

Общая и неорганическая химия ЛЕКЦИИ
лектор – ст.н. сотр. Химического ф-та, к.х.н., д.п.н.
Загорский Вячеслав Викторович

Дополнение 1 к лекции 1.

Возникновение и развитие химии

Начало химии [1, 2]

В 60-е годы XX века поразительные археологические находки были сделаны в Анатолии (Турция) – в поселении Чатал-Хююк (VII-VI тыс. до н.э.). Там обнаружено много металлических изделий из меди и свинца, а также остатки плавильных печей. Само поселение состояло из хорошо спланированных жилых домов и грандиозных культовых сооружений. Сохранились сложные многоцветные настенные рисунки, выполненные минеральными красками. Обнаружение столь древнего поселения с развитой культурой, в котором обитали более 7 тыс. жителей, позволяет считать, что люди обладали определенными химическими знаниями **не менее 10 тыс. лет назад**.

Самый древний металлический предмет, найденный в Южном Междуречье (Ур), относится к IV тысячелетию до н.э. – времени, когда в низовьях реки Ефрат появились шумеры. Это наконечник копья, сделанный из меди с примесью мышьяка и цинка. Там же найдены датированные IV тысячелетием до н.э. стеклянные бусы. Самые древние египетские стеклянные бусы относятся к 2500 г. до н.э.

Одна из древнейших сохранившихся рукописей Древнего Египта – найденный в Фивах в 1872 г. “Папирус Эберса” (XVI в. до н.э.) – содержит рецепты изготовления лекарственных средств. В папирусе описаны операции вываривания, настаивания, выжимания, сбраживания, процеживания растительного сырья. В столице Древнего Египта Мемфисе был найден “Папирус Бругша” (XIV в. до н.э.), который также содержит фармацевтические рецепты. Эти два папируса можно считать наиболее древними химическими текстами.

Учения о первоэлементах

Для того, чтобы объединить тайную магию жрецов и секреты ремесленников в цельное учение о единстве и взаимосвязи природных явлений, необходимо было создание универсальной теории, связывающей и объясняющей известные факты. Такой теорией стала возникшая в VI-III вв. до н.э. *греческая философия* – учение о первоосновах, “началах” природы. Философ Анаксимандр из Милета (ок. 611-545 до н.э.) ввел понятие *апейрон* (“неопределенное”) – беспредельное, бесформенное, бескачественное первовещество, безграничное в пространстве и времени. Важно понять, что апейрон не материален – его нельзя сопоставлять ни с “мировым эфиром” физиков конца XIX века, ни с “элементарными” частицами современной физики; однако легко можно найти сходство апейрона и Дао китайских философов. По-видимому, Анаксимандр впервые использовал понятия “движение” и “противоположность” (побуждающая сила развития) как философские принципы, позволяющие построить весь мир из единой первоосновы [3]. Ученик Анаксимандра Анаксимен (585-525 до н.э.) считал первоначалом *воздух*, при сгущении которого получались материальные объекты, а при разрежении – душа и огонь. Гераклит (ок. 544-483 до н.э.) предположил, что источником гармонии и противоречий в мире может быть единство и борьба противоположностей. Он же определил движущую силу химических превращений: “Вещи соединяются за счет существующих между ними отношений противоположностей”.

Идеи милетской школы развил Эмпедокл (487/82-424/23 до н.э.), предложивший движущие силы мирового развития из первоначального состояния абсолютного смешения – силы *Любви и Вражды*. Именно Эмпедокл, знаток ремесел и врач-практик, создал первую известную классификацию материального мира. Он предложил не одну, а четыре первичных субстанции (первостихии, первоэлементы) – *огонь, воздух, вода, земля*. Каждый из первоэлементов он описывал сочетанием четырех неизменных качеств – сухости, влажности, тепла и холода. Эмпедокл считал, что многообразные вещества образуются в результате сочетания мельчайших осколков первоэлементов. Он впервые использовал применительно к веществу понятия “объединение” и “разъединение”. Движущими силами осколков первоэлементов, приводящих к их новым сочетаниям, были, по Эмпедоклу, “любовь” и “ненависть”. Особенно важным первоэлементом философ считал огонь – как принцип, как “растворенное” в физическом воздухе “огненное вещество”. Это “огненное вещество” в более поздних трудах арабских алхимиков превратилось в “серу” (как философский принцип, а не вещество), затем оно стало “флогистоном” и до начала XIX века использовалось как “вещество тепла” – “теплород” [4].

Одно из наиболее полных обобщений трудов греческих философов V-IV вв. до н.э. дошло до нас в виде “Диалогов” Платона (ок. 428/427-348/347 до н.э.). В диалоге “Тимей” четыре первоэлемента представлены как сочетания треугольников, т.е. они имеют в принципе общую основу. Свойства “первотреугольников” таковы, что огонь, воздух и вода могут превращаться друг в друга, и только земля – по-настоящему неизменный первоэлемент. Платон разделит понятия “элемент” (идея) и “форма элемента” (вещество) [5].

Ученик Платона Аристотель (384-322 гг. до н.э.) обобщил и развил идеи своих предшественников. Например, он ввел “пятый элемент” – эфир, заполняющий все небесные сферы вокруг Земли, следующие за ближайшей к Земле лунной сферой. В средние века “пятый элемент” стали называть “квинтэссенцией” – “пятой сущностью” (лат.). Для дальнейшего развития науки о веществе особенно важно учение Аристотеля об изменении качеств. Он объяснил, что возникновение новых веществ – не просто перемешивание первоэлементов: “Когда что-нибудь соединяется друг с другом, все содержимое смешанного становится единым. Но это происходит не так, как будто вещи собирают в кучу, а так, как образуются слоги. Слог представляет собой иное качество, чем его элементы – буквы...” [6].

В отличие от Эмпедокла, Платон и Аристотель были “теоретиками” и оперировали не с веществами, а только с философскими понятиями.

Алхимия.

В подавляющем большинстве исторических введений в курс химии об алхимии написано как о некоей “недохимии”, затуманенной мистическим сознанием людей “темного” Средневековья. Это традиционное заблуждение основано на использовании при рассмотрении алхимии парадигм современной химии (см. выше). Впрочем, недоверие к алхимикам в значительной степени объяснимо огромным количеством подражателей – шарлатанов-златоделателей, которые появились в поздний период ее развития.

На самом же деле, алхимия существовала как в европейской научной традиции, так и в китайской. Европейские алхимики, чье мировоззрение определялось тремя авраамическими религиями (иудаизм, христианство, ислам) развивали лишь “внешнюю” алхимию, как набор магических приемов приготовления философского камня (эликсира бессмертия). В Китае, где мирно сосуществовали три религиозных учения – даосизм, конфуцианство и буддизм, – внешняя вещественная алхимия была отвергнута как ложная, и развилась “алхимия дао” – целостное учение о достижении долголетия и бессмертия. Китайские алхимические практики в настоящее время известны и в России – оздоровительная система “ци гун”, гимнастика “тай цзи-цюань”, боевые искусства.

Глубинная философия алхимиков заключается в том, что, прежде чем на основании ограниченных знаний преобразовывать мир, нужно очистить и преобразовать себя, как часть Природы. Одна из важнейших предпосылок "Великого делания" алхимиков (получения "философского камня") – воспитание в себе "чувства вещества", того резонанса исследователя и предмета исследования, при котором человек ощущает вещество "изнутри". Неотделимость исследователя от объекта исследования, очевидная для алхимиков, была переоткрыта в XX веке при разработке квантовой механики.

Ученый начала XXI века обязан осознать, что нельзя изменять и "улучшать" Природу, не поняв ее до конца, не ощутив себя ее частью. Для современных химиков алхимический подход должен стать не "темным прошлым", а наиболее перспективным будущим – иначе химия так и останется для человечества ядовитым пугалом [7, 8, 9].

Важно помнить, что рассмотрение современной химии и алхимии с позиций одной и той же научной парадигмы глубоко ошибочно. Современная химия – наука о материальном мире, конкретнее – о веществах и их превращениях. **Алхимия – это наука о взаимодействии человеческих души и духа с материальным миром.**

Более подробно алхимия рассмотрена в дополнении 2. В решении современных научных проблем и преподавании химии "алхимический" подход очень эффективен. Например, философ А.К.Сухотин в своей книге "Парадоксы науки" пишет [10]:

"Иногда увлеченность (объектом исследования) достигает формы эпатии. Этим специальным термином названо явление персональной аналогии. Смысл ее состоит в том, что исследователь уподобляет самого себя той вещи, которую он изучает. Скажем, химик воображает себя движущейся молекулой, "испытывая" толчки, притяжения – все, что с ней происходит. Для достижения полноты картины он должен "позволить" себя толкать, тянуть молекулярным силам, вступить во взаимодействия и т.п."

Возникновение современной европейской науки

Поворот от алхимии к "настоящей" химии начался в XVI веке, с возникновением капитализма. В 20-е годы XX века немецкий социолог Макс Вебер (1864-1920) в книге "Протестантская этика и дух капитализма" убедительно доказал, что возникновение капитализма связано напрямую с религиозной революцией, осуществленной Мартином Лютером (1483-1546).

В XVI в. в результате религиозной Реформации начала формироваться "протестантская этика" (термин ввел в XX в. М.Вебер) и его эквиваленты ("кальвинистская мораль", "пуританская трудовая этика") [11]. Согласно нормам такой этики, основными признаками избранности к спасению являются сила веры, продуктивность труда и деловой успех. Деловая сметка и богатство стали богоугодны. Согласно Лютеру, получить меньшую прибыль при возможности большей – значит согрешить перед Богом. Протестантская этика освятила труд и осудила праздность, практическим следствием чего в ряде стран стало суровое законодательство против бродяг, оказавшееся эффективным средством создания рынка дешевой рабочей силы. Призрение нищих, рассматривавшееся в католицизме как одно из добрых дел, протестантизмом осуждалось – милосердие понималось прежде всего как предоставление возможности обучиться ремеслу и работать. Протестантская этика осуждала пьянство и разврат, требовала крепить семью, приобщать детей к труду, обучать их читать и понимать Библию. Основными общественными ценностями становились уважение к любому виду полезной людям деятельности, необходимость профессионального совершенствования, честность и обязательность в человеческих отношениях.

Протестантская идеология подарила науке свободу исследований, окончательно разделив Творца и творение. И наука быстро стала самым лучшим обоснованием этой идеологии, потеснив религию в сфере ее общественного приложения.

В 1802 г. великий английский химик и физик Хэмфри Дэви (1778-1829) оправдал эксплуатацию в терминах физических понятий: "неравное распределение собственности и

труда, различия в ранге и положении внутри человечества представляют собой источник энергии в цивилизованной жизни, ее движущую силу и даже ее истинную душу” [12].

Возникновение науки химии

Наука химия родилась одновременно с первой научной химической теорией – в 1697 году немецкий химик Георг Эрнст Шталь (1659-1734) опубликовал работу “Основания зимотехники или общая теория брожения”, где впервые было изложено учение о флогистоне. Флогистон (φλογιστον – от греческого “флогистос” – воспламеняющийся) по мнению Шталя – составная часть всех горючих тел, выделяющаяся при горении или обжиге. Роль воздуха заключалась во “вбирании” флогистона; листья растений “всасывали” флогистон из воздуха, а при горении древесины он снова выделялся. Разумеется, химики давно объясняют причины горения на основании более научной “кислородной” теории, но именно благодаря теории флогистона химия начала бурно развиваться в XVIII веке.

Развитие товарно-денежных отношений в Европе привело к тому, что к XVIII веку алхимия истинных адептов (посвященных) выродилась в погоню за трансмутационным золотом. Появились тысячи “тайных” книг с фантастическими рецептами и десятки тысяч шарлатанов, выдающих известные к тому времени немногим химические реакции (например, вытеснение серебра и меди из растворов их солей железом) за начало Великого Делания. Основным источником доходов таких псевдоалхимиков были деньги, выданные богатыми и жадными покровителями для производства “философского камня”. Содержавший в Берлине алхимическую лабораторию монарх Фридрих II Прусский писал в 1751 году: “Алхимия – это разновидность болезни, которая надолго вызывает помутнение разума, она приходит неожиданно и распространяется как эпидемия.” [13] Создатель флогистонной теории Г.Э.Шталь не отрицал принципиальную возможность трансмутации, но отделил алхимию как “златоделие” шарлатанов от серьезных химических исследований, приносящих реальную практическую пользу для медицины и ремесел. Быстрый прогресс реальной “технологической” химии в сочетании с бесчисленными разоблачениями шарлатанов-златоделателей привел к тому, что к середине XIX века алхимия перестала быть массовой “эпидемией”. Наступила эпоха химии-науки.

И наука химия делала такие успехи, что в 1887 г. Берглю написал: “Во Вселенной больше не осталось тайн”. Оставалось всего несколько лет до открытия радиоактивности, элементарных частиц и... трансмутации химических элементов в ходе радиоактивных превращений.

Период развития научной химии хорошо описан во многих учебниках. Рекомендую краткое пособие: Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 187 с.

Химия и война [14, 15]

Прошедший XX век вполне заслуживает названия “века химии” – за сто лет была создана химическая промышленность, изменившая мир и сделавшая нашу жизнь гораздо более комфортной. Однако следует помнить, что “всемирная химизация” произошла отнюдь не из благородных побуждений. Химия начала бурно развиваться как наука еще в XIX веке в связи с потребностями производства, но прежде всего производства военного. Именно перспектива военного применения научных достижений обеспечивала ученым устойчивое государственное (“казенное”) финансирование и саму возможность заниматься любимым делом.

В начале XX века правительства развитых государств (в первую очередь Германии) предоставили ученым-химикам все необходимое для создания нового страшного оружия [16].

В результате авторами химического оружия массового уничтожения оказались, как это ни печально признать, не генералы, а выдающиеся ученые-химики. Первым предложил использовать хлор в широких масштабах как боевое отравляющее вещество профессор Берлинского университета Вальтер Фридрих Герман Нернст (1864-1941, Нобелевская премия по химии 1920 года). Полевые опыты проводил профессор Фриц Габер (1868-1934, Нобелевская премия по химии 1918 года) [¹⁷; ¹⁸; ¹⁹].

22 апреля 1915 года при благоприятном направлении ветра немецкие войска выпустили из баллонов за 5 минут около 180 т хлора. На участке фронта шириной 6 км в долине реки Ипр было поражено около 15 тысяч человек, из них сразу погибли 5 тысяч. Англо-французский фронт был на этом участке уничтожен. Немецкое командование, не верившее расчетам Габера, не ожидало такого страшного эффекта и не использовало реальный шанс победы в сражении.

С этого дня – "черного дня химии" – началось бурное развитие химии отравляющих веществ. Всего за первую мировую войну произведено 180 тысяч тонн разнообразных ОВ, из которых применено около 125 тысяч тонн. На фронтах испытаны не менее 40 различных веществ. Русская армия первой применила сульфурилхлорид (июль 1916 г.) и хлорпикрин (сентябрь 1916 г.) [²⁰]. По официальным данным, за годы первой мировой войны химические поражения получили 1,3 млн человек, из которых сразу умерли 100 тыс. человек [²¹].

Тем не менее именно из-за возможности новой химической войны химическая наука и образование получили небывалый импульс развития. В 30-е годы в СССР создан ряд химических вузов и НИИ, а в школе впервые появился систематический курс химии [²²].

Сама по себе химия, как естественная наука, мировоззренчески и идеологически нейтральна. Это подтверждается совместным использованием достижений химии в манипулятивных интересах правительствами государств с различной идеологией.

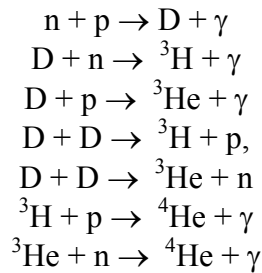
Советское правительство активно выступало против распространения химического оружия и выдвинуло идею о его запрещении еще на Генуэзской конференции 15 апреля 1922 года. Однако во время той же конференции Россия и Германия подписали договор о военном сотрудничестве; в рамках этого договора были созданы советско-немецкие авиационная школа в Липецке, танковая школа в Казани и военно-химический полигон в Шиханах Саратовской области (проект "Томка"). На шиханском полигоне в 1928-1933 гг. военные химики Красной Армии и рейхсвера испытывали различные боеприпасы с ипритом и средства защиты [²³].

Смертельный "прогресс" химии продолжался до конца XX века. Запрещенное международными соглашениями химическое оружие разрабатывали выдающиеся ученые западных стран и СССР. Как и положено, "висящее на стене ружье" выстрелило – научные достижения использовали террористы из секты "Аум Синрике". В результате применения ими боевого отравляющего вещества зарина в Японии в 1994 и 1995 гг. погибли 18 человек, отравления получили 5500 человек [²⁴].

Когда гениальность служит технократическому злу, "в интересах общества" это служение всячески маскируется под благородную работу. Один из ярких последних примеров – описание в "Галерее русских химиков", создаваемой приложением "Химия" к газете "Первое сентября", биографии выдающегося химика Мартина Израилевича Кабачника (1908-1997) [²⁵]. Из "галерейной" биографии следует, что академик создал сотни новых ингибиторов холинэстераз и изучал тонкие биохимические реакции. Не сказано буквально мелочь – что эти ингибиторы, промышленное получение которых в СССР было организовано М.И.Кабачником, называются VX-газами (самые токсичные из синтетических ОВ, смертельная доза при попадании на кожу – 4-5 мг). Именно за разработку промышленного синтеза боевых ОВ он получил в 1974 г. Ленинскую премию, а позже стал Героем Социалистического Труда. Подобный пример далеко не единичен.

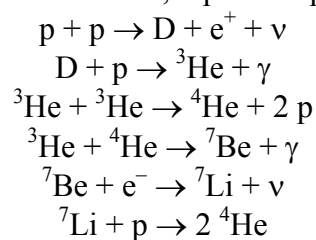
Возникновение химических элементов. Ядерные реакции

Температура $3 \cdot 10^9 \div 3 \cdot 10^8$ К, время - до 35 минут с момента Большого Взрыва, первичный синтез гелия:



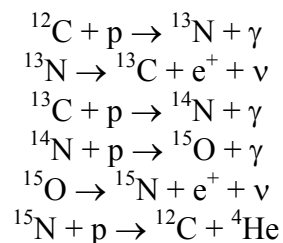
В итоге получается ${}^4\text{He} / (\text{H} + {}^4\text{He}) \sim 22\text{-}28\%$ (по массе)

В звездах при температуре ниже $2 \cdot 10^7$ К, протон-протонный цикл синтеза гелия:

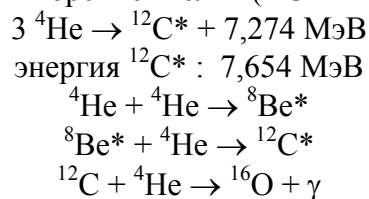


суммарный процесс $4 {}^1\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + 26,7 \text{ МэВ}$
(1 эВ = 96,48 кДж/моль; 1 МэВ = 96480000 кДж/моль)

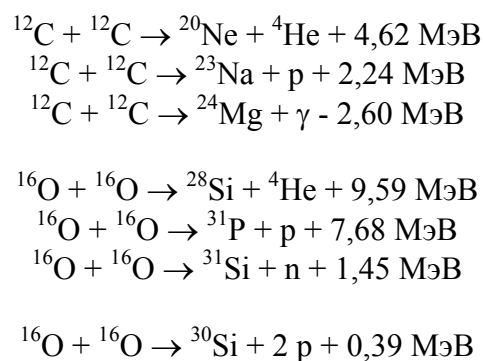
Каталитический CNO-цикл синтеза гелия:

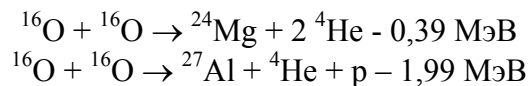


При температуре выше 10^8 К «горение» гелия (${}^{12}\text{C}^*$ - возбужденное ядро углерода):

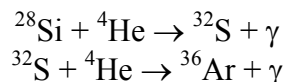


При температуре выше $5 \cdot 10^8$ К «горение» углерода, кислорода, неона и кремния:





Горение неона характеризуется короткой стадией и заключается в фотодиссоциации ^{20}Ne под действием высокоэнергетических γ -квантов с отрывом α -частицы. Освободившиеся α -частицы взаимодействуют с неонами и другими ядрами до тех пор, пока не исчерпается запас неона.



Нерешенные проблемы современной космологии:

- 1) Каково массовое отношение углерода к кислороду после гелиевой вспышки (это отношение чрезвычайно важно для дальнейшей эволюции массивных звезд)?
- 2) Где именно протекает *r*-процесс (от англ. rapid – быстро) быстрого захвата нейтронов?
- 3) Какие нуклиды, обязанные протонным процессам, рождаются в различных эпизодах нуклеосинтеза?
- 4) Каков относительный вклад сверхновых с коллапсирующим ядром, с одной стороны, и порожденных СО-взрывом, с другой, в образование железа и прочих тяжелых элементов? (энциклопедия Кругосвет <http://www.krugosvet.ru/articles/20/1002099/1002099a1.htm>)

Библиография:

1. Энциклопедия для детей. Т.1. Всемирная история – 3-е изд./ М.: Аванта+, 1994. – 704 с., с.28-29; 2, с.18-21, 39-41
2. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т.1. Пер. с нем. – М.: Мир, 1984. – 239 с., с.49
3. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т.1., с.58-59
4. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т.1., с.62-65
5. Платон Сочинения. В 3-х т. Пер. с древнегреч. Под общей ред. А.Ф.Лосева и В.Ф.Асмуса. Т.3. Ч.1. – М.: “Мысль”, 1971 – 687 с., с.495, 498
6. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т.1., с.78
7. Загорский В.В. Алхимия – потерянный рай? / Материалы междунар. семинара по преп. химии в школе Пушкино, 19-27 окт.1996, – М.: АсХО, 1996. – 77 с., с.64-76
8. Саду Жак Алхимика и Золото: Пер. с англ. – К.: “София”, Ltd. 1995. – 320 с.
9. Торчинов Е.А. Даосизм: опыт историко-религиозного описания. – СПб.: Изд-во “Лань”, 1998. – 448 с. (стр.84-127)
10. Сухотин А.К. Парадоксы науки – М.: “Молодая гвардия”, 1980, Интернет-версия: <http://www.n-t.ru/ri/sh/pn03.htm>
11. Христианство: Словарь/ Под общ. ред. Л.Н.Митрохина и др. – М.: Республика, 1994. – 559 с.
12. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001. – 832 с. (Серия “История России. Современный взгляд”), Интернет: <http://www.kara-murza.ru/manipul.htm> (http://probib.narod.ru/social/karam/kara_soz/) (<http://tuad.nsk.ru/~history/Author/Russ/K/Kara-Murza/Articles/sozn/vved.html>), с.258
13. Штрубе В. Пути развития химии: в 2-х томах. Т.1., с.109
14. Загорский В.В. Об опасности формирования технократического мышления при обучении химии Химия: методика преподавания в школе, 2001, N 3, с.43-52
15. Загорский В. Секретное оружие (Военные разработки ученых: биологов, химиков, физиков) Мужской взгляд, N 11, 2001, с.34-36
16. Загорский В.В. Замкнутый круг или спираль? Школьное обозрение, № 2-3, 1999, с. 6-11
17. Павлович М. Химическая война. М., 1925, Интернет-версия, с.27 <http://www.magister.msk.ru/library/revolt/pavlmm007.htm>
18. Антонов Н.С. Химическое оружие на рубеже двух столетий М.: “Прогресс”, 1994. – 174 с., с.11
19. Хоффман Р. Такой одинаковый и разный мир. Пер. с англ. – М.: Мир, 2001 (Рубежи науки) Интернет: Гений и злодейство http://www.poisknews.ru/_ingz/allstatya.asp?table=ingzKnig&id=5
20. Оксенгендлер Г.И. Яды и организм: Проблемы химической опасности. СПб.: Наука, 1991. – 320 с., с.192

-
- ²¹. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества: Учебное пособие. – 2-е изд. – м.: Воениздат, 1990 – 271 с., с.7
- ²². Загорский В.В. Замкнутый круг или спираль? Школьное обозрение, № 2-3, 1999, с. 6-11
- ²³. Антонов Н.С. Химическое оружие на рубеже двух столетий М.:“Прогресс”, 1994. – 174 с., с.24-25
- ²⁴. Химический терроризм секты Аум Синрикэ: два года спустя Проблемы химической безопасности, Сообщение UCS-INFO, 49(115), 20 марта 1997 г.
- ²⁵. Приложение "Химия" к газете "1 сентября", N 1, 2000 год. , (Галерея русских химиков) Интернет: http://archive.1september.ru/him/2000/no01_2.htm