металлов. И тогда Абу Бакр Мухаммед ибн Закарийя Ар-Рази (864—925), в европейской литературе известный как Разес, добавил к двум принципам третий — принцип растворимости (хрупкости) — философскую Соль.

Разес был отличным практиком. Так, он получил раствор серной кислоты путем прокаливания смеси железного и медного купороса. Серную кислоту тогда называли купоросным маслом.

Арабские химики умели точно рассчитывать плотность металлов — их результаты всего на 1% отличаются от современных.

После XII в. арабская алхимия начала приходить в упадок. Центр научной мысли переместился в Европу, чему способствовали Крестовые походы, начавшиеся еще в 1096 г. Арабские трактаты и сочинения Платона и Аристотеля стали переводить на латынь.

Огромную роль в этом сыграл Альберт Великий. Он также несколько модифицировал ртутно-серную теорию, утверждая, что металлы состоят из ртути, серы, мышьяка и наштаыря. Он впервые подробно описал мышьяк и, по одной из версий, впервые выделил его в свободном виде. Свои идеи и работы ученый обобщил в трактатах «Книга об алхимии» и «Пять книг о металлах и минералах».

Роджер Бэкон (1214—1292), который утверждал, что «никакое знание не может быть достаточным без опыта», описал прекращение горения тел в закрытых сосудах. Это был шаг к кислородной теории горения, до появления которой оставалось еще пять веков. Бэкон описал черный порох и, вероятно, изобрел его независимо от Бертольда Шварца.

В процессе поисков философского камня химики получили концентрированные сильные неорганические кислоты — серную и азотную. Благодаря этому появились новые возможности для химических экспериментов, растворения ранее нера-

ФОСФОР ВМЕСТО ЗОЛОТА

Поиски золота продолжались долго, даже в период научной революции. Его пытались получить из веществ золотистого цвета. Поэтому гамбургский алхимик Хенниг Бранд переработал для этого большое количество мочи, полученной из солдатских казарм. В 1669 г., выпаривая мочу, он получил белое, похожее на воск вещество, светившееся в темноте. Бранд дал этому веществу название *phosphorus mirabilis*, в переводе с латинского — «чудотворный носитель света». Фосфор оказался первым элементом, чье открытие точно датировано. Бранд, а потом купивший у него технологию Иоганн Кункель и другие химики, а затем и их наследники публично демонстрировали этот фосфор за деньги. Однако затем фосфор получил Роберт Бойль, потом другие исследователи, цена на него стала падать, и подобные демонстрации оказались невыгодны. Сегодня же фосфор, который необходим для производства удобрений, получают из апатитов и фосфоритов.

Apatum.



Главные методы, которые разработали химики:

- Перегонка (дистилляция)
- Возгонка (сублимация)
- Осаждение (преципитация)
- Фильтрация
- Кристаллизация
- Кальцинация (обжиг)

Эти методы и сегодня широко используются в химии.

створимых веществ. Так постепенно прирастали химические знания, возникали новые идеи, подготавливая появление современной научной химии.

ТЕХНИКА И МЕДИЦИНА: НОВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ХИМИИ

На исходе Средневековья, на заре Нового времени, в Европе были открыты провозглашены новые цели алхимии, которая постепенно превращалась в химию. Это усовершенствование химических технологий и изготовление лекарств. Так зародились техническая химия и ятрохимия (от слова «иатрос» — «врач»). Появилось множество новых идей и методов в горном деле, обработке металлов и других материалов, химии стекла, красильном деле, фармацевтике. Это стало огромным шагом к научной революции.

Эпоха Возрождения и последовавшие за ней периоды ознаменовались не только появлением гуманитарных идей, развитием искусства и обращением к античному наследию, но и техническими достижениями. Огнестрельное оружие, появившееся еще в XIV в., привело к усовершенствованию производства пороха. Горное дело и металлургия также быстро развивались. В середине XV в. была разработана технология воздушных горнов, резко выросли добыча и производство золота и серебра.

Развитию горного дела способствовало открытие многочисленных производственных лабораторий. Появился ряд фундаментальных трудов с описанием различных технологий. Так, в 1540 г. в Венеции был опубликован труд «О пиротехнике» Ванноччо Бирингуччо (1480—1539). Работа состояла из десяти книг и содержала данные не только о фейерверках, но и о военном искусстве. Автором множества трактатов был Георг Агрикола. Самый известный из его трудов — «О горном деле и металлургии в 12 книгах» — вышел после его смерти, в 1556 г. Эта книга, где подробно описывалась организация работы шахт, сами шахты, металлы, горные породы, двести лет

РЕВОЛЮЦИЯ ЦЕН: ОТКРЫТИЕ АМЕРИКИ И ХИМИЯ

В начале XVI в. был переоткрыт утраченный к тому времени процесс амальгамирования, то есть добычи золота из бедных руд посредством растворения в ртути. Усовершенствовалось и получение серебра. Благодаря этому производство серебра в Центральной Европе в 1460—1530 гг. выросло в пять раз. Одним из центров добычи серебра и чеканки монет стал основанный в 1510 г. город Иоахимсталль. Монеты получили название иоахимсталеров и позднее дали имя американскому доллару. Новые методы применялись и в открытой в 1492 г. Америке. Кроме того, Новый Свет и так был богат золотом и серебром. Приток благородных металлов из-за океана, как и усовершенствование технологий по их добыче и обработке, привел к тому, что они сильно подешевели. Остальные же товары к концу XVI в. подорожали в 2—5 раз. Этот процесс назвали революцией цен.



Старинная шахта в Баварии.



На улицах чешского города Яхимов, ранее известного как Иоахимсталль.

была основным руководством в горной промышленности.

И Агрикола, и Бирунгучо были прежде всего практиками и главную задачу алхимии видели в совершенствовании химической технологии. Немецкий врач и алхимик Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, более известный как Парацельс, видел такой целью приготовление лекарств. Он говорил: «Химия — один из столпов, на которые должна опираться врачебная наука. Задача химии вовсе не в том, чтобы делать золото и

ОТЕЦ МИНЕРАЛОГИИ

Георг Агрикола считается одним из отцов минералогии и первым систематическим минералогом в немецких землях. Настоящая его фамилия — Бауэр или Павер, то есть «земледелец», а «Агрикола» — ее латинизированная форма. Он был типичным человеком Возрождения и проявил себя в разных областях. Горным делом он увлекся в 1526—1531 гг., когда занимал должность городского врача в Иоахимстале — центре серебродобывающей промышленности, где к тому же получил в приданое акции серебряной шахты. Переехав в Хемниц и также став там городским врачом, а потом и бургомистром, он все свободное время уделял горному делу и минералогии. Так, он классифицировал минералы, разделив их на простые и сложные, при этом первые дополнительно делились на земли, конкреции, камни и металлы. Эта классификация применялась вплоть до XVIII в.



Георг Агрикола (Бауэр, Павер, 1494—1555) — немецкий ученый, один из основателей минералогии.

серебро, а в том, чтобы готовить лекарства». Точно такую же идею высказывал в свое время Авиценна. Парацельс придерживался теории трех принципов (ртути, серы и соли), видел причины болезней в нарушении равновесия между этими принципами и на этой основе изготавливал лекарства из минеральных соединений. Он называл свою медицину спагирической. Его также считают основателем фармакологии. Известно такое высказывание Парацельса: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным».

Парацельс (1493—1541) — знаменитый врач, увидевший цель алхимии в изотворении лекарств. Его псевдоним означает «превозмогший Цельса» (древнеримский врач и энциклопедист).



ЯТРОХИМИЯ КАК ОСНОВА БИОХИМИИ

Термин «ятрохимия» ввел фламандский ученый Франциск Сильвий (1614—1672), основавший первую химическую лабораторию при Лейденском университете. Он думал, что причинами болезней являются избыточные «едкости» кислотной и щелочной природы. Однако сама идея, что происхождение заболеваний связано с химическими процессами в организме, была очень ценной, так что его можно считать также основателем биохимии.

В учении Парацельса, однако, было немало мистических элементов, за что его критиковал Андреас Либавий (1540—1616) — автор первого в истории учебника по химии, который назывался «Алхимия», хотя содержал раздел под названием «Химия». Алхимию Либавий определяет как «искусство извлекать совершенные магии и чистые эссенции из смешанных тел». Все это нужно для медицины,

металлургии (в том числе для трансмутации металлов) и повседневной жизни. Либавий сам занимался практикой. Он получил серную кислоту, сжигая серу при наличии селитры, нагревая олово с сулемой, синтезировал хлорное олово, которое долго называли дымящимся спиртом Либавия, а перегоняя янтарь, выделил серную кислоту.

Немалая роль в развитии технической химии принадлежит Иоганну Рудольфу Глауберу (1604—1670). Он проводил тщательные исследования состава и получения солей и кислот и в результате внес немалый вклад в разработку способов получения множества неорганических веществ. Глаубер выделил ряд солей, которые предлагал к использованию как лекарства, в частности так называемую глауберову соль.

Глаубер открыл реакцию взаимодействия карбоната калия (поташа) с азотной кислотой, которая давала калийную селитру, или нитрат калия. Эта селитра применяется для производства дымного пороха и удобрений. Ученый получал не только неорганические, но и органические вещества, в том числе уксусную кислоту и бензол.

Глаубер также много внимания уделял стеклу. Он одним из первых стал применять стеклянную посуду, разработал методы

ПЕРВЫЙ УЧЕБНИК ПО ХИМИИ

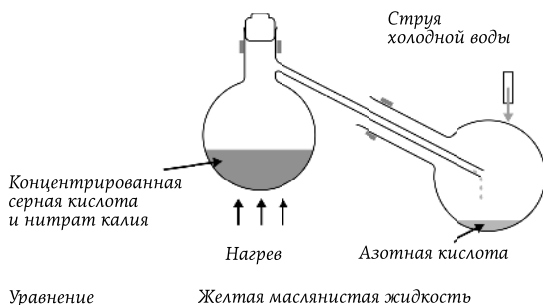
Андреас Либавий написал и издал первый систематический учебник по химии. Книга состояла из двух разделов. В первом содержались сведения о химической посуде и приборах, а также излагался проект «идеальной химической лаборатории», проиллюстрированный чертежами. Либавий указывает, что для такой лаборатории следует построить отдельное здание, специально приспособленное для химических работ. Во втором разделе, озаглавленном «Химия», описывались различные вещества, в том числе лекарства, и способы их получения.



Первый в истории учебник по химии написал Андреас Либавий в 1597 г.

ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ — НАСЛЕДИЕ ГЛАУБЕРА

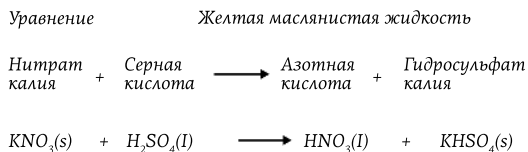
Из калийной селитры с помощью серной кислоты Глаубер получил азотную кислоту. Этот метод использовали вплоть до начала XX в., правда, калийную селитру впоследствии заменили натриевой, или чилийской, селитрой, которая стоила дешевле.



Приготовление азотной кислоты в лабораторных условиях.

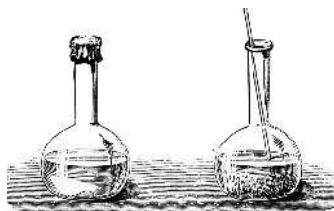
ОПЫТЫ ГЛАУБЕРА

В 1651 г. Глаубер купил дом в баварском городе Китцингене. Там он обустроил собственную лабораторию, при которой имелось опытное поле. На этом поле Глаубер проводил опыты с разнообразными минеральными удобрениями.



ЧУДЕСНАЯ СОЛЬ

Глауберова соль (мирабилит) — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, десятиводный кристаллогидрат (декагидрат) сульфата натрия. Он используется в медицине, стекольной промышленности, химии как обезвреживающее средство. Открыл его Рудольф Глаубер в 1626 г. в городе Нойштадте. Незадолго до этого ученый перенес сыпной тиф и чувствовал себя плохо, не мог нормально питаться. Местные жители предложили ему попить воды из минерального источника неподалеку от города. Вода действительно вернула ему аппетит. Глауберу сказали, что в ней содержится селитра. Однако он решил лично выяснить ее состав и вместо селитры обнаружил неизвестную соль, которой дал название «чудесная», что по латыни пишется как *sal mirabile*. Отсюда позднее произошло название минерала мирабилита. Правда, состав самой соли ученый тогда выяснить не сумел. Но много лет спустя, в 1648 г., Глаубер получал соляную кислоту, нагревая каменную, то есть поваренную соль, с серной кислотой. При слабом нагревании образовался гидросульфат натрия: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$, а при сильном — сульфат натрия: $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$. К своему удивлению, Глаубер узнал в кристаллах, выпавших в осадок, ту самую чудесную соль, которая более двадцати лет назад помогла ему вернуть здоровье. Так одна и та же химическая реакция помогла ему получить сразу два соединения.



Осадок сульфата натрия.

КАК ПОЯВИЛОСЬ СЛОВО «ГАЗ»

В начале XVII в. различные газы считались лишь отдельными видами воздуха и не различались между собой. Впрочем, не было и самого слова «газ». Его придумал Ван Гельмонт по аналогии с греческим «хаос». Он обнаружил, что при горении угля, как и других горючих тел, образуется неизвестный «воздух». Ван Гельмонт писал: «Этот “воздух”, который нельзя ни собрать в сосуды, ни превратить в видимое тело, я называю новым именем — “газ”». Впоследствии выяснилось, что это оксид углерода — известный всем углекислый газ. Так было положено начало не только химии газов, но и определению состава воздуха.

Во фламандском городе Вилворде, ныне находящемся на территории Бельгии, Ван Гельмонт прожил много лет.



получения окрашенных стекол, получил жидкое стекло и по праву считается основателем промышленного стекольного производства в Тюрингии.

Развитие технологий и медицины сопровождалось также фундаментальными исследованиями, в частности вопросами о составе сложных тел. Так, Ян Баптист Ван Гельмонт (1577—1664) одним из первых высказал идею о том, что простыми телами следует

называть лишь те, которые можно выделить при разложении сложных тел. А поскольку при разложении растений и животных всегда выделяется вода, он считал ее простым веществом и главной частью сложных тел.

Кроме того, Ван Гельмонт доказал, что серебро, растворившись в азотной кислоте, меняет только форму, и его можно выделить в том же количестве. Таким образом, зарождался количественный анализ.

ХИМИК-СКЕПТИК: НОВАЯ НАУКА

Вторая половина XVI в. и XVII в. ознаменовались первой научной революцией, результатом которой стало новое естествознание, основанное на экспериментальных данных и множестве связанных с ними идей. В этот период зародилась и новая химия, целью которой было изучение состава веществ. Основоположителем ее стал Роберт Бойль.

Роберт Бойль (1627—1691) — англо-ирландский натурфилософ, физик, химик и богослов.



Роберт Бойль прославился своими достижениями в области физики и химии. Его занимали вопросы о природе вещества. Он утверждал, что ни четыре стихии греческих натурфилософов (земля, вода, огонь, воздух), ни три принципа алхимиков (ртуть, сера, соль) не могут считаться элементами. Согласно Бойлю, элементы реальны, и это практически неразложимые корпускулы, из которых состоят все сложные тела и на которые эти тела можно разложить. Поэтому необходимо организовать поиск и изучение реальных химических элементов. В связи с этим Бойль провозгласил целью химии изучение (анализ) состава вещества, а также зависимости свойств вещества от этого состава.

При этом состав можно определить только тогда, когда из полученных при разложении сложного тела элементов можно

ЗАКОН БОЙЛЯ—МАРИОТТА: ФИЗИКА ДЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Роберт Бойль разрабатывал идею корпускулярного строения вещества. Одним из аргументов в пользу этой теории был открытый им в 1661 г. закон, согласно которому при постоянной температуре произведение давления на объем газа постоянно, либо, другими словами, объем газа обратно пропорционален давлению. Ведь объяснить его можно, только если принять, что воздух дискретен, то есть состоит из частиц, разделенных пустым пространством. Этот закон носит название закона Бойля—Мариотта, так как его независимо от Бойля открыл в 1676 г. французский ученый Эдм Мариотт (1620—1684).

«ХИМИК-СКЕПТИК» — ПРЕВРАЩЕНИЕ ХИМИИ В ФУНДАМЕНТАЛЬНУЮ НАУКУ

Книга Бойля «Химик-скептик» вышла в 1661 г. В ней ученый предложил программу развития химии, ее цель, а также ввел понятия элементов («первичных корпускул») и сложных тел («вторичных корпускул»), а также понятие анализа. Особо важной была точка зрения на химию как на фундаментальную науку. Бойль писал: «Химики до сих пор руководствовались чересчур узкими принципами, не требовавшими особенно широкого умственного кругозора; они видели свою задачу в приготовлении лекарств, в получении и превращении металлов. Я смотрю на химию с совершенно иной точки зрения: не как врач, не как алхимик, а как должен смотреть на нее философ. Я начертал здесь план химической философии, который надеюсь выполнить и усовершенствовать своими опытами и наблюдениями». Эта идея превращала чисто практическую, прикладную химию в фундаментальную науку.

*Титульный
лист книги
Роберта Бойля
«Химик-
скептик»
1661 года
издания.*

