

Аркадий Курамшин

Жизнь замечательных устройств

«Издательство АСТ»

2018

УДК 24.1
ББК 30я2

Курамшин А. И.

Жизнь замечательных устройств / А. И. Курамшин —
«Издательство АСТ», 2018

ISBN 978-5-17-107584-2

Как прославиться химику? Очень просто! В честь него могут быть названы открытая им реакция, новое вещество или даже реагент! Но если этого недостаточно, то у такого ученого есть и ещё один способ оставить память о себе: разработать посуду, прибор или другое устройство, которое будет называться его именем. Через годы название этой посуды сократится просто до фамилии ученого – в лаборатории мы редко говорим «холодильник Либиха», «насадка Вюрца». Чаше можно услышать что-то типа: «А кто вюрца немытого в раковине бросил?» или: «Опять у либиха кто-то лапку отломал». Героями этой книги стали устройства, созданные учеными в помощь своим исследованиям. Многие ли знают, кто такой Петри, чашку имени которого используют и химики, и микробиологи, а кто навскидку скажет, кто изобрёл такое устройство, как пипетка? Кого поминать добрым словом, когда мы закапываем себе в глаза капли?

УДК 24.1

ББК 30я2

ISBN 978-5-17-107584-2

© Курамшин А. И., 2018

© Издательство АСТ, 2018

Содержание

2018. Предисловие от автора	6
200-300. Хема Зосима. Панополитанского и баня Марии-Пророчицы	11
1100. Список различных искусств пресвитера Теофила	21
1300-1600. Алхимические танцы драконов	30
Конец ознакомительного фрагмента.	49

Аркадий Курамшин

Жизнь замечательных устройств

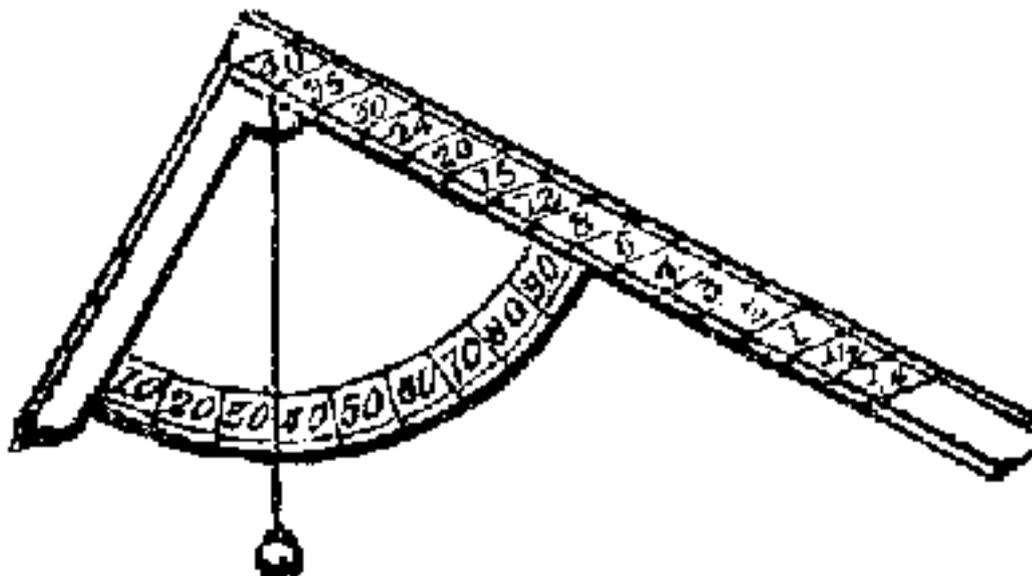
© Аркадий Курамшин, текст, 2018

© Издательство АСТ, 2018

* * *

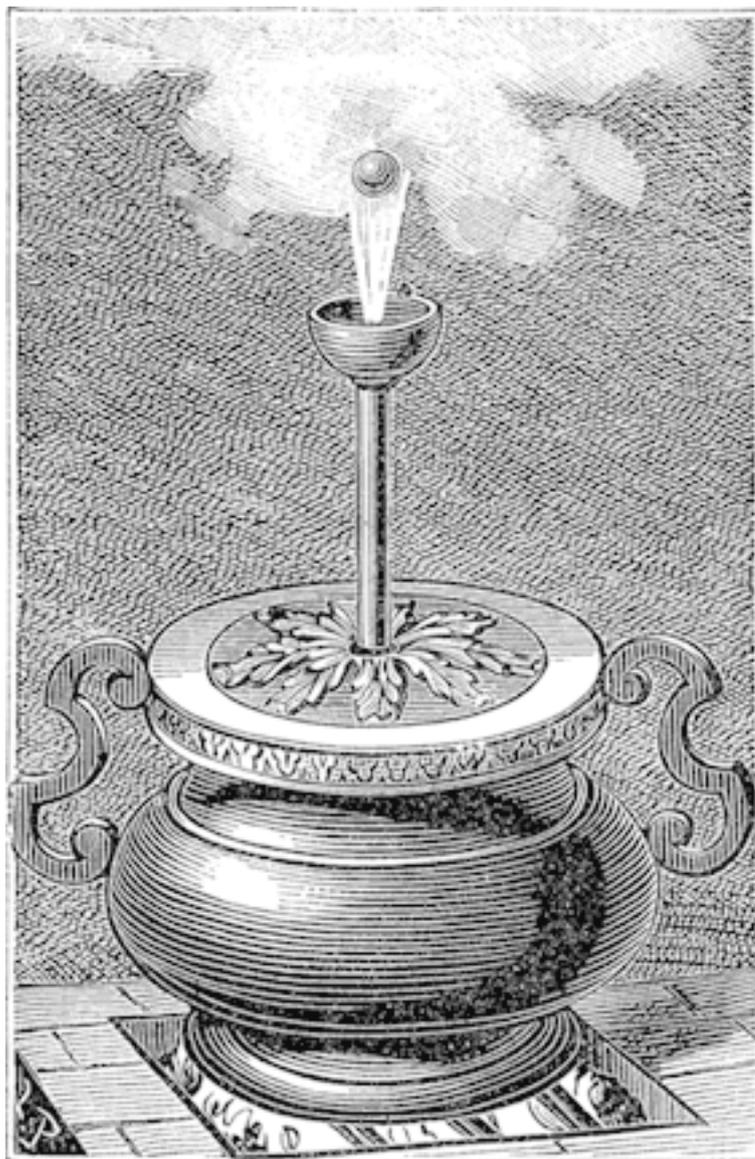
2018. Предисловие от автора

Как вписать своё имя в историю науки? Наиболее распространённый и знакомый вариант – сформулировать закон, правило или эффект, которое когда-то будет названо именем создателя. Законы Ньютона, теория Дарвина, Периодический закон Менделеева, теория Адама Смита. Следует признать, что химикам проще войти в историю, чем другим естественникам – у них есть больше возможностей.



В честь химика может быть названа открытая им реакция, и тогда она будет относиться к «именным» (только в русской версии Википедии перечислено 63 именных реакции, в англоязычной версии этой энциклопедии список именных реакций в разы больше, к тому же не стоит забывать, что Википедия не является источником истины в последней инстанции). Со школы многие помнят реакции Кучерова, Вагнера, Зинина и многие другие. Ещё один вариант: работать так, чтобы в честь тебя назвали впервые полученное или охарактеризованное тобою вещество или реагент – бертолетова соль, реактив Фелинга, реактив Чугаева и т. д.

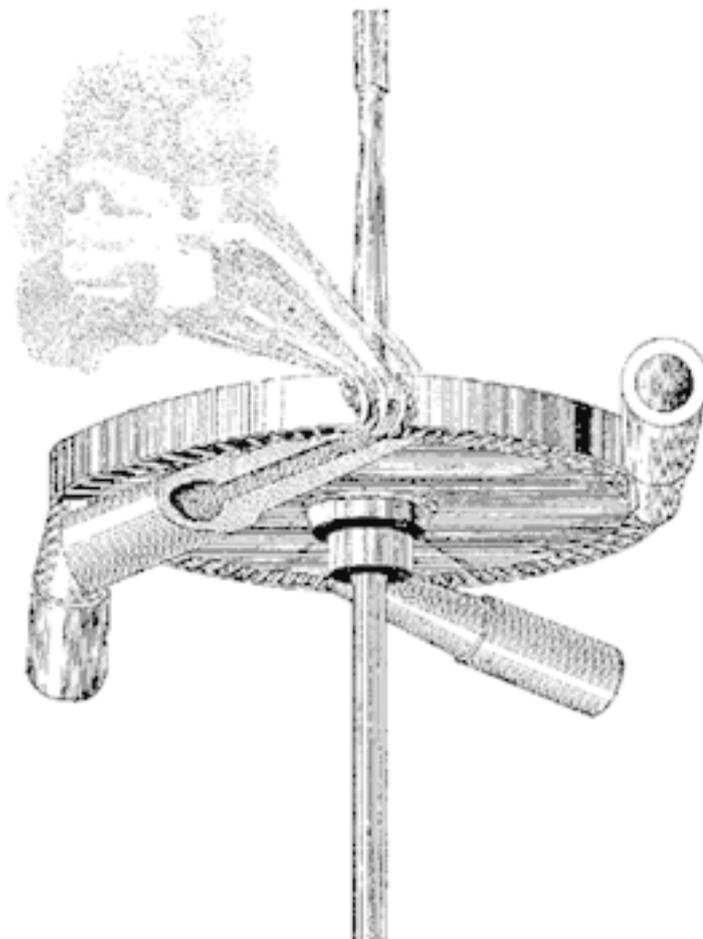
Но во все времена для химиков был и ещё один способ оставить память о себе: разработать посуду, прибор или другое устройство, которое либо при жизни, либо вскоре после смерти химика будет называться его именем, а к нашему времени название этой посуды сократится просто до фамилии ученого, которая будет использоваться уже не как имя собственное, а имя нарицательное. В лаборатории, общаясь друг с другом, химики редко говорят «холодильник Либиха», «насадка Вюрца». Чаше можно услышать что-то типа: «А кто вюрца немытого в раковине бросил?», или: «Опять у либиха кто-то лапку отломал».



Именно про такие устройства, а точнее про людей, изобретавших устройства, крепко связанные с их именем, и пойдёт речь в этой книге. На самом деле, многие ли знают, кто такой Петри, чашку имени которого используют и химики, и микробиологи, кто навскидку скажет, кто изобрёл такое устройство, как пипетка? А ведь пипетка – это не только научные лаборатории: огромное количество лекарственных препаратов в аптеках снабжены этим замечательным устройством. Кого вспоминать добрым словом, когда мы закапываем себе в глаза капли? Конечно, кроме создателей устройств и приборов будет немного рассказов и о химиках, не увековеченных в лабораторной посуде, но тут, как автор, я могу сказать, что, скажем, соль Цейзе или реактив Гриньяра – это устройства из атомов, теория химии Роберта Бойля тоже устройство – устройство (или обустройство) научного метода. Что поделать? Могу сказать классическое: «Я художник, я так вижу».

Героями этой книги преимущественно будут устройства, созданные зарубежными учеными, и продукты их трудов. Это тоже осознанное решение. Конечно, можно много рассказывать о наших соотечественниках, оставивших след в истории науки, одной истории Казанской химической школы, учеником и рядовым преподавателем которой я считаю себя, наберется на несколько томов. Но дело в том, что про наших ученых написано уже столько, что если я и напишу еще одну книгу про них, то от моей свечи на общем фоне светлее не станет –

наших ученых мы знаем хорошо. Ученых же, работавших и работающих за границей России, – гораздо хуже (очень часто химиков XIX века в школьных учебниках и хрестоматиях для чтения по химии так вообще упоминают лишь в связи с тем, какую роль они сыграли в становлении Периодического закона Д. И. Менделеева или Теории химического строения А. М. Бутлерова).



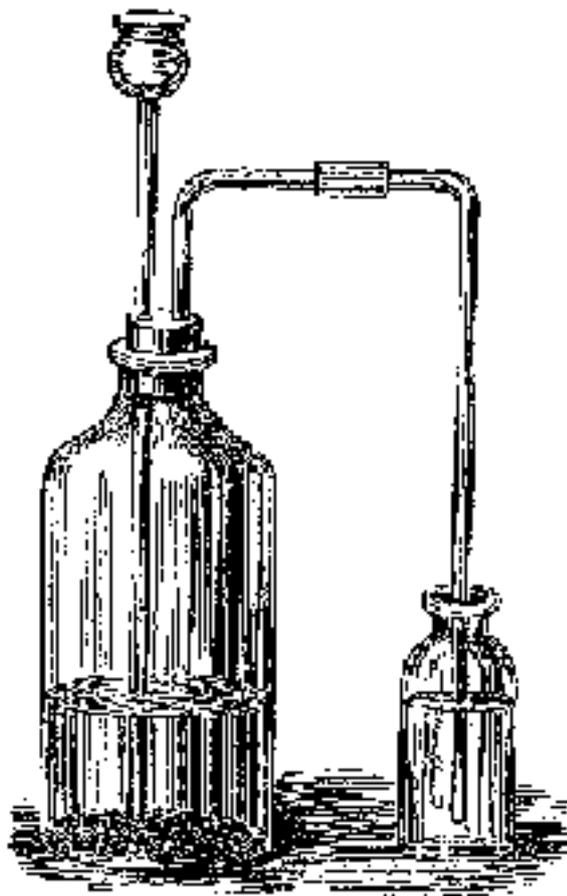
Однако границы в науке определяются не политической картой мира, а специализацией того или иного ученого. Наиболее известные творцы науки не соблюдали и этих границ – между химией и физикой, химией и биологией – ведь такое разделение наук условно. Роберт Бойль, ставший, по существу, первым человеком, обосновавшим необходимость применения научного метода в химии, больше известен нам как физик благодаря газовому закону Бойля-Мариотта, а, пожалуй, самую важную для химиков современности методику разделения сложной системы веществ разработал Михаил Цвет, который считал себя не химиком, а ботаником.

Ещё один отличительный момент – в отличие от ряда других изданий, в которых рассказывается только о победах и достижениях «отцов-основателей» химии, я старался показать, что они были реальными людьми, ошибались, иногда попадали в нелепые ситуации (например, один из химиков, уже ставший к 1914 году Нобелевским лауреатом, когда началась война, несколько месяцев прослужил капралом в линейной пехоте, ладно хоть в глубоком тылу, где он нес только караульную службу, не участвуя в боевых операциях).



Эта книга немного отличается от уже возможно знакомой читателю «Жизни замечательных веществ» и немного похожа на неё. Первое, и самое главное отличие состоит в том, что первая моя книга, опубликованная в издательстве АСТ, была по сути новеллизацией моих рассказов, которые можно было найти в сети и до издания книги: подавляющее большинство сюжетов было опубликовано в моих персональных блогах или написано и опубликовано в журнале «Химия и жизнь. XXI век». После предложения издать эти материалы под одной обложкой, я добавил в рукопись лишь три-четыре новых сюжета, которые, по моему мнению, добавляли логичности изложению. В этой книге всё по-другому – из полусотни рассказов про замечательные устройства и их создателей большая часть материала нигде ранее не публиковалась и написана специально для неё. Знакомыми читателю могут быть только пять-шесть сюжетов, написанных в течение 2016–2017 года опять же для журнала «Химия и жизнь. XXI век». К тому же, я располагал рассказы, соблюдая принцип историзма, – в хронологическом порядке от самых первых письменных упоминаний о химических приборах, химических методиках и химических концепциях до Нобелевской Премии по химии 2017 года. Конечно, это не детектив (хотя, как сказать, некоторые реально разворачивавшиеся события в истории химии закручены

не менее авантюрно, чем в детективах), и читатель может знакомиться с каждой главой на свой вкус – с конца или середины. Тем не менее, я бы всё же рекомендовал читать по порядку: почти всех героев этой книги связывают незримые нити преемственности ученик-учитель, и, чтобы пройти по этим нитям Ариадны, лучше начинать с начала пути.



Конечно, это не полные биографии учёных, но я считаю, что рассказы этой книги вполне позволяют получить представление о том, как и чьими стараниями развивалась химия с древних времён до наших дней. Если же читателя заинтересует кто-то из героев этой книги, более чем уверен – про каждого из них, кроме разве что героев последних десяти глав, уже написаны биографии в серии «Жизнь замечательных людей», название которой и воодушевляет меня на написание вот уже второй книги. Желаю читателям приятного чтения!

200-300. Хема Зосима. Панополитанского и баня Марии-Пророчицы

Откуда взялась химия? На этот вопрос довольно сложно ответить, поскольку правильный ответ на этот вопрос зависит от того, что подразумевается в вопросе.

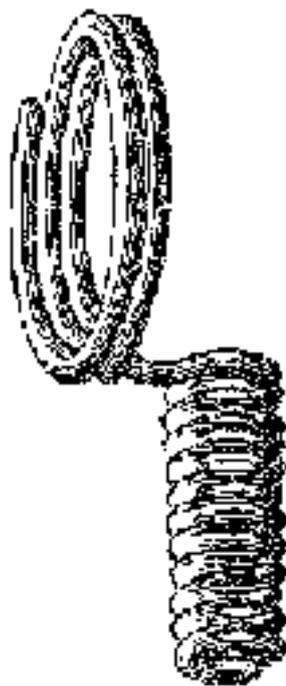
Если под началом химии мы имеем в виду первые химические процессы, то они стартовали где-то через 400 тысяч лет после начала Большого Горячего взрыва, когда условия молодой Вселенной позволили существовать атомам водорода (до этого процессы связывания электронов протонами и процессы ионизации находились в равновесии, и стабильные атомы не могли существовать). Атомы водорода стали вступать в процессы образования химических связей, образуя двухатомные молекулы H_2 и трёхатомные ионы H_3^+ , запустились химические процессы, и, можно сказать, химия началась.

Если мы захотим узнать, когда впервые химия появилась в жизни человека, то на этот вопрос относительно легко дать ответ: тогда, когда человек подружился с огнём. Дружба эта началась с того, что наши далёкие предки поняли: питаться пищей, приготовленной на огне, лучше, чем сырой. Для этого они стали заниматься самыми первыми химическими процессами – сперва готовкой пищи на «диких кострах», затем переносом огня в свое жилище и поддержанием пламени в очаге, ну а потом – искусством разведения огня. Возможно, что и в те времена были те, кто утверждал, что огонь изгоняет из туши мамонта добрых духов, делая жареную мамонтьятину не такой полезной, как сырая, равно как и те, кто говорил о том, что батат, запеченный в углях «органического» лесного пожара вкуснее, чем такой же батат, запеченный в углях костра, зажжённого собственноручно человеком, но тогда их судьба была очень печальна, так как во время палеолита фраза «Не нравится – не ешь!» была равнозначна фразе «Умри от голода!».



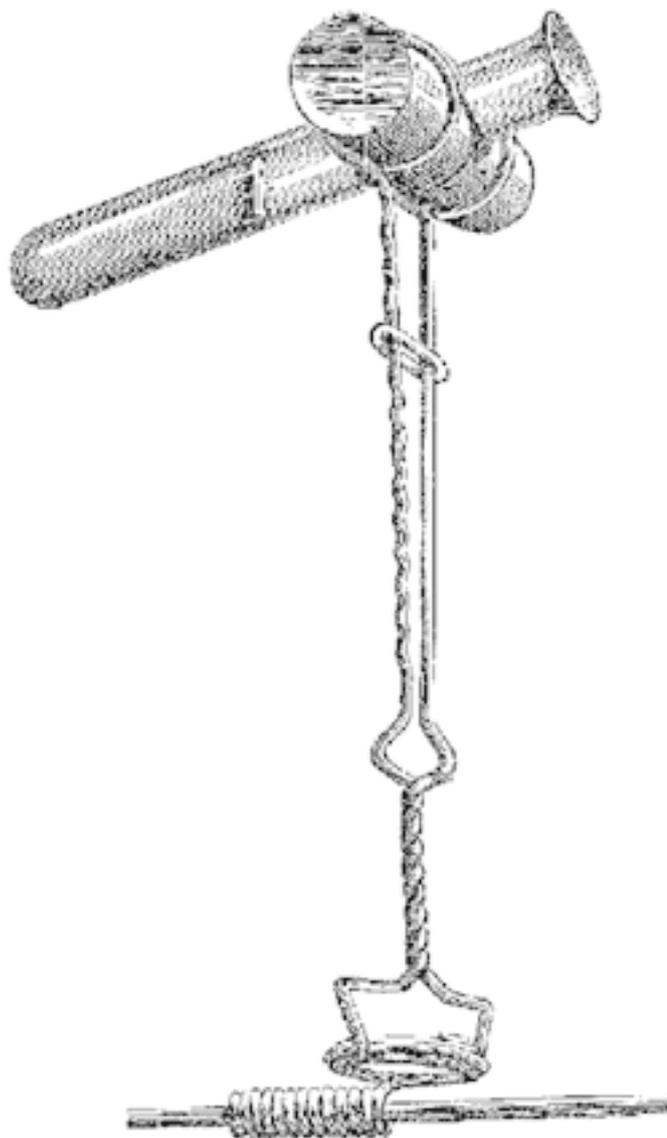
Роясь в источниках и хрониках, мы можем даже найти кандидата на роль «первого в мире химика», имя которого сохранила история. Кстати, правильнее было бы сказать «имя **которой**». На месопотамской клинописной табличке, датируемой тринадцатым веком до нашей эры, упоминается некая Таппути Белатекалим, последнее слово – не фамилия и не имя рода, а должность – блюстительница женской половины царского дворца. В свободное от управления женской половиной дворца Таппути занималась химическими экспериментами в области парфюмерии. Судя по табличке, Таппути, нагревая, выделяла пахнущие экстракты цветов, смешивала разные эссенции, разбавляла полученные смеси водой в различных соотношениях, упорно и многократно повторяя все эти действия, пока результат не начинал её удовлетворять. Возможно, что рассказывающая про Таппути глиняная табличка является еще и первым документированным описанием того химического процесса, который мы сейчас называем «перегонка» – выделение экстрактов, для которого требуется первоначальное нагревание и последующее охлаждение паров.

Сложнее всего, как это ни странно, выяснить, кто первым придумал термин «химия», обозначая им уже привычную нам науку. Это обидно, особенно если вспомнить, что авторские права на термин «физика» принадлежат Аристотелю (хотя, конечно, наставник Александра Македонского и философ называл «физикой» далеко не то, что мы привыкли считать физикой сейчас), термин «биология» ввёл Жан-Батист шевалье де Ламарк.



Довольно часто можно встретить мысль о том, что слово «химия» – редукция слова -ет«алхимия», попавшего в европейские языки из арабского *كیمیاء* ('al-kīmiyā'). В какой-то пени это верно – европейская алхимия расцвела буйным цветом на почве, подготовленной персидскими и арабскими алхимиками. Однако развитию ближневосточной алхимии предшествовало появление того, что мы называем «александрийской алхимией», которую, наверное, правильнее было бы назвать «ромейской химией»: первые попытки заниматься химией как наукой, а не как ритуалом, предпринимались не только в «научной столице» Византии – Александрии, но и других её городах, а «ал-» – арабский префикс, не несущий самостоятельного лексического значения (я использовал более нейтральное прилагательное «ромейский» по самоназванию граждан Восточного Рима – ромеев – сознательно, ибо так уж сложилось,

что прилагательное «византийский» ассоциируется с интригами, кознями, и словосочетание «византийская химия» в таком случае может иметь отношения и к событиям, происходившим в химии или около неё уже после падения Восточной римской империи и, увы, даже к событиям, происходящим в химии в наше время). Таким образом, становление химии как науки, а не ритуализированного ремесла начинается на землях Византии, а первыми химиками, о которых имеется хоть какое-то упоминание в источниках того времени, можно считать представителей Александрийской алхимической (или ромейской химической) школы – Зосима Панополитанского и Марию-Пророчицу.



О жившем в более позднее время Зосиме Панополитанском известно больше. Этот философ родился в начале 4 века нашей эры в городе Панополис на территории Восточной римской империи (уже при жизни Зосима город Панополис был древним городом – он был построен еще во времена Верхнего Египта, тогда он носил имя Хент-мин и был столицей одной из египетских провинций-номов, сейчас это египетский город Ахмин). Зосим является автором самого первого руководства по практической химии, дошедшего до нас и в оригинале, и в переводах. Написанный на греческом языке труд назывался «Хирукмета» (по-гречески – сделанное руками). «Хирукмета» Зосима и более поздние работы еще четырёх десятков авторов, датиро-

емые преимущественно 5-6 веком нашей эры, в 7-8 веке были объединены и растиражированы константинопольскими писцами в первую «коллективную монографию» по химии, повлиявшую на развитие алхимии (в 7-8 веке – уже алхимии) и на Западе, и на Востоке. Сейчас фрагменты этой рукописи можно увидеть в музеях Парижа и Венеции.



Арабские переводы «Хирокметы» и некоторых других трактатов Зосима были обнаружены в 1995 году в книге «Секреты мудрости» персидского алхимика Муайяда аль-Дин Абу Исмаил аль-Хусейн ибн Али аль-Туграй. К сожалению, при переводе некоторые фрагменты были утеряны (или сознательно опущены), из-за чего часть текста кажется нечитаемой и бессмысленной. Такое бывало, что алхимик, не желая полностью раскрывать все карты, доверял бумаге или пергаменту не все свои мысли, часть информации продолжая держать в голове (впрочем, такое происходит и сейчас: бывает, что методики химических экспериментов, описанные в научных журналах или патентных заявках, намеренно составляются авторами с опущением какой-либо детали, без которой воспроизведение такой методики не представляется возможным).

В дошедших до нас трудах Зосима описаны некоторые практические приемы: «фиксация» ртути (вероятно, изготовление ртутных амальгам), имитации золота и серебра. Именно в работах Зосима впервые в письменном виде формулируется идея о философском камне –

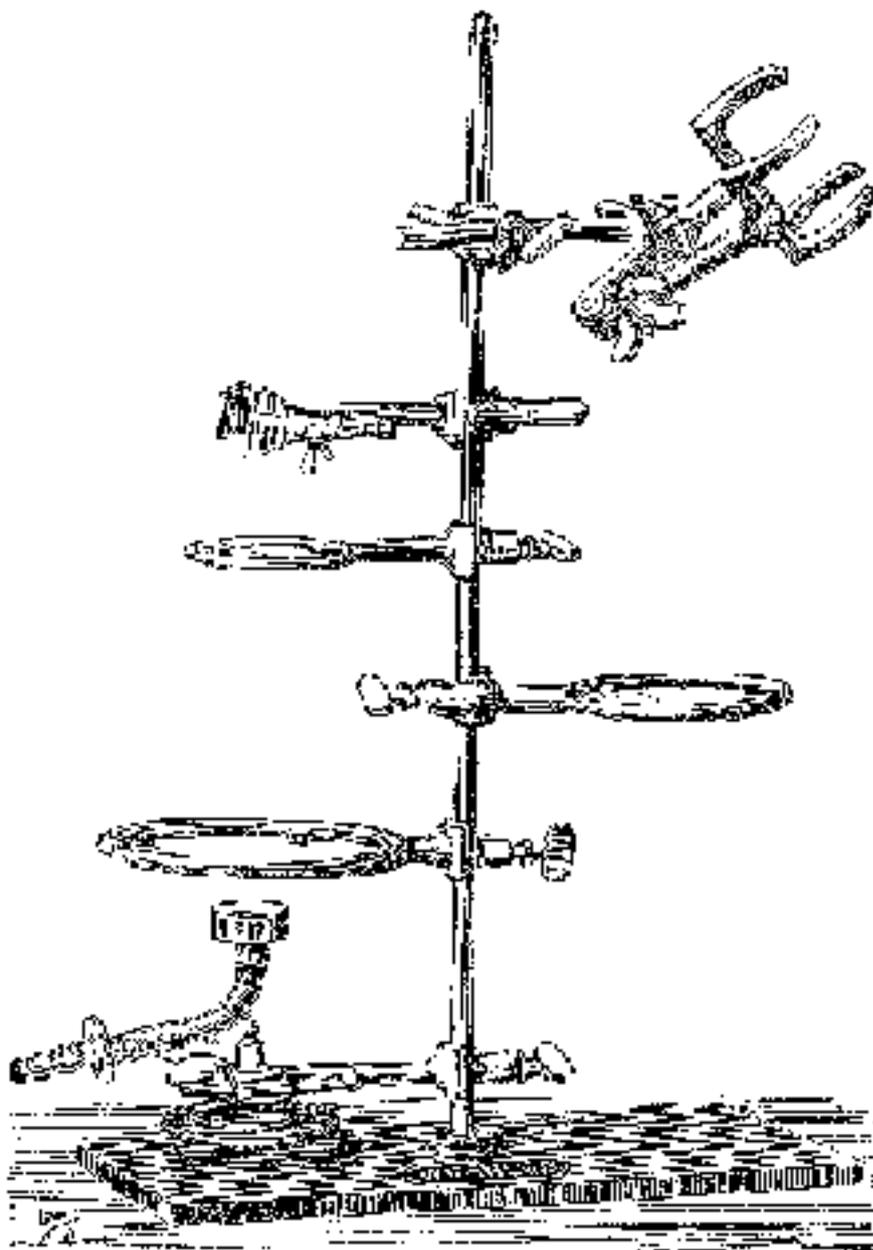
гипотетическом веществе, способном превращать неблагородные металлы в совершенные – золото и серебро. Зосим описал ряд алхимических приборов, процесс образования ацетата свинца и указал на его сладкий вкус (хотя есть свидетельства, что ацетат свинца применялся в качестве консерванта и подсластителя еще тогда, когда Римская империя не распалась на восточную и западную).



Но самое главное – именно в рукописях, копиях рукописей и переводах рукописей Зосима впервые встречается слово «хема», наиболее вероятно и ставшее впоследствии знакомой всем нам «химией» (сам Зосим употребляет «хема» в понимании «священного тайного искусства»). Зосим считал, что искусство «хема» было передано людям падшими ангелами, которые после изгнания Адама и Евы из Рая сходились с «дщерями человеческими» и, в награду за любовь, раскрывали им приёмы «тайного искусства» выплавки металлов, изготовления стекла и т. д. В другом тексте Зосим упоминает, что пишет «Хирокмету» как руководство для решения задач по «...определению состава вод, движению, росту, соединению и разъединению твёрдых тел, извлечению духов из твёрдых тел и заключению духов в твёрдые тела...», и хотя ни в сохранившихся рукописях на греческом, ни в переводах эти задачи и тайное знание «хема» не связываются между собой, вся дальнейшая логика развития алхимии как «тайного знания» позволяет специалистам по истории науки считать «хему» «химией», а Зосима Панополитанского – автором названия этой науки.

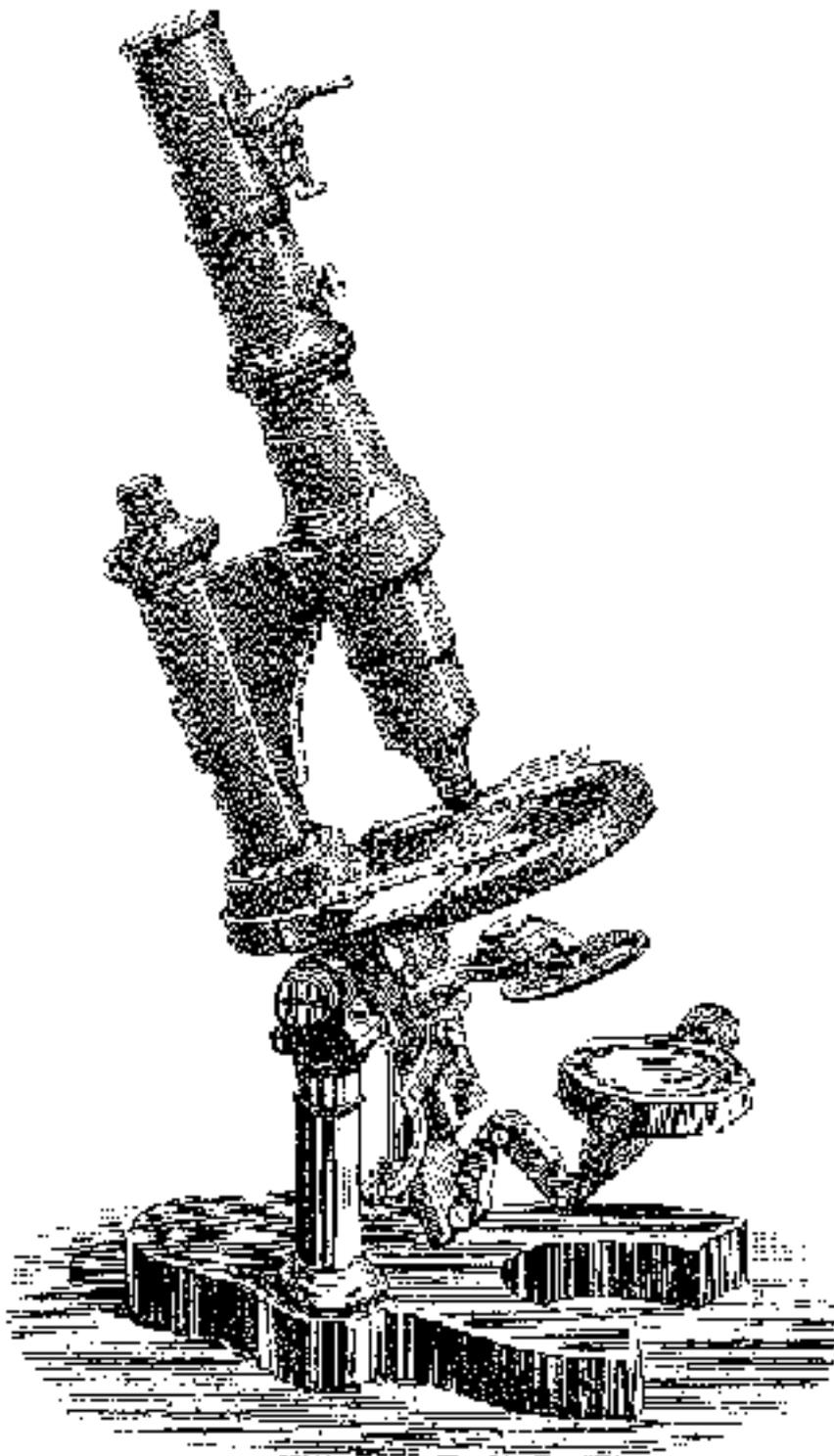
Из «Хирокметы» видно, что Зосим не считает себя первым носителем «тайного знания»: он многократно упоминает Гермеса Трисмегиста (Триждывеличайшего) – божество мудрости, надолго ставшее мистическим покровителем алхимиков – и довольно часто цитирует труды

персонажа не божественного, а человеческого происхождения – Марии-Пророчицы, которой тоже не было чуждо желание постичь тайные знания. Мария-Пророчица, Мария-еврейка или Мария-Мириам – сестра Моисея – упоминается и в других письменных источниках, что, в отличие от Гермеса Триждывеличайшего, позволяет говорить о Марии, как о реально существовавшей исторической персоне.



Точные даты её жизни неизвестны, наиболее вероятно, что она жила и работала на паротройку десятилетий ранее Зосима, возможно тоже на территории Египта, и, как и Зосим, была гречанкой или греко-египтянкой. Учитывая большую патриархатность иудейской культуры по сравнению с отношением к женщине в египетском или греческом обществе того времени, еврейское происхождение Марии маловероятно. Родственная связь Марии с ветхозаветным Моисеем абсолютно невероятна, но, как ни странно, именно эта деталь позволяет уверенно говорить о том, что Пророчица была реальным человеком: для искавших тайное знание в те времена и для алхимиков позже декларация родственных связей с библейскими персонажами

или античными божествами было дело обычным – упоминание о наличии бога, полубога или пророка в родословной добавляло фигуре алхимика мистической значимости, подчеркивая, что тайное знание потому и называется тайным, что постичь его дано далеко не каждому.



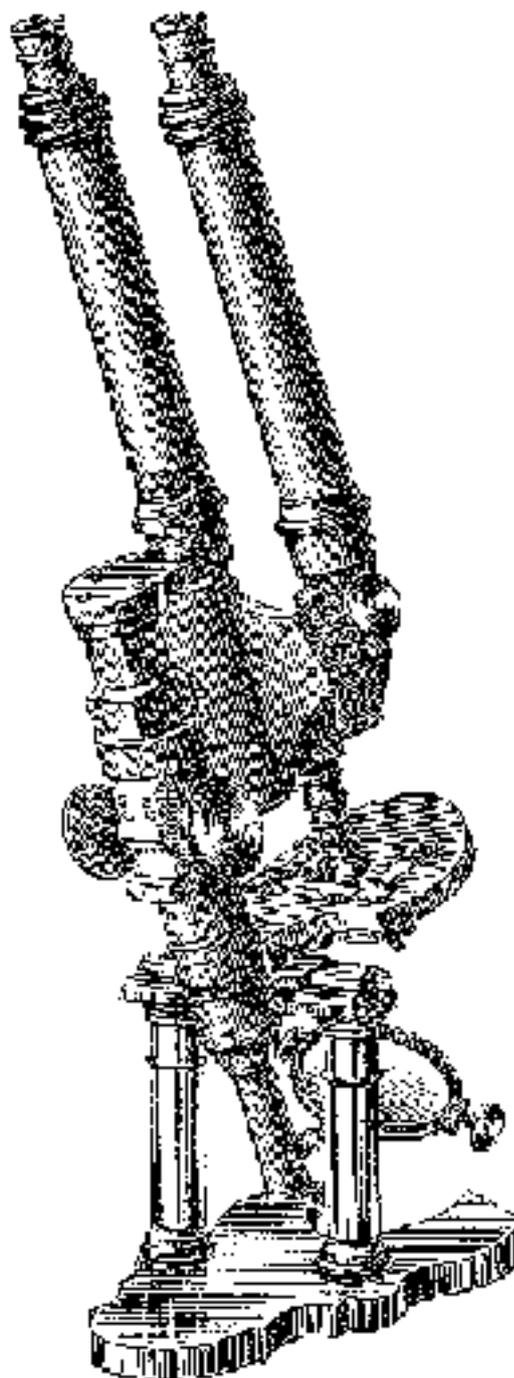
В своём трактате Зосим приписывает Марии-Пророчице изобретение трех важных алхимических приборов, с некоторыми изменениями дошедших до наших времён. Первое изобретение – «*balneum mariae*» или «баня Марии» – представляло собой двойной контейнер с

ножками, позволявшими поставить его на огонь костра или жаровни. Внешний контейнер заполняли водой, внутренний – материалом, который хотели нагреть, и, таким образом, тепло от источника нагрева (во времена Марии и Зосима таким источником могли быть только пламя или угли) нагревает воду, вода передаёт энергию нагреваемому материалу, который при этом не может нагреваться выше температуры кипения воды. Принципиальная схема бани Марии надолго пережила память об изобретательнице, и в настоящее время в лабораторной практике повсеместно применяются нагревательные бани, задача которых та же, что и у бани Марии – не допускать перегрева вещества. Конечно, костром в качестве источника тепла сейчас уже никто не пользуется, да и кроме воды в качестве теплоносителя применяются и другие вещества, но встретить фразу: «...нагревали на водяной/силиконовой/металлической бане...» можно в описании методологии огромного количества химических экспериментов. Изобретение Марии-Пророчицы можно встретить не только в лаборатории, но и на кухне – опять же, чтобы избежать перегрева продукта, приготовление некоторых блюд и многие рецепты домашнего консервирования рекомендуют (а иногда и требуют) нагрева на водяной бане.



Второе устройство, керотакис (греч. – керотакίς), было предназначено для нагрева веществ и для сбора паров. Оно представляло собой воздухонепроницаемый контейнер, верх-

няя часть которого была закрыта листом меди. При правильной подгонке деталей и при правильной работе все элементы керотакиса плотно прилегали друг к другу, не выпуская наружу пары нагреваемых в керотакисе веществ. Использование таких плотно запечатанных устройств в «ремесле Гермеса» в конечном итоге породило термин «герметично запечатанный». В 1879 году немецкий химик Франц фон Сокслет модифицировал устройство керотакиса, создав устройство для экстракции, которое сейчас мы знаем как «экстрактор Сокслета» или просто «Сокслет».

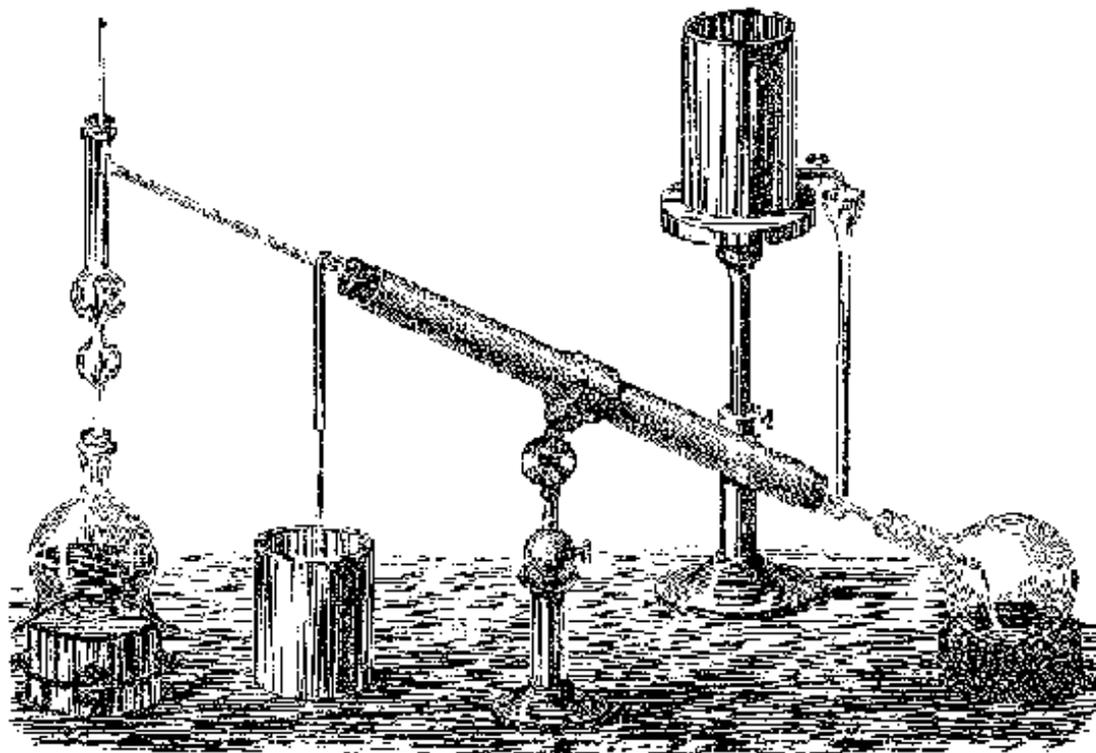


Третьим устройством, создание которого Зосим приписывает Марии, был трибикос (греч. – τριβικός) – своего рода перегонный аппарат с тремя отводами, который использовался

для очистки жидких веществ с помощью перегонки. Зосим упоминал, что Мария и описывала наиболее оптимальный материал для отводов (медь или бронзу), и указывала на необходимость запечатывания сочленений между сосудом и отводами мучной пастой. Возможно, хотя прямых упоминаний об этом нет, а по рисункам алхимической посуды об этом судить сложно, отводы трибикоса располагались на различной высоте от слоя перегоняемой жидкости, что уже во времена ромейской химии позволяло проводить фракционную перегонку – через самый верхний отвод отгонялось самое легколетучее вещество, через нижний, самый близкий к источнику нагревания – то вещество, которое отличалось самой низкой летучестью. И баня Марии, и трибикос были существенным усовершенствованием (а может и изобретением) процесса разделения жидкостей с помощью перегонки-дистилляции, и послужили не только алхимикам и химикам для «...*определения состава вод...*», но и внесли свой вклад в разработку технологии крепких алкогольных напитков, известных сейчас под общим названием «бренди», получаемых в результате дистилляции виноградного вина, фруктовой или ягодной браги. В лаборатории в наше время потомком трибикоса Марии является трёхногая кобылка – лабораторный прибор с тремя отводами для соединения с колбами, в которые собирается перегоняемая жидкость.

1100. Список различных искусств пресвитера Теофила

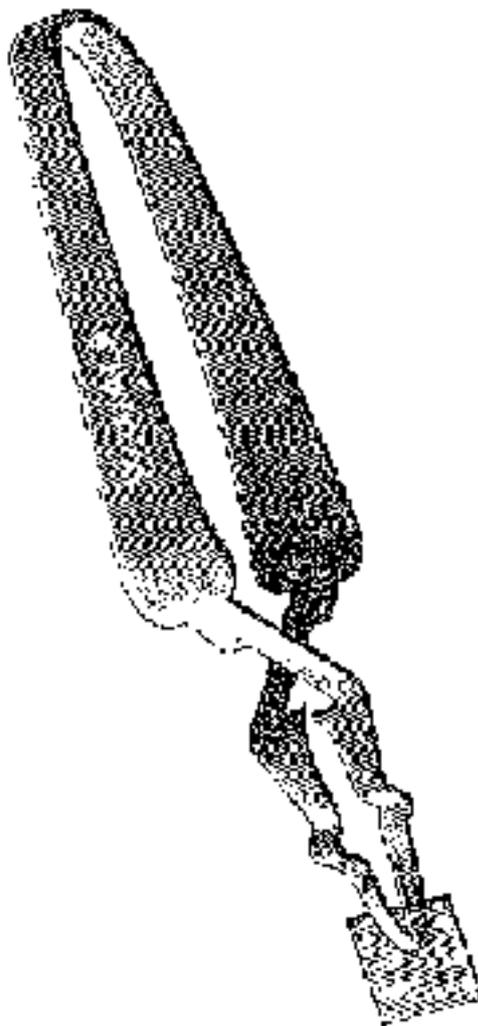
Нередко в литературе, посвященной и просто истории, и истории науки, можно встретить рассуждения о том, что европейские алхимические трактаты, в особенности – рецепты изготовления пигментов, выплавки цветного стекла и других материалов для отделочно-декоративных работ, эпохи Средних веков не отличались, говоря современным языком, «научной новизной», а представляли собой либо копии и компиляции античных трактатов, либо переводы трудов персидских и арабских алхимиков.



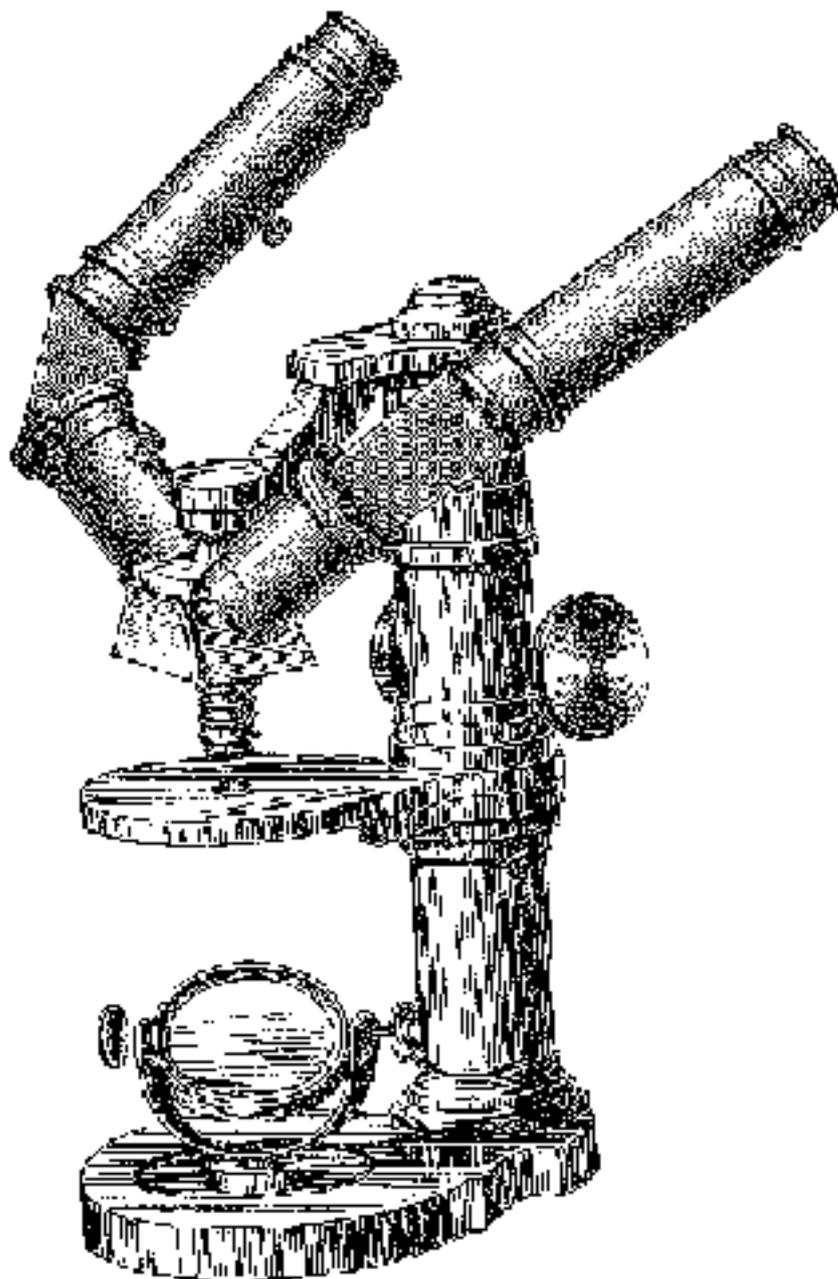
Отчасти это верно – во многом отношении грамотных людей средневековья к знаниям выразил Хорхе Бургосский из «Имени розы» Умберто Эко: «Всё... было сказано пророками, евангелистами, отцами и докторами... сказать больше нечего; лишь обдумывать, истолковывать, оберегать». Многие из средневековых коллекций рецептов, из которых наиболее известны трактат девятого века *Marrae clavicular* (Рецепты крашения) и труд десятого века *De coloribus et artibus Romanorum* (Римское искусство красок и изображений), были списками более ранних источников, но Средние века не были эпохой исключительно копирования уже существовавших знаний. Более того, даже в раннее Средневековье находились люди, создававшие новое знание и описывавшие его в своих трудах. Таким трактатом можно назвать *Schedula diversarum atrium* (Список различных искусств) пресвитера Теофила, который, в соответствии с мнением современных переводчиков и историков науки, написан на основе собственного опыта, наблюдений и общения с коллегами по ремеслу.



О пресвитере Теофиле известно немногим больше, чем о Зосиме Панополитанском и Марии-Пророчице. Доподлинно известно, что он жил на рубеже 11-го и 12-го веков и написал «Список...» в первое десятилетие двенадцатого века. По одной из версий Теофил был монахом-бенедиктинцем, жившим и работавшим в Хельмарсхаузенском монастыре (сейчас он расположен в пригороде немецкого города Бад-Карлсхафена, в земле Гессен), который во времена жизни Теофила был крупным центром прикладного искусства. По другой – псевдонимом «Пресвитер Теофил» воспользовался для своего труда средневековый художник, известный как Рогер из Хельмарсхаузена, сделавший росписи для Кёльнского собора и нескольких переносных алтарей, два из которых до наших дней сохранились в кафедральном соборе немецкого Падерборна (вполне возможно, что и средневековый художник в какой-то момент мог дать монашеские обеты и принять имя Теофил).



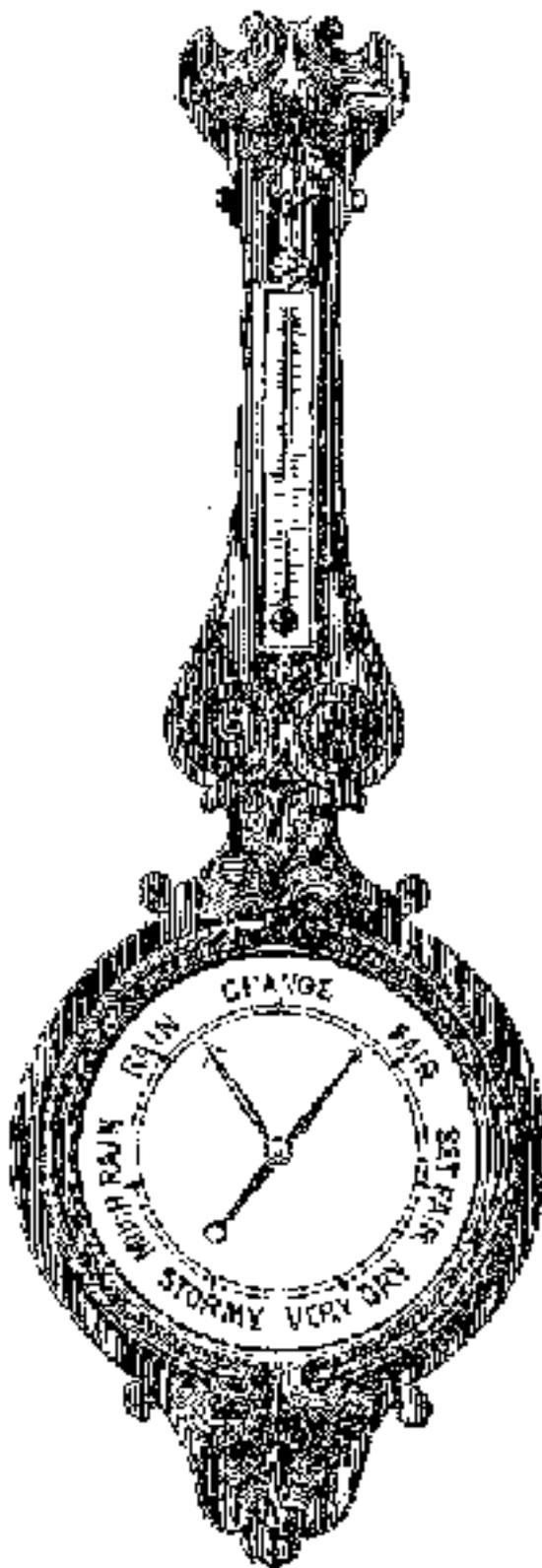
Трактат Теофила представляет собой подробный критический обзор прикладных искусств, содержащий ценные сведения о технике и технологии. Первая часть рукописи посвящена изготовлению и употреблению различных видов красок и чернил, которые могут применяться для иконописи, книжной графики, росписи стен и т. д. Вторая часть трактата описывает стеклодувное дело, получение цветного стекла и роспись по стеклу. Третий раздел «Списка...» имеет меньшее отношение к алхимии и прикладной химии, но не менее интересен с точки зрения искусств и ремёсел – он посвящен некоторым видам ювелирных работ, а также созданию музыкальных инструментов – духовых органов. Древнейшая рукописная копия книги Теофила была обнаружена в 1774 году в вольфенбюттельской библиотеке, чуть позже еще одна рукописная копия была найдена в Вене. После находки труд Теофила был переведён с латыни на ряд новоевропейских языков.



Трактат Теофила нельзя в полной мере назвать алхимическим трактатом: европейские алхимики со времен появления слово «хема» продолжали искать тайное знание и, не стремясь сделать знание менее тайным, записывали свои наблюдения так, чтобы их нельзя было бы просто взять и воспроизвести, упуская некоторые детали, пользуясь языком, понятным лишь посвященным – обычный алхимический трактат ни в коей степени не годился на роль практического руководства. Трактат Теофила – именно практическое руководство с подробными инструкциями по работе со стеклом или пигментами, и эти инструкции понятны всем, кто мог их прочитать. С точки зрения классических алхимических и мистических учений «Список...» Теофила мог считаться очень приземленным трудом, но именно эта его «приземленность» и была достоинством трактата, которая позволила ему оставаться «технологическим регламентом» для художников – кроме вдохновения и техники живописи художникам нужны краски. Но в средневековой Европе (как, впрочем, и в других частях света до Промышленной революции) не было специализированных магазинов, продающих краски труженикам кисти и

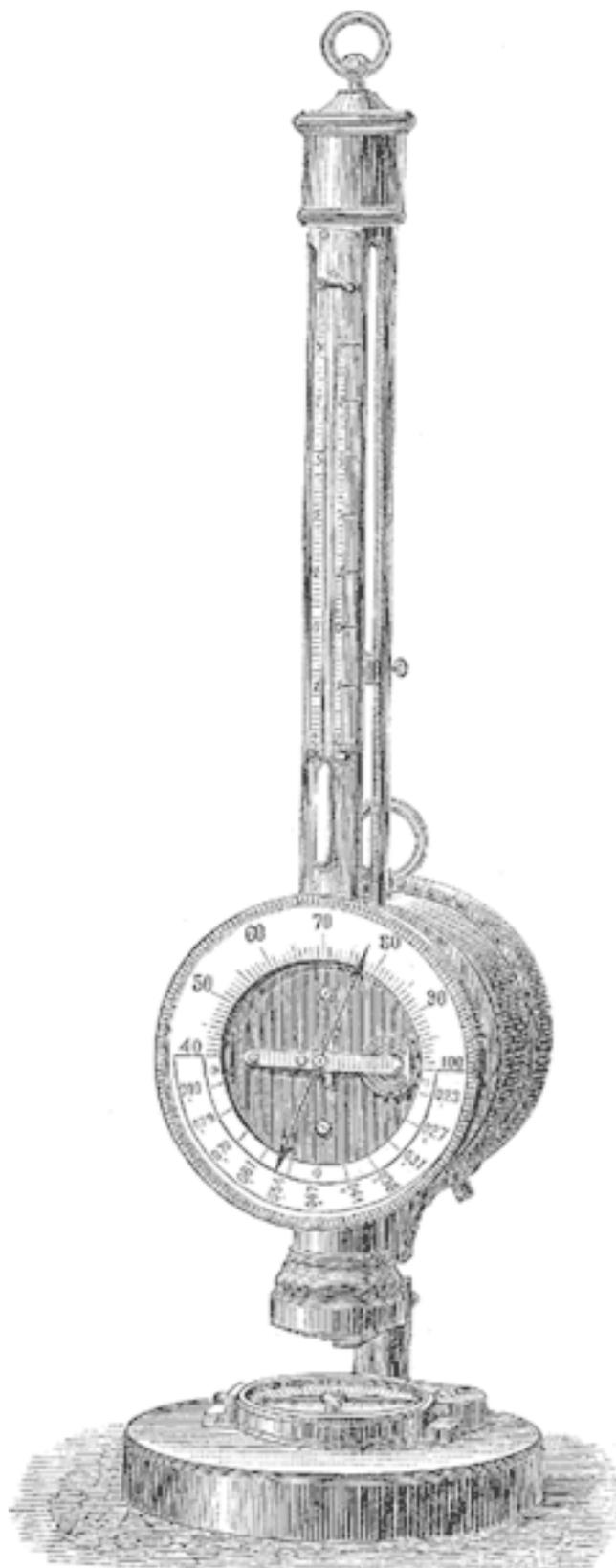
мольберта, поэтому любой деятель изобразительного искусства до определенной исторической эпохи владел ремеслом приготовления пигментов, связующих, морилок и лаков, а все это требовало если не владения химическими знаниями, то уж точно владения техникой химического эксперимента.

Маленький пример – рецепт приготовления искусственной киновари (синтетического сульфида ртути(II)), изложенный Теофилом, мог быть написан только человеком, который сам получал красный неорганический ртутьсодержащий пигмент из ртути и серы, ну или хотя бы неоднократно наблюдал за его получением. Теофил подробно объясняет, как смешивать ртуть с серой, как и сколько нагревать эту смесь до получения красного вещества. Описание Теофила вполне можно было бы включить в современное издание руководства по синтезу неорганических соединений, если бы не одна вещь – в рецепте приводится неправильное соотношение масс ртути и серы. Одна весовая часть серы на две весовые части ртути, предложенная в рецепте Теофила – это слишком много серы. Сейчас любой восьмиклассник, освоив на химии тему «Расчеты по уравнениям химических реакций», может посчитать, что для получения сульфида серы HgS на одну весовую часть серы в идеале должно приходиться 6.25 весовых частей ртути. Конечно, во времена Теофила не было того, что позволяет восьмикласснику находить это соотношение – ни химии в школьной программе, ни общеобразовательных школ, ни понятия о химических уравнениях и атомных массах, поэтому теоретически определить правильное количественное соотношение он, естественно, не мог. Тем не менее, критерием истины во все времена являлась практика, и, анализируя результаты эксперимента, вполне можно было понять, что с рекомендованным Теофилом соотношением что-то идет не так, поскольку избыток непрореагировавшей серы, особенно такой избыток, можно было бы заметить невооруженным глазом, что наверняка и наблюдалось. Почему же Теофил рекомендует коллегам неправильное соотношение? Вероятно, причина этого в том, что Теофил, как и многие его предшественники, современники и потомки, не смог преодолеть мнение авторитета – арабского алхимика Джабира ибн Хайяна (известного в Европе как Гебер). Дело в том, что весовое соотношение серы и ртути 1:2 – не что иное, как рецепт Гебера, описывающий трансмутацию серы и ртути в золото.



Гебер считал, что все металлы состоят из олицетворяющей мужское начало серы и бывшей символом женского начала ртути: «...сын мой, сера – их отец. А еще ты должен знать: Всем им ртуть – родная мать...», но только в золоте сера и ртуть объединяются в идеальной чистоте и идеальном соотношении. Это, равно как и красный цвет, придавало и натуральной, и синтетической киновари уникальный статус – золотом, конечно, считать её было нельзя,

поскольку люди прекрасно знали, как выглядит золото. Тем не менее, естественно, никто не видел философский камень, и не знал, на что он похож, поэтому красный сульфид ртути в традиции ближневосточной и европейской алхимии стал считаться философским камнем. Да, да – тем самым философским камнем, способным управлять трансмутацией металлов. Традиция отождествления символа и предмета сыграла с киноварью интересную шутку – идеально придуманные Гебером пропорции объединения отца и матери металлов как нельзя лучше подходили на роль «счастливого алхимического брака», детищем которого был философский камень. Дальше – больше. Может быть, алхимики, первыми смешивавшие ртуть с серой и получавшие киноварь, и считали, что в их руках тот самый философский камень, но, поскольку (несмотря на многочисленные попытки) нам не известно ни одной удачной попытки применения природной ли, синтетической ли киновари для обращения металлов в золото, киноварь стали считать не самим философским камнем, а его «материальной проекцией». Совершенство теории Гебера и объясняя невозможность получения золота или философского камня из серы и ртути, персидский философ Али ибн Сина (Авиценна) предложил, что металлы состоят не из той серы, которая жёлтый порошок – желчь вулкана, и не той ртути, которая «жидкое серебро» и которая, кстати, была одним из семи металлов, связанных с семью планетами, а из Философской серы и Философской ртути – высокочистых и идеальных. Авиценна считал, что Философские первоэлементы можно получить, тщательно очистив обычные серу и ртуть, взяв эти очищенные до Философского состояния материалы, и из них все же получить золото или философский камень, а неудачи в трансмутации связаны просто с тем, что никто еще не довёл ртуть и серу до Философского состояния. Таким образом, ртуть и сера, с которыми работали Гебер, Авиценна, Теофил и другие алхимики, были материальной проекцией «идеальных» ртути и серы, а продукт их взаимодействия – киноварь – материальной проекцией философского камня (кстати, хотя Авиценна говорил, что получить из обычных серы и ртути золото нельзя, его менее щепетильные современники в своих трактатах приводили «настоящие» способы получения золота). Примерно такую же аргументацию, как и у Авиценны, приводил в своем «Алхимическом своде» Альберт Великий – он тоже считал философскую ртуть и философскую серу не абстракциями, а тем, что может быть получено путём тщательной очистки.

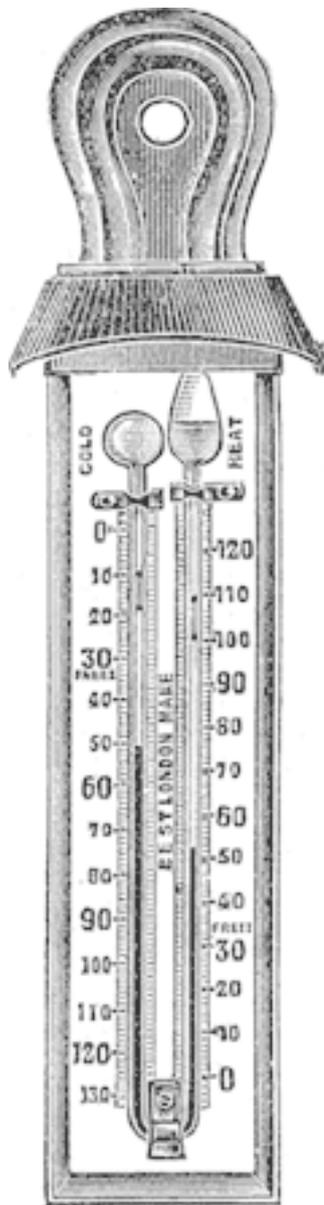


Изучающие наследие алхимиков учёные, переводя и интерпретируя их трактаты, говорят, что по контексту зачастую сложно определить, о какой сере идет разговор – о философской или обычной, хотя понятно, что любой алхимик понимал разницу между идеальной серой и серой обычной настолько же хорошо, насколько современный химик различает серу – простое

вещество и серу – химический элемент. Увы, но без атомно-молекулярной теории безусловное экспериментальное мастерство алхимиков в ряде случаев расходовалось впустую – обречённые на неудачу попытки трансмутации продолжались до 17 века.

1300-1600. Алхимические танцы драконов

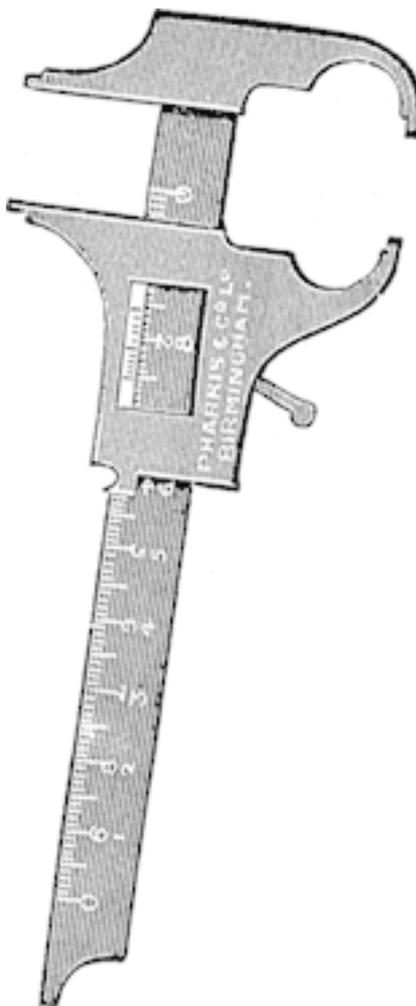
Хотя алхимики и пытались постичь природу вещей, разработав в свое время привычные для нас лабораторные методы работы с веществами, очень часто и очень многие из служителей Гермеса Триждывеличайшего целью всей своей жизни считали разработку методов трансмутации металлов в золото и создание философского камня.



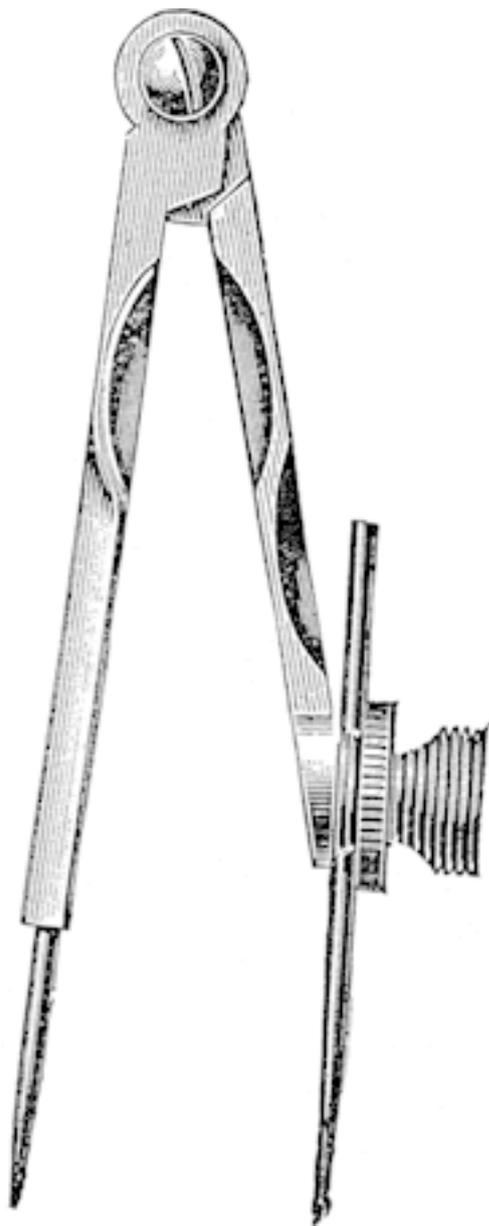
Безусловно, такой подход к постановке исследовательских задач не смог не создать им не самую идеальную репутацию. В восемнадцатом веке, когда алхимия потеряла префикс и стала химией, химики, вероятно, чтобы откреститься от «проклятого прошлого», пустили в оборот живущие и по настоящее время легенды, в которых алхимики выставлялись шарлатанами, обманщиками, занимавшимися оккультизмом и сомнительными способами получения дохода. Эти легенды, в свою очередь, привели к тому, что, начиная с восемнадцатого века, алхимию стали воспринимать как лженауку, помеху, которая не давала развиваться «настоя-

щей химии», причем под «настоящей химией» с того же 18-го века каждый век подразумевалась химия, современная веку текущему.

Тем не менее, четыре или пять десятков лет назад специалисты по истории науки вновь обратили внимание на «благородное искусство» алхимии, пытаясь оценить непредвзято и свежим взглядом то, какое влияние алхимические практики оказали на интеллектуальное и культурное развитие Европы средневековой и, конечно, современного мира. Результатом исследований стало переосмысление отношения к алхимии и замена многих легенд и мифов на более достоверную информацию и более аргументированные обобщения.



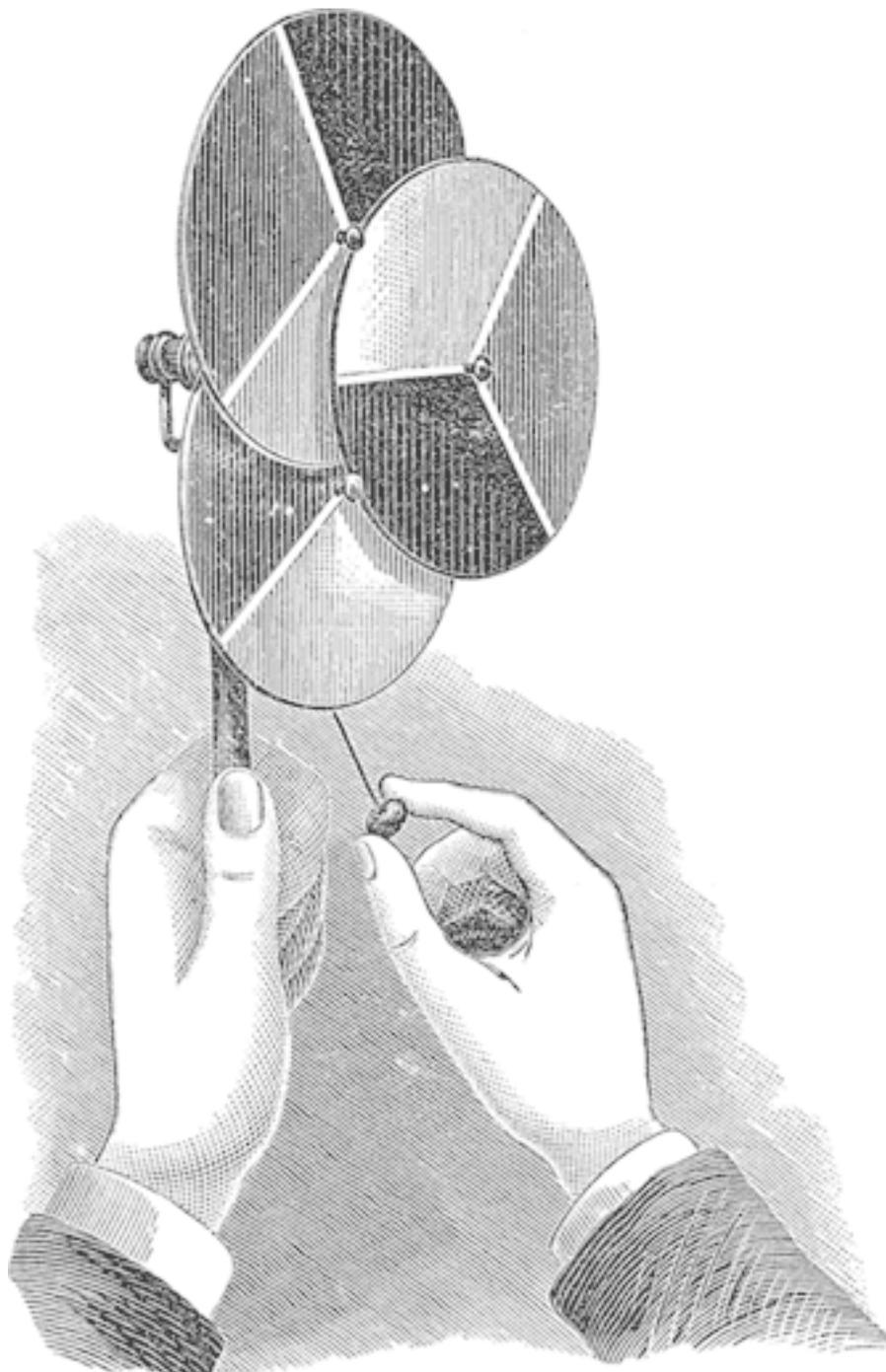
Да, конечно, никто не спорит, что было время, когда ловкий человек, выдавая себя за адепта тайного искусства (или просто адепт тайного искусства, стремящийся получить побольше золота, но не путем трансмутации), одетый в мистическое одеяние, дела непонятные пассы руками и бормоча под нос непонятные слова, обещал какому-нибудь блистательному владельцу пфальцграфу философский камень или эликсир вечной молодости, взамен прося сущую мелочь – кошель (ну или мешок) золота. Это существовало тогда, но разве это исчезло по прошествии времен? Непонятные слова и загадочные пассы руками сохранились и дополнились презентациями, халат и колпак, расшитый звездами, сменились на белый лабораторный халат, вместо эликсира вечной молодости можно упомянуть, скажем, «графеновые фильтры для очистки воды от радиоактивных металлов», да и современные бароны, маркизы и блистательные пфальцграфы, как и века назад, временами бывают готовы заплатить за продукт, полученный с помощью «тайного знания», налогами, собранными в своих вотчинах.



Да, действительно, одной из главных целей алхимии был поиск способов трансмутации металлов в золото. Этот традиционный для алхимии квест появился в первых веках нашей эры в перенявшем греческую и римскую культуры Египте, поиски рецепта трансмутации продолжились в Средние века и в христианских, и в исламских королевствах, но вот основной и единственной задачей алхимии обращение металлов в золото стало рассматриваться, как это не удивительно, во времена научной революции шестнадцатого-семнадцатого веков. Однако не трансмутация единая интересовала алхимиков – в процессе своих поисков алхимики выдвигали многочисленные и сложные теории строения всего сущего, основанные на результатах наблюдения процессов как естественным образом протекавших в природе, так и результатов собственных экспериментов. Большинство этих теорий (если не все) в конечном итоге были опровергнуты, но именно они в конечном итоге послужили становлению того, что мы сейчас называем «научный метод» – доказательство своей аргументации с помощью фактов, а не ссылок на авторитеты и числа «лайков» на странице учёного в социальной сети.

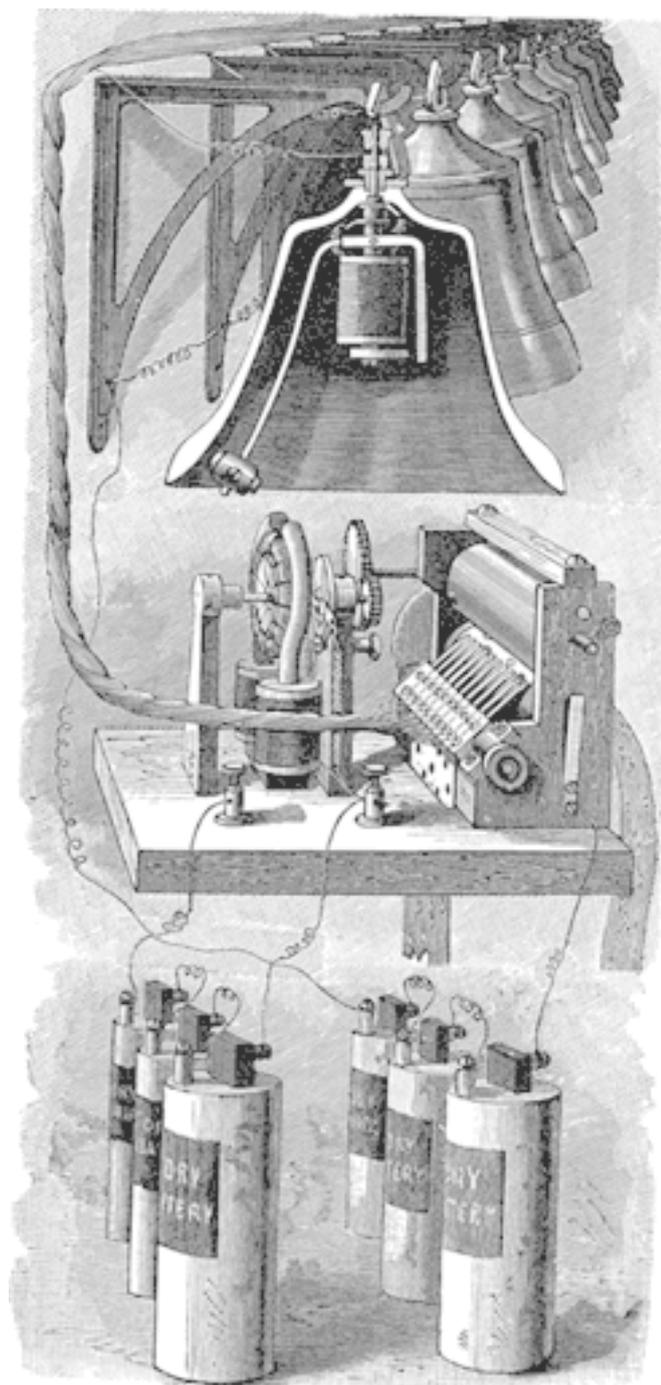
Одной из главных ошибок алхимиков было то, что они считали металлы не простыми веществами, а соединениями. В принципе, такую логику можно понять: с бронзового века

люди представляли, что при «соединении» металлов меди и олова получается третий металл с принципиально отличными и от меди, и от олова свойствами – собственно бронза. Алхимики считали, что все металлы состоят из двух или трёх фундаментальных элементов, скомбинированных в различном соотношении, имеющих различную степень чистоты и даже размер частиц. Исходя из этого, представлялось, что человек, достигший вершины мастерства в алхимическом ремесле, может изменять соотношение этих элементарных компонентов «вручную», превращая один металл в другой. Таким способом, изменяя состав материалов, алхимики пытались «улучшить» то, что делает природа, получив в лаборатории более ценные и более эффективные для решения определенных задач материалы, стартуя исходя из природного сырья. Но, внимание – точно также сейчас работают и химики, которые используют сырьё живой и неживой природы для получения новых соединений и материалов с уникальным составом, строениями и свойствами. Исходя из этого, можно ли считать современных химиков наследниками алхимиков, но уже в плане положительной коннотации алхимии? Опять же – вполне можно.



Практические подходы к трансмутации металлов в золото у разных алхимиков и разных алхимических школ были разные. Одни разрабатывали методы для анализа металлов и их очистки, другие были более сосредоточены на создании «волшебного катализатора трансмутации» – философского камня. Считалось, что истинный философский камень превратит расплавленный металл в золото за какие-то мгновения. Естественно, что история сохранила немало заявлений алхимиков о том, что им удалось преуспеть в создании философского камня и обратить свинец в золото. По странной иронии судьбы, одним из людей, уверенно утверждавших о том, что он лично получил золото путём трансмутации, был учёный, имя которого мы связываем с появлением границы между алхимией и химией, учёный, положивший начало химии как науки – Роберт Бойль (1627–1691).

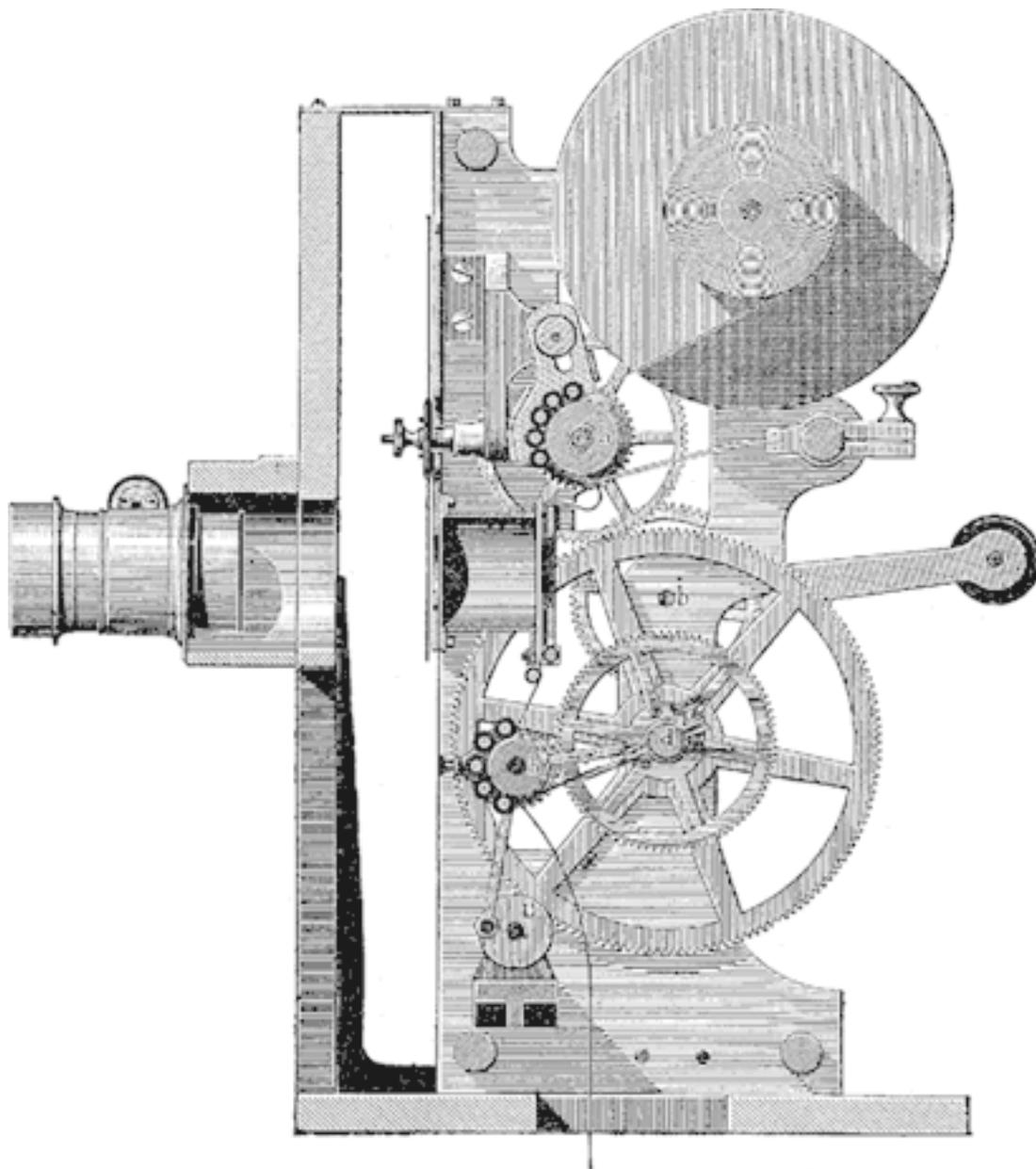
Бойль заявлял, что наблюдал трансмутацию свинца в золото трижды, причём не просто наблюдал, а во всех случаях проанализировал «синтезированное» золото, и результаты анализа убедили его в своей правоте. Бойль предполагал, что смог найти секрет философского камня и был настолько уверен в своих трансмутационных успехах, что в 1689 году добился от Британского парламента отмены введенного еще в 1404 году королем Генрихом IV билля о запрете получения золота с помощью трансмутации. Вряд ли в начале пятнадцатого века родоначальник королевской династии Ланкастеров ограничил направление работ алхимиков, понимая тщетность их усилий и заботясь о том, чтобы его поданные не попали на крючок мошенников. Скорее всего, что король Англии понимал азы экономики и решил подстраховать себя, казну и государство от возможности появления источников дешёвого золота, которые не были бы подконтрольны короне или хотя бы парламенту. Что же касается того, что же за процесс на самом деле наблюдал, и что анализировал Роберт Бойль, приходится признать, что, наверное, это одна из самых серьёзных интриг в истории химии, да и в целом науки.



Следует признать, что в поисках философского камня алхимики смогли разработать немало методик эксперимента и инструментов, которые (пусть и с некоторыми вариациями) дошли до наших дней. Так, практическим путём алхимикам удалось установить, что в процессе реакции происходит изменение веса ингредиентов, и это эмпирическое наблюдение опровергло учение Аристотеля, в те годы являвшееся основой научного знания. Находка позволила многим алхимикам средневековья следить за процессом, измеряя изменения веса реагирующих веществ. Особенно это было полезно, когда не получалось следить за процессом, используя органы чувств.

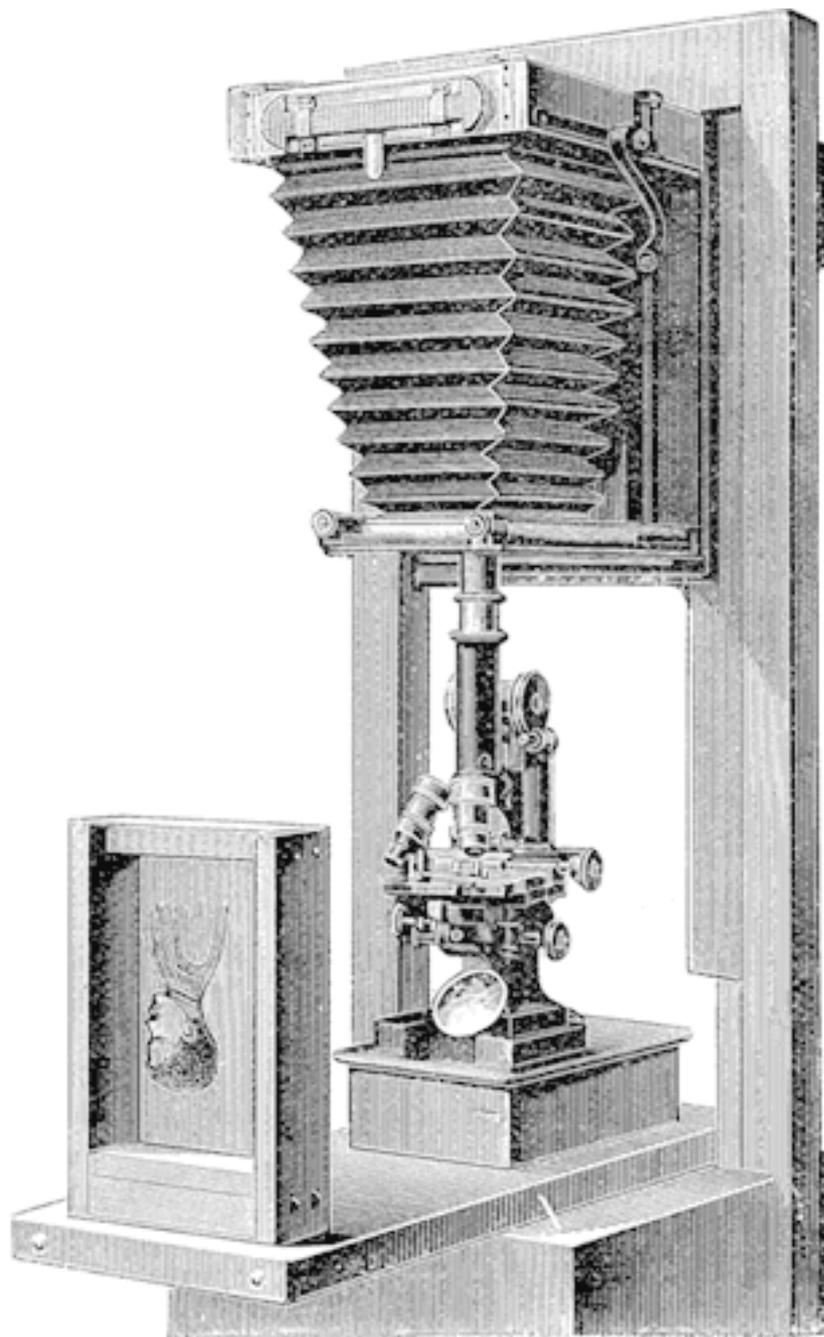
Так, в записях, датированных 1350-ми годами, монах-францисканец Жан де Рокетеллад уверял, что при возгонке ртути из смеси солей, в её состав переходит некая содержащаяся в солях «невидимая сущность», поскольку возгоняющаяся «ртуть» не только «белее снега», но

и весит больше, чем ртуть, взятая для опыта. Кажется, что по записям де Рокетеллада, современный химик безо всяких проблем может сделать вывод о том, что алхимик-францисканец получил хлорид ртути, однако есть небольшая проблема – в качестве упомянутых алхимиком солей, с которыми проводилась возгонка ртути, в тексте фигурируют витриол (сульфат меди) и нитре (нитрат калия, он же поташ), но не хлориды.



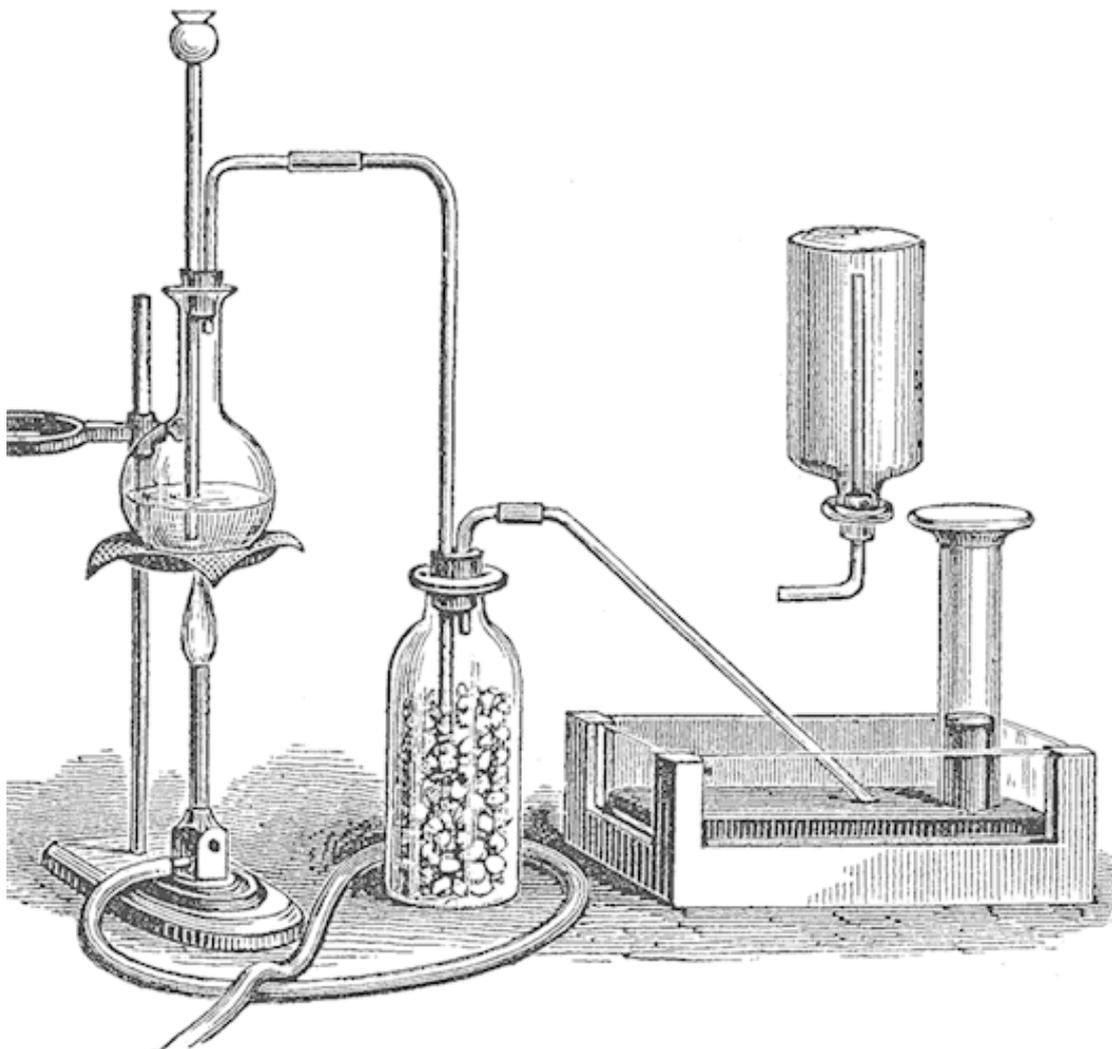
Как же отсутствие хлоридов в исходной смеси позволило де Рокетелладу получить то, что без всяких сомнений является хлоридом ртути? Одной из возможных причин была недостаточная чистота поташа, и в нём содержалось определённое количество хлорида. Вторым, возможно даже более вероятным объяснением является то, что брат-алхимик намеренно не упомянул об одном, причём ключевом компоненте своей смеси. В конце концов, францисканец, как и многие его современники, считал, что возгонка ртути представляет собой первый этап получения философского камня. Любопытно, что философский камень был нужен де Рокетелладу не для трансмутации: в те времена (как, впрочем, и в нынешние) регулярно появлялась информация о близком Конце Света. Сейчас до нас доводят различные сценарии

будущего апокалипсиса – потоп, засуха, падение метеорита, пришествие планеты Нибиру или захват Земли разумными ящерами, а вот в 14 веке эти сценарии не отличались разнообразием, сводясь к конечному итогу к пришествию Антихриста. Францисканцы видели свою миссию в защите добрых христиан от козней Неназываемого, и многие алхимики, бывшие по совместительству монахами ордена святого Франциска, полагали, что философский камень и есть то самое супероружие, которое позволит восстановить равновесие и покарать адептов тёмной стороны силы. Отсюда и записи с опущенными деталями экспериментальной техники: алхимики полагали, что по их записям кто-то может воспроизвести удачный рецепт (для францисканцев эти кто-то были служители Антихриста) и воспользоваться им. Конечно, столь возвышенная мотивация путать записи в личном лабораторном журнале была не у всех алхимиков. Большинство рассматривали философский камень чисто утилитарно – не как супероружие, а как катализатор трансмутации, но это не мешало им не доверять пергаменту ключевые рецепты своих успешных экспериментов: в конце концов, то, что мы сейчас называем промышленным шпионажем, появилось задолго до промышленной революции. К сожалению, традиции алхимиков шифровать свои рецепты, попутно что-то недоговаривая, сейчас очень сильно осложняют понимание того, что же на самом деле смешивали алхимики в своих виалах, и что же они при этом получали.

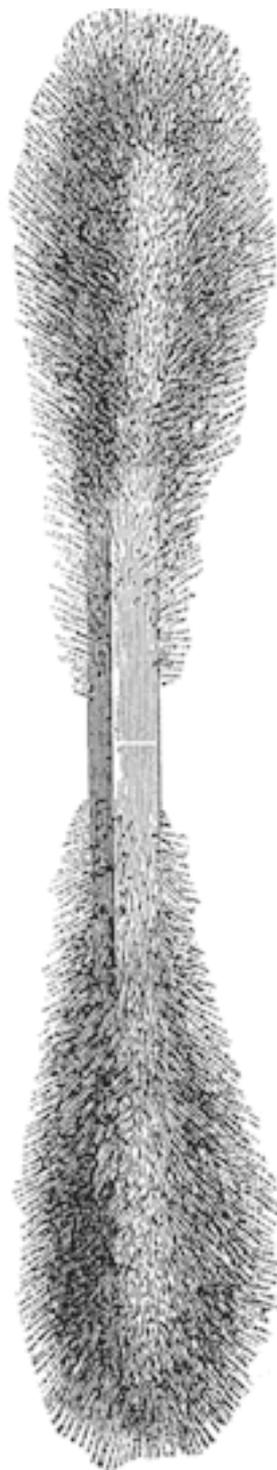


В своих записях алхимики беззастенчиво применяли коды, загадки и использовали язык аллегорий – всё это позволяло им сохранить в тайне детали своего ремесла от непосвященных читателей. Очень редко в алхимических текстах можно встретить упоминание веществ под их настоящими названиями (естественно, что названиями, присущими той эпохе), вместо этого алхимиками были изобретены кодовые имена – метафоры, описывающий физические или химические свойства веществ: прожорливый волк (вещество, вызывающее коррозию), орёл (летучее вещество), король (драгоценный материал), распущенная блудница (вещество, которое легко реагирует со многими другими материалами) и так далее. Некоторые из алхимиков шли дальше, делая всех этих волков, королей, орлов и блудниц героями аллегорических рассказов, в которых шифровалось описание экспериментов. К таким рассказам, например, относится один из самых популярных алхимических текстов, написанный Эйренаэусом Филалетесом (скромно взятый псевдоним переводится как «Мирный любитель истины»). Сэр Исаак Ньютон учился алхимии по трудам Филалетеса и, возможно, вывел свои собственные теории о

строении материи, находясь под их влиянием. В качестве руководства по практическому занятию алхимией Ньютон должен был читать у Филалетеса следующее:



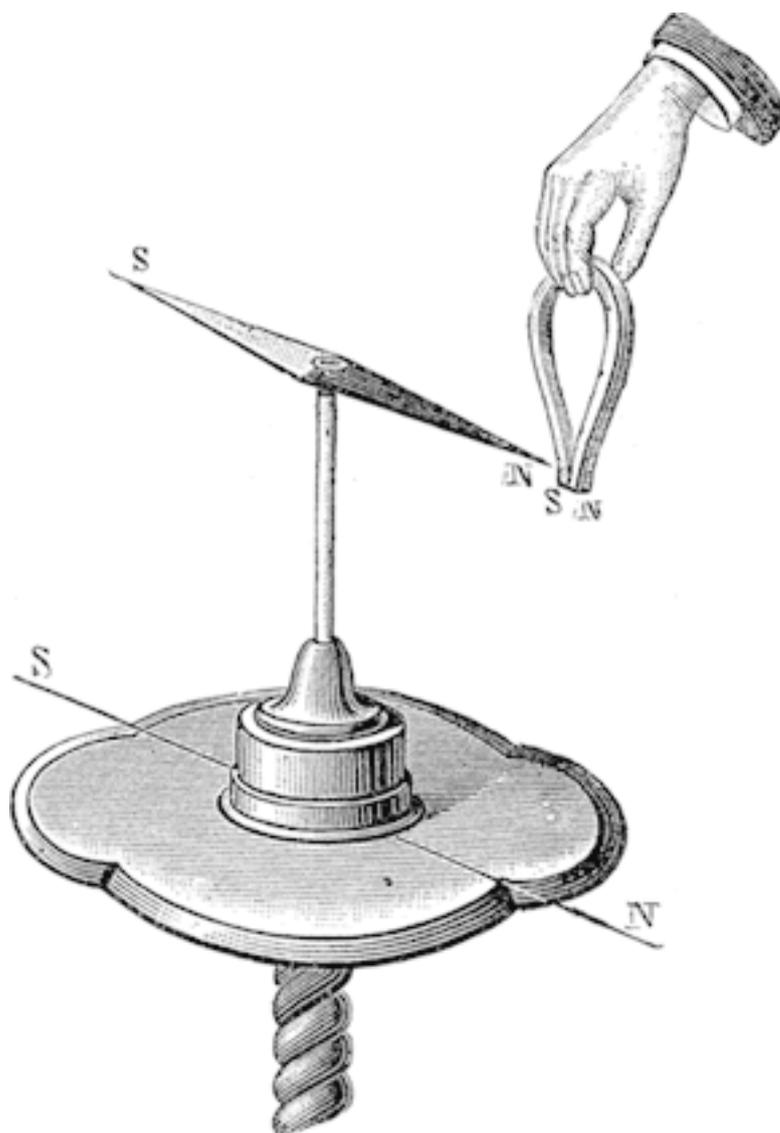
Возьмём четыре части нашего Огненного Дракона, скрывающего в своём брюхе Магическую Сталь, девять частей нашего Магнита, смешаем с раскалённым Вулканом... отбросим пену и возьмем зерно, трижды очистим его огнём и Солнцем, которое можно легко получить, когда Сатурн увидит своё отражение в зеркале Марса. Так мы получаем Хамелеона нашего Хаоса... Дитя-Гермафродита, порченного укусом Бешенного сумасшедшего пса...



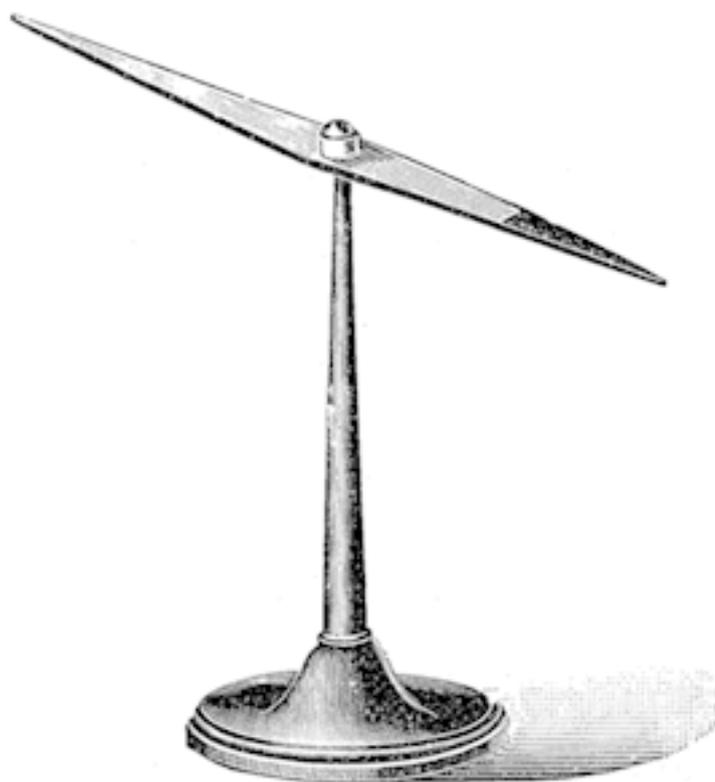
Этот цветастый зашифрованный язык не что иное, как описание воспроизводимого процесса выделения сурьмы (Дитя-гермафродита) из её сульфидного минерала (Магнит Сатурна), используя железо (Огненный Дракон или Марс) в качестве восстановителя. Даже отсылка Филалетеса к водобоязни (укус бешеного сумасшедшего пса) указывает на химические процессы – под водобоязнью здесь подразумевается то, что сурьма «боится» металлической воды (ртути). Говоря проще, сурьма не образует устойчивую амальгаму.

Специалистам по истории химии удалось без особых проблем прорваться через поток метафор и расшифровать методику благодаря тому, что известно – под псевдонимом «Филалетес» выступал алхимик (а может уже и химик) Джордж Старки. Старки родился в 1628 году

в британской колонии на Бермудских островах и в возрасте 18 лет окончил Гарвард, тогда еще бывший Британским университетом. Сохранились источники, в которых Старки описывает тот же самый процесс получения сурьмы «нормальным» химическим языком того времени, не прибегая к метафорам и называя вещества своими именами. Эти источники – и дожившие до наших дней лабораторные журналы, и письма Старки своему ученику и другу Роберту Бойлю. Наследие Старки-Филалетеса и других его коллег позволяет с уверенностью говорить о том, что алхимики использовали два стиля научного письма. Записи, изобиловавшие метафорами, в которых водились огненные драконы, светлые огнегривые львы и прочие исполненные очей волю, предназначались для публикаций, которые может прочитать неосведомлённая публика, в то время как более строгое и конкретное описание экспериментов использовалось в узком кругу собратьев по «тайному ремеслу». То, что до наших дней дошло больше напечатанных работ с метафорическими текстами, чем личной переписки и лабораторных журналов алхимиков, позволяющих расшифровать все эти метафоры и шифры, в конечном итоге и породило устойчивый миф о том, что такое экстравагантное описание алхимических практик в ряде случаев было даже не описанием экспериментов, а попыткой поделиться с широкой публикой своими видениями, которые породила не всегда здоровая психика. Тем не менее, это не что иное, как миф, а алхимические метафоры и образы вполне можно считать одним из способов защиты интеллектуальной собственности, реализованных в средневековой Европе.



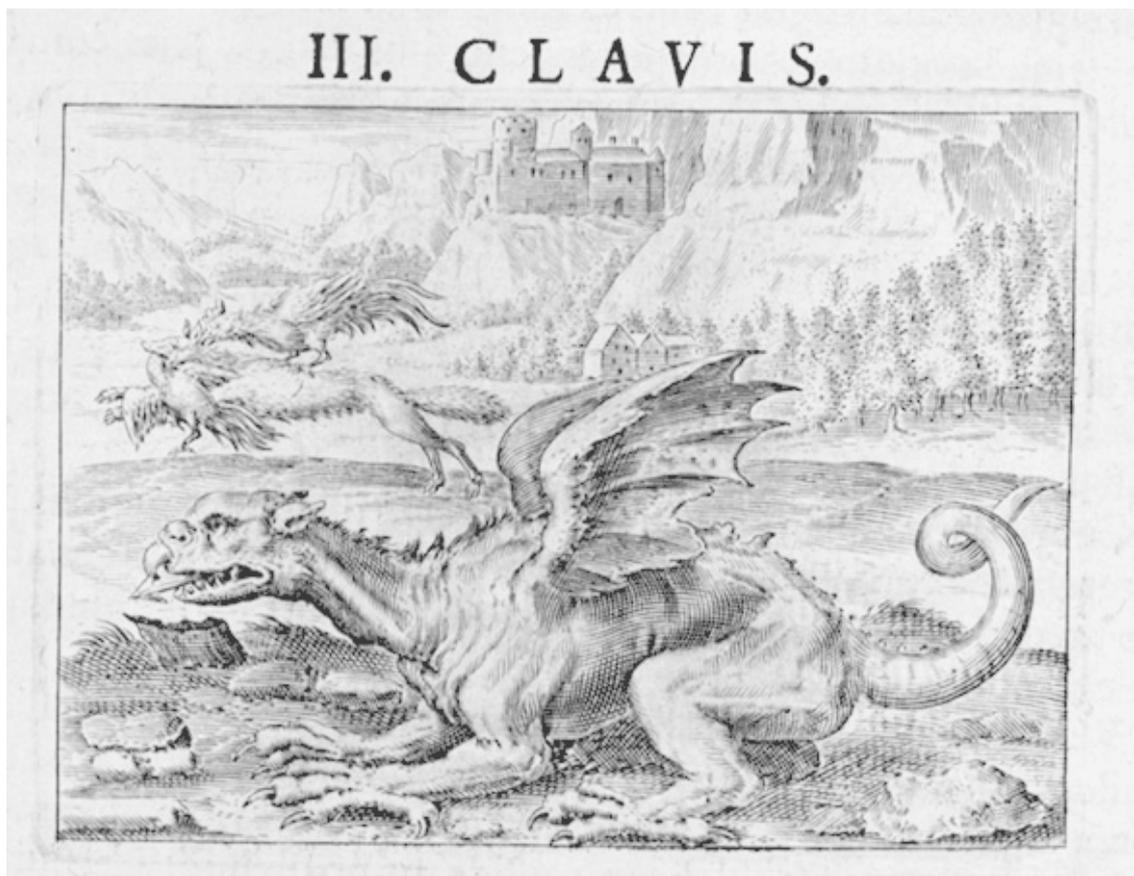
Дальнейшее развитие метафорического языка алхимиков привело к созданию аллегорий, которые передавались не только словами, но и в зрительных образах. Известно немало рисунков и гравюр 15-16 веков, изображающих некие таинственные события или действия, которые, как полагается, содержат в себе тайное послание, расшифровка которого позволит понять, какие практические действия нужно предпринять. Эти картинки кажутся еще более далекими от химии, чем тексты алхимиков, что в нашем современном представлении позволяет считать алхимиков еще более странными, чем мы их считаем, если это возможно. Однако не нужно забывать, что не стоит пытаться понимать алхимиков в отрыве от их времени – эпохи Возрождения, в которую изобразительное искусство и изображение становится важным средством передачи информации (заметим, что в отличие от нашей эпохи всеобщей грамотности – средством передачи информации, сравнимым по важности с текстом). Некоторые работы историков химии, вплотную поработавших с аллегорическими изображениями, говорят, что бывает, что изобразительное искусство алхимиков зачастую описывает очень и очень смелые эксперименты.



Одним из наиболее известных алхимических образов является «Двенадцать Ключей» – двенадцать аллегорических эмблем, создание которых связывают с именем Василия Валентина, возможно – монаха-бенедиктинца, жившего в пятнадцатом веке. Однако, более вероятно, что «Двенадцать Ключей» является сочинением анонимного (или неустановленного) автора, написанным где-то в 1600 году. Идея, которая заложена в «Двенадцати Ключах», заключается в том, что, если читатель может расшифровать идеи, заложенные в образах и в сопровождающих каждый из этих образов коротких рассказах, он сможет получить философский камень. Третий Ключ представляется как главный, критически важный этап процесса получения Камня. Первый и второй Ключи, в свою очередь, можно интерпретировать как описание очистки золота и получения кислоты, обладающей высокой коррозионной способностью, похожей по составу на царскую водку. Именно эти два реагента предполагалось использовать в третьем ключе.



Текст, описывающий третий ключ, гласит, что «...царя нужно покорить водой, бешено потрясти и скрыть с глаз...». Возможно, что здесь речь идет о методе растворения золота (*царя*) в кислоте (*воде*) с получением прозрачного раствора, в котором золото становится «невидимым» благодаря образованию трихлорида золота (AuCl_3). Однако в этот раз видимая часть золота снова должна снова предстать перед глазами алхимика. Таким образом, невидимое (растворённое) золото должно быть выделено в исходной видимой (нерастворимой) форме. Самый простой способ добиться этого – упарить полученный раствор, и в результате упаривания термически неустойчивый хлорид золота быстро разложится с образованием золота. Кажется, что человек, следующий этим советам, будет ходить по кругу, который не ведет никуда. Однако дальнейшие инструкции Валентина становятся ещё более запутанными:



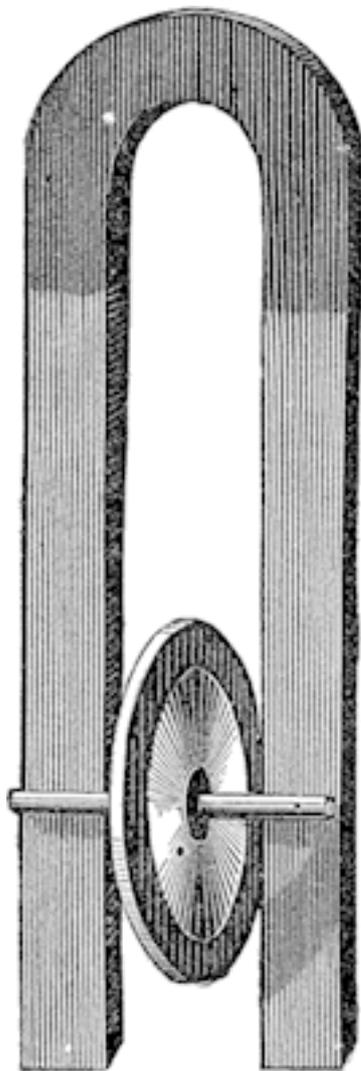
Третий из двенадцати ключей Василия Валентина

*...затем вознеси [Царя] так, что его блеск сможет затмить все звёзды на небосводе
...эта багряная роза наших мастеров и кровь красного дракона... Одари его способностью
летать как птица, затем петух поглотит лису, утонет в воде и будет оживлён в огне и в
ответ будет съеден лисой, так что одинаковое и разное станет похожим.*



На гравюре читатель может видеть дракона на переднем плане, а на заднем фоне и странную пару – лису и петуха, взаимно поедающих друг друга. Можно ли найти на этом рисунке какой-то химический смысл? Термины «вознесение» и «способность летать» означают, что какое-то соединение золота должно подвергнуться возгонке, но такой процесс вряд ли может существовать в принципе, и все заявления авторов-алхимиков о том, что им удалось возогнать

золото, в то время воспринимались смешными и невероятными. Однако, как показало воспроизведение методики уже в новое время, алхимики были правы. Дело в том, что если кислый раствор трихлорида золота возгонять в реторте, металлическое золото – «изрыгнутый труп царя» – остается на дне реторты. Однако если это золото немедленно залить свежей порцией царской водки, отогнать жидкость до сухого остатка, повторив эту процедуру несколько раз, через некоторое время на носике реторты сконденсируются рубиново-красные кристаллы трихлорида золота.



«Секрет» алхимиков в том, что самый первый экспериментатор, которому удалось наблюдать такой процесс, скорее всего, быстро повторял процессы растворения золота и отгонки жидкости, в результате чего объем реторты заполнялся хлором, выделяющимся в результате разложения трихлорида золота. Экспериментатору-алхимику удалось найти условия (в первую очередь это атмосфера хлора, вытеснившего из реторты воздух), в которых соль золота оказалась способной к возгонке при относительно умеренной температуре. В 1895 году этот процесс был заново открыт, и наблюдавшимся явлениям было дано химически грамотное объяснение; произошло это через три сотни лет после первого описания процесса Василием Валентином и независимо от его работ.

Следует отметить, что и в наше время возгонка термически неустойчивых солей золота является трудоёмкой операцией, даже в том случае, если нам приходят на помощь современные технологии и уже известная информация о химизме протекающих процессов. Можно предста-

вить, насколько велико было экспериментальное умение алхимика, который проводил эти эксперименты четыреста лет назад, не имея доступа к термически и химически стойкой посуде, нагревая её на угольной жаровне. Представьте, что Василий Валентин мог измерять температуру реакционной смеси, только на ощупь – трогая реторту, а регулировать эту температуру, только открывая и закрывая вьюшки печи, тем самым обеспечивая или блокируя доступ воздуха. Нет смысла оспаривать тот факт, что Валентин был чрезвычайно опытный и терпеливый экспериментатор – я бы с удовольствием взял бы в лабораторию такого сотрудника, конечно, при условии, что он бы согласился представлять отчеты о работе в виде привычных химикам XXI века протоколов, а не в виде метафор, аллегорий и загадочных картинок. С другой стороны, картинки, аналогичные «Ключам», вполне могли бы украсить презентацию научного доклада и вывести из полусонного состояния слушателей на какой-либо конференции.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.