

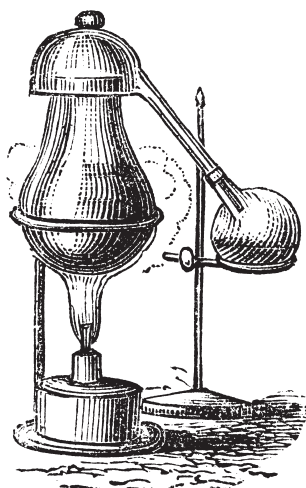


Наука **без** занудства

Андрей Шляхов

ХИМИЯ

**для тех, кто не
фенолфталеин**



Издательство АСТ
Москва



УДК 54
ББК 24
Ш70

Шляхов, Андрей Леонович

Ш70 Химия для тех, кто не фенолфталеин /
Андрей Шляхов. — Москва: Издательство
АСТ, 2022. — 384 с. — (Наука без занудства).
ISBN 978-5-17-152573-6

«Химия для тех, кто не фенолфталеин» будет интересна людям, в чьем досуге нет места привычке киснуть перед телевизором или зависать над смартфоном днями и ночами. Она для любознательных умов, готовых вспомнить давно забытое или узнать что-то новое.

— Что такое таблица Менделеева?

— В чем вся соль?

— Как может гореть вода?

— Почему бензин и бензол — разные?

И еще множество других увлекательных вещей!

Эта книга — не учебник, не руководство и не задачник, а сборник бесед на химические темы. Форма подачи материала проста — от общего к частному, благодаря чему материал усваивается быстрее, чем вы можете себе представить.

Вы, как индикатор фенолфталеин, после прочтения данной книги сможете с легкостью распознавать все премудрости этой науки.

УДК 54
ББК 24

ISBN 978-5-17-152573-6

© Шляхов А.Л., 2022

© «Издательство АСТ», 2022

Химия — в математическом
обследовании ее —
есть философия природы.

*Михаил Осипович Меньшиков,
русский мыслитель,
публицист и общественный деятель*

ОТ АВТОРА

Эта книга предназначена для тех, кто почти или совсем забыл премудрости химической науки, но хотел бы вспомнить забытое.

Эта книга — не учебник, не руководство и не задачник, а сборник бесед на химические темы. Форма подачи материала легкая и ни к чему не обязывающая. Каждая глава начинается с чего-то «отвлеченного», что на первый взгляд может вообще не иметь никакого отношения к химии, а затем разговор от отвлеченного переходит к конкретному. Премудрость химическая излагается не в установленном учебниками порядке, а «вразброс», применительно к теме главы. Так легче, проще и интереснее. Это же не учебник... Но в ходе бесед в той или иной степени освещаются все темы из школьного курса химии, так что те, кто дочитает до конца, смогут вспомнить все.

Да, вот еще что — эту книгу можно читать в любом порядке. Хотите — читайте с начала, хо-

От автора

()

тите — с конца, можно сначала прочесть четные главы, а затем перейти к нечетным или наоборот. Важно только одно — если вы хотите вспомнить все, то вы должны прочесть все главы.

Желание углубить всплывшие из недр памяти знания приветствуется, но целиком и полностью остается на усмотрение читателей.

Во время чтения не обязательно иметь под рукой тетрадку и ручку, а вот периодическую таблицу Менделеева в распечатанном виде иметь под рукой желательно. Только распечатайте так называемый длинный вариант или длиннопериодную форму, утвержденную Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC) в качестве основного. Этот вариант удобнее, нагляднее и вообще лучше короткого, который был официально отменен Международным союзом еще в 1989 году, но продолжает «жить после смерти», то есть встречаться в различных изданиях.

И раз уж зашла речь о таблице Менделеева, то давайте вспомним, что периодическая система химических элементов, названная в честь своего создателя, русского химика Дмитрия Ивановича Менделеева, представляет собой классификацию химических элементов, в которой показана зависимость свойств элементов от заряда атомного ядра (от их атомного веса).

Горизонтальные строки химических элементов в таблице Менделеева называются «периодами».

Электроны вращаются вокруг ядра атома по орбитам, которые называют «слоями», или «оболочками». Число электронных слоев атома равно номеру периода в периодической системе Менделеева.

У атома водорода, находящегося в первом периоде, всего один электронный слой, или одна электронная оболочка. У всех элементов второго периода — по две оболочки и именно по этому признаку они объединены в один период. И так далее...

Если идти слева направо, то у каждого последующего химического элемента в периоде будет на один электрон больше, чем у предыдущего.

Рядом со знаком элемента помимо порядкового номера и другой информации, указана атомная масса элемента, точнее — относительная атомная масса, потому что она определяется как отношение массы атома данного элемента к $1/12$ массы нейтрального атома изотопа углерода-12, которую называют атомной единицей массы (а. е. м.) или «дальтоном» (Да). Изотоп — это атом химического элемента, отличающийся от другого атома того же элемента атомной массой. В природе все химические элементы существуют в виде смесей изотопов. В таблице Менделеева приводятся средние значения относительных атомных масс химических элементов с учетом их изотопного состава, поэтому-то атомные массы выражены дробными числами.

Вертикальные столбцы химических элементов называются «группами». Групп в периодической системе химических элементов восемнадцать. Все элементы одной группы обладают схожими химическими свойствами.

Вспомнили? Вспомнили. И не слишком устали и заскучать не успели, верно?

Вот так мы и станем вспоминать химию — легко и нескудно.

И сами не заметим, как все вспомним.

В добрый путь!

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СЛЕДСТВИЕ ВЕДУТ ЗНАТОКИ, ИЛИ ТАЙНА ДВУХ УБИЙСТВ

Вас удивило название главы? Вы решили, что при верстке в книгу о химии по ошибке попала глава из какого-то детектива, читатели которого в эту минуту с таким же удивлением смотрят на главу с названием «Основы химической науки»?

Или, хуже того — после написания предисловия автор вообразил, что он пишет детектив и понесся на всех парах да не в ту степь?

Ничего подобного!

Все главы на своих местах, и автор ничего не напутал. Мы с вами действительно проведем следствие, устроим нечто вроде «очной ставки», а попросту говоря, сравним два убийства, описанных в литературе.

Первое из этих убийств произошло на самом деле, а второе, скорее всего, было выдуманно автором, но это не важно. Для нас с вами важна, если можно так выразиться, «химическая составляющая» обоих преступлений.

Подробности убийства Григория Распутина, последнего фаворита последнего российского императора, широко известны. Один из убийц, князь Феликс Юсупов, в своих воспоминаниях подробнейшим образом описал преступление, совершенное им и его сообщниками. Так подробно все изложил, как будто не мемуары, а чистосердечное признание для следователя писал.

Изначально убийцы Распутина намеревались отравить свою жертву цианистым калием. Юсупов рассказал, как сам он вынул из шкафа стоявшую там коробку с ядом, а его сообщник доктор Лазоверт¹ растолок «палочки» цианистого калия в порошок, который сразу же добавил в три шоколадных эклера. Поднял «крышечку» эклера, всыпал порошок и вернул крышечку на место. Юсупов подчеркивает, что доза яда в каждом пирожном была порядочной.

Обратите внимание на следующие обстоятельства:

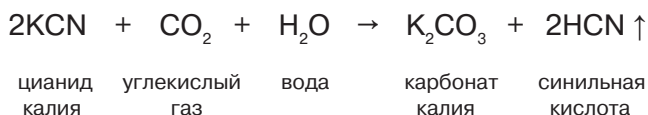
- коробка стояла в шкафу;
- цианистый калий находился в коробке не в форме порошка, а в форме «палочек», то есть небольших пластин (брикетов);
- цианистый калий был добавлен в три шоколадных эклера;

¹ Существует мнение, будто под именем капитана медицинской службы Станислава Сергеевича Лазоверта в воспоминаниях выведен британский разведчик Освальд Рейнер, учившийся вместе с Юсуповым в Оксфордском университете, но для нас эта деталь значения не имеет.

— цианистый калий был добавлен в эклеры сразу же после растирания «палочек» в порошок.

Важно, что яд хранился в шкафу, да еще и в коробочке, а не на открытом воздухе. Дело в том, что на воздухе цианистый калий (он же — цианид калия) в результате взаимодействия с углекислым газом и водными парами со временем превращается в нетоксичный карбонат калия, или поташ.

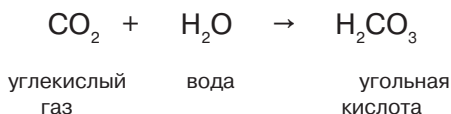
Уравнение этой реакции выглядит так:



Стрелка, направленная вверх, показывает, что образовавшееся вещество улетучивается в виде паров.

При направлении вниз стрелка показывает, что образовавшееся вещество выпадает в осадок. Если вы видите в уравнении такую стрелку, то знайте, что реакция происходит в растворе.

Яд (синильная кислота) испаряется, а безвредный карбонат калия остается. По сути дела эта реакция представляет собой взаимодействие цианида калия с угольной кислотой, образованной парами воды и углекислого газа.



Давайте вспомним, что кислотами называются сложные вещества, состоящие из одного или не-

скольких атомов водорода, способных замещаться на атомы металла, а также из кислотных остатков.

Примеры кислот: HCl — соляная, или хлороводородная кислота, H_2SO_4 — серная кислота, H_2CO_3 — угольная кислота.

Сложные вещества, образованные атомами металла, связанными с одной или несколькими гидроксогруппами ($-\text{OH}$), состоящими из водорода и кислорода, называются основаниями, или гидроксидами («водными оксидами»).

Примеры оснований: LiOH — гидроксид лития, NaOH — гидроксид натрия, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — гидроксид меди, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — гидроксид железа.

Основания разделяются на растворимые, называемые щелочами, и нерастворимые.

Если гидроксид — это «водный оксид», то что такое «простой» оксид?

Оксидами называются сложные вещества, состоящие из двух химических элементов, одним из которых является кислород. Из двух, обратите внимание!

Например, CO_2 — это оксид углерода, H_2O , известная всем вода, представляет собой оксид водорода, а SiO_2 — это оксид кремния. Но Na_2SiO_3 или, скажем, CaSO_4 оксидами не являются, несмотря на наличие кислорода в их молекулах. Три или более элемента это уже не оксид.

Na_2SiO_3 и CaSO_4 — это соли, сложные вещества, состоящие из атомов металла и кислотного остатка. Na_2SiO_3 — это метасиликат натрия, а CaSO_4 — сульфат кальция.

Между прочим, мы с вами только что вспомнили четыре основных класса неорганических веществ —

оксиды, основания, или гидроксиды, кислоты и соли. Давайте вспомним, что такое неорганические вещества, и вернемся к нашему расследованию.

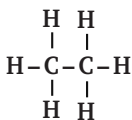
Неорганическими веществами или (неорганическими соединениями) называются вещества, в молекулах которых нет углеродного скелета, характерного для органических веществ.

Обратите внимание на то, что речь идет об отсутствии углеродного скелета, а не атомов углерода! Молекулы цианида калия, или синильной кислоты, содержат атомы углерода, но эти вещества относятся к неорганическим, потому что не имеют углеродного скелета, последовательности химически связанных друг с другом атомов углерода, составляющей основу молекулы.

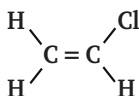
Сравните структурные формулы синильной кислоты и шести органических веществ (черточками обозначены химические связи)



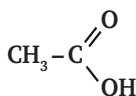
Синильная кислота



Этан



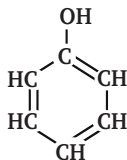
Винилхлорид



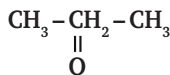
Уксусная кислота



Этиловый спирт



Фенол



Ацетон

Формулы органических веществ

В молекуле синильной кислоты всего один атом углерода, который не образует скелета, а в молекулах органических веществ скелет есть. Хотя бы образованный из двух атомов углерода.

Правда, из этого правила есть исключение — химическое вещество с формулой CH_4 , называемое «метаном», относят к органическим веществам, поскольку по своим свойствам оно схоже с органическими веществами, а не с неорганическими.

Но давайте вернемся к убийству Распутина.

Одно и то же количество вещества в форме порошка, то есть множества мелких частиц, и в форме брикета имеет разные площади поверхности соприкосновения с воздухом. Площадь суммарной поверхности множества частиц гораздо больше поверхности брикета. Поскольку яд был добавлен в каждое пирожное сразу же после растирания «палочки» в порошок, а затем «крышечки» эклеров вернулись на место, то контакт яда с воздухом был сведен к минимуму. Поташа за это время, а также за время хранения «палочек» в коробочке в шкафу образовалось настолько мало, что его можно в расчет не принимать. Короче говоря, яд своей силы не потерял. Вдобавок перед самым отравлением часть порошка была всыпана в приготовленные для вина бокалы. Юсупов пишет, что убийцы намеренно сделали это как можно позже, чтобы яд не потерял своей силы при продолжительном испарении.

Все было хорошо продумано и сделано в точном соответствии с планом.

Но тем не менее все почему-то пошло наперекосяк. Поддавшись на уговоры Юсупова, Распутин съел два (два!) отравленных эклера и продолжал как ни в чем не бывало вести беседу. Изумленный Юсупов предложил Распутину вина. Два бокала отравленного вина на Распутина тоже не подействовали... В конце концов убийцам пришлось пускать в ход огнестрельное оружие.

Многие читатели сейчас скажут: «Не знал князь-неуч, что сахар нейтрализует цианистый калий и прочие цианиды. Химию ему нужно было бы учить в университете, вместо того, чтобы по балам да по бабам шлаться. Получилось так, что Юсупов вместе с ядом давал Распутину и противоядие — сладкий крем в эклерах, сладкое вино».

Хорошо, пусть так.

А вот вам отрывок из детективного рассказа Айзека Азимова *What's in a Name?* (оригинальное название приведено потому, что в русском переводе этот рассказ известен под множественством названий: «Что значит имя?», «Что в имени?», «Что в имени твоём?», «Смерть милашки», «Библиотечные двойняшки» и т.д.): «Причиной смерти, скорее всего, был цианид, находившийся в сахарнице... Кто-то подложил цианид в сахар и добавил эту смесь в одну чашку...»

Две девушки пили чай. Та, у которой в чашке под видом сахара оказалась смесь сахарного песка и цианистого калия, умерла. Та, что пила чай без сахара, осталась жива.

Многие читатели сейчас скажут: «Не знал Азимов, что сахар нейтрализует цианистый ка-

лий и прочие цианиды, потому и допустил такой ляп». И вспомнят к месту Конан Дойля, у которого в «Пестрой ленте» змея пьет молоко, или, например, Жюль Верна, описавшего в «Детях капитана Гранта» как кондор унес в когтях тело двенадцатилетнего мальчика. С кем, мол, не бывает. На каждую старуху — своя проруха.

Своя, однозначно. Возможно, что и Айзек Азимов был не очень-то знаком с пищевыми привычками змей и возможностями кондоров. Но уж химию-то он знал хорошо. Настолько хорошо, насколько ее может знать доцент (associate professor), преподающий биохимию на медицинском факультете Бостонского университета и имеющий докторскую ученую степень. Причем в момент написания рассказа (первая половина 1956 года) Азимов работал в университете, то есть имел ясный ум и полный багаж профессиональных знаний. Другое дело, если бы рассказ был написан им на склоне лет, когда память слабеет и ум не так остер. Согласитесь, что в 1956 году доцент Азимов знал, куда именно надо подкладывать цианид калия. И подложил его в сахарницу, смешав одни белые кристаллы с другими (они и впрямь на вид очень похожи — не различить).

А князь Юсупов рассказывал о методе убийства честно (это с мотивами он заврался, но не в них дело).

Так где же правда?

У одного автора сахар нейтрализует токсическое действие цианида калия, а у другого — нет. Может, тобольские мужики настолько суровы,