

# НАУКА ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

## ЛАВУАЗЬЕ

29

### Современная химия



## Революция в воздухе

29

DeA

DeAGOSTINI

ЛАВУАЗЬЕ современная химия

# **ЛАВУАЗЬЕ**

Современная химия

# ЛАВУАЗЬЕ

Современная химия

---

## Революция в воздухе

НАУКА. ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

**Наука. Величайшие теории:** выпуск 29: Революция в воздухе. Лавуазье. Современная химия. / Пер. с франц. — М.: Де Агостини, 2015. — 152 с.

Антуан де Лавуазье считается основателем современной химии. В 1789-м, в год взятия Бастилии, он сформулировал закон сохранения массы, после чего средневековая алхимия уступила место новой науке — химии. Незадолго до этого Лавуазье открыл важнейший для жизни элемент — кислород, а несколько лет спустя предложил десятичную метрическую систему. Он был не только ученым, но и неутомимым общественным реформатором, считавшим, что современное государство должно управляться разумом, а его богатство — основываться на всеобщем образовании и науке. Государственная деятельность Лавуазье закончилась революционным трибуналом, по решению которого его казнили на той же площади, где был гильотинирован Людовик XVI.

ISSN 2409-0069

© Adela Muñoz Páez, 2013 (текст)  
© RBA Coleccionables S.A., 2013  
© ООО «Де Агостини», 2014–2015

Иллюстрации предоставлены:

aci-online : 87ad, 99b ; Age Fotostock : 45, 65a, 97, 99ag, 119b, 141 ; Album : 31a, 65b ; Archive RBA : 25, 35, 49, 56, 59, 75, 85, 87ai, 92, 103, 107, 121, 137, 139 ; Bibliothèque du Congrès : 73 ; Bibliothèque nationale de France : 31 ; the Bridgeman Art Library : 115, 119ad ; Anton Lefterov : 87b ; Musée Carnavalet, Paris : 119ag ; Metropolitan Museum of Art, New York : 89 ; Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique : 129 ; Marie-Lan Nguyen : 99ad ; William R. Shepherd : 19 ; The Picture Desk : 67 ; Smithsonian Libraries : 27. Photo de couverture : akg-images.

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1. Ученый среди адвокатов</b> .....	15
<b>ГЛАВА 2. Кислород берет верх над флогистоном</b> .....	39
<b>ГЛАВА 3. Новая наука</b> .....	79
<b>ГЛАВА 4. Государственный деятель</b> .....	111
<b>ЭПИЛОГ</b> .....	135
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	141
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	145
<b>УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	147



*Моему мужу, моему первому  
открытию на факультете химии  
и соавтору двух моих лучших  
экспериментов — моих детей.*

## Введение

В конце XVIII века во время революции под лозунгом «Свобода, равенство, братство» французский король лишился дарованной Богом власти и в прямом смысле собственной головы. В науке же незадолго до этого произошли свои кардинальные перемены, связанные с представлением ученых о материи. Оказалось, что она состоит не из четырех традиционных стихий — земли, огня, воздуха и воды, — а из химических элементов, названных и пронумерованных гражданином Франции Лавуазье.

Антуан де Лавуазье родился в 1743 году в царствование Людовика XV, унаследовавшего корону, но не великолепие своего прадеда Короля-Солнца Людовика XIV. А умер ученый всего через несколько месяцев после Людовика XVI, внука и наследника Людовика XV, — той же смертью и в том же месте, что и король: они оба пали жертвой гильотины на площади Революции. Однако заслуги двух этих людей несопоставимы: если нерешительность короля и вольное поведение королевы привели к концу французской монархии, то работа и гений Лавуазье способствовали исчезновению алхимии и рождению новой науки — химии.

Семьи Лавуазье и Пунктис, представлявшие третье сословие, процветали несмотря на скромное крестьянское происхождение, поскольку достойно проявили себя на адвокатской и прокурорской службе. Именно поэтому родители не пред-

ставляли для своего наследника лучшей доли, нежели профессия юриста. Но науки, преподаваемые учителями колледжа Мазарини, настолько увлекли юного Антуана, что выбор его был предрешен. Лакайль, Руэль, Геттар и другие преподаватели — многие из них были членами Французской академии наук — холили и лелеяли скромного и дисциплинированного ученика, которому не было равных ни по одному предмету. Честолюбие этого молодого человека не могло сравниться ни с чем: он жаждал славы великих ученых и не сомневался, что сможет ее достичь. Его очаровали химические опыты Руэля, и Антуан мечтал превратить химию, в то время представлявшую собой лишь набор унаследованных от алхимии суеверий, в такую же точную науку, как и математика, которую ему преподавал Лакайль.

Но прежде чем последовать тому, что с самого начала представало перед ним как истинное призвание, Лавуазье должен был выучиться на юриста. На факультете права в Париже он понял, насколько важно уметь подбирать слова и как можно поставить их себе на услужение. Антуан изучал право весной, осенью и зимой, а во время летних каникул ездил с Геттаром по Франции в поисках минералов. Но молодой человек пошел дальше своего учителя, он беспрестанно задавался вопросами о свойствах этих минералов: например, почему парижский гипс так легко переходит из мягкого в более твердое состояние? Итоги подобных изысканий впервые привели его в Академию наук, что стало началом крепкой связи Лавуазье с данным учреждением, которая прервалась лишь с практически одновременным исчезновением ее участников (Академия закрыла свои двери в 1793 году, а через год состоялась казнь Лавуазье).

Вскоре после этого Антуан обратился к другим масштабным проектам, преследующим две цели: оснастить большой город освещением и снабдить его водой. Каждый раз Лавуазье погружался в тяжелую и отнимающую все силы работу; не было такой жертвы, которую он не был бы готов принести ради успеха задуманного: он мог жить в темноте, лишиться еды и сна, заниматься без отдыха. Сам король пожаловал ему медаль в знак признания его открытий. Затем молодой человек

совершил свой первый шаг в сторону того, чтобы покончить с алхимией: он занялся опытом, который должен был подтвердить или опровергнуть возможность превращения воды в землю и наоборот. Его вывод был категоричным: такое превращение невозможно.

В то же самое время семья Лавуазье начала задумываться о том, что профессия юриста — не самое подходящее для него занятие. Однако Антуан не порывал с ней до тех пор, пока не нашел лучший способ заработка — должность в Генеральном откупе, учреждении, уполномоченном собирать налоги в пользу государства. Там Лавуазье познакомился со своим будущим тестем, обрел много новых обязанностей и в итоге заработал не только огромные деньги, но и смертный приговор.

Примерно тогда же Лавуазье, образно выражаясь, вошел через парадную дверь в Академию наук. Во время одного из своих первых опытов в качестве члена Академии — наверное, одного из самых зрелищных — ученый заставил исчезнуть алмазы. Вскоре, очарованный опытами, которые проводил в Англии пылкий религиозный отступник Джозеф Пристли, Лавуазье с успехом осуществил самый знаменитый в истории химии эксперимент: образование и разложение оксида ртути. В результате он получил самый известный из «воздухов», который назвал «кислородом», чем вызвал гнев того же Пристли и большинства представителей английской науки.

«Обычный воздух», «горючий воздух», «фиксируемый воздух» — англичане знали о воздухе все, они лучше всех понимали и измеряли его. Следуя их урокам и улучшая их приборы, Лавуазье измерил и взвесил все «воздухи». Самым важным, конечно, был «жизненный воздух», необходимый как для огня, так и для жизни. Несмотря на критику, новое название «кислород» было принято всеми. С помощью кислорода Лавуазье камня на камне не оставил от теории «флогистона», на которую ученые опирались более 50 лет. Его жена, Мария Польз, играла ключевую роль в качестве переводчика в переписке с английскими учеными.

В то время супруги жили в пороховом Арсенале, где Антуан основал лучшую в Европе лабораторию. Мария была прекрас-

ной хозяйкой, она поражала гостей как своим гостеприимством и элегантностью, так и владением английским языком и познаниями в химии. Семья объехала всю Францию, контролируя производство пороха и разыскивая новые месторождения селитры. Французская армия перестала быть уязвимой из-за недостатка боеприпасов, казна государства пополнялась благодаря продажам пороха прекрасного качества, а американские колонии разбивали британские войска, которые заставили Францию пережить множество унижений.

В 1787–1789 годах Лавуазье опубликовал свои главные труды. Рациональный дух «*Энциклопедии*» требовал навести порядок в путанице названий химических соединений и элементов, и четыре французских химика, в числе которых был Лавуазье, придумали систему, действующую по сей день. «*Методы химической номенклатуры*» увидели свет в 1787 году, а через два года, в год взятия Бастилии, Лавуазье опубликовал свое главное сочинение — «*Элементарный курс химии*». Это была первая работа, в которой использовался научный метод в области химии. Книга включала в себя закон сохранения массы (ничего не исчезает, ничего не создается, все трансформируется) и символы, описывающие химические реакции в форме, похожей на математические уравнения. В этом же труде содержалось определение химического элемента, которым мы пользуемся и сегодня: оно навсегда покончило с теорией четырех стихий, несмотря на некоторые колоссальные ошибки. Например, в список химических элементов были включены свет и тепло. Книга также содержала 13 иллюстраций. Это были прекрасные гравюры, сделанные Марией. Они изображали детальные схемы устройств, которые использовал Антуан во время опытов.

Как только Лавуазье разобрался с превращением веществ и записал его в виде уравнения, он принялся за изучение потоков тепла. Несмотря на то что было ошибочно приписывать теплу массу, Лавуазье вместе с Лапласом верно рассчитали количество тепла, выделяемого живым существом. Потом ученый рассчитал потребляемый кислород и «фиксируемый воздух» (диоксид углерода), выбрасываемый при дыхании, и пришел

к выводу, что данный процесс представляет собой не что иное, как медленное горение, поскольку во время него поглощается кислород и выделяются «фиксируемый воздух» и тепло, как и в процессе горения. С помощью своих открытий он объяснил, что представление древних об «огне жизни» было не только поэтическим размышлением, но признаком глубоких познаний.

Рассчитывать, измерять, взвешивать... Для этого нужны были не только весы, газометры, измерительные стержни, но также и общие единицы измерения. Метр, литр, грамм... Лавуазье снабдил Францию универсальной системой мер и весов, общей для ученых и торговцев, животноводов и земледельцев всего мира. Его честолюбие и способность к преобразованиям были безграничны.

Параллельно с проведением опытов Лавуазье реформировал всю структуру Генерального откупа, осуществил грандиозный сельскохозяйственный проект в своем имении во Фрешине и написал сотню отчетов для Академии наук. Он превосходно справлялся со всем — от анализа траектории полета аэростата братьев Монгольфье и предложений по улучшению их конструкции до разоблачения шарлатанов вроде доктора Месмера и его «животного магнетизма». Лавуазье был жестким критиком: его отрицательное отношение к огненным флюидам Марата привело в будущем к трагическим для него последствиям.

Если в научных исследованиях Лавуазье добивался определенности в измерениях и точности в расчетах, то в работе во имя народа он стремился защищать бедных и искал всеобщего блага. Его отчеты о состоянии тюрем и больниц Парижа вскрыли чудовищную правду об этих учреждениях. Но самым масштабным проектом Лавуазье был огромный отчет о французском территориальном богатстве: помимо необыкновенной способности собирать и обрабатывать данные, ученый также умел лаконично излагать их в письменном виде. Его самые революционные предложения касались науки и образования. По мнению Лавуазье, образование следовало сделать светским, свободным от любых дискриминаций по половому признаку и состоящим из двух ступеней: одна должна открывать дорогу в университет, вторая — к профессиональному образованию,

которое раньше никогда не выделялось в отдельную категорию. Лавуазье был убежден, что эти две ступени являются основой процветания страны, и он обратился с речью к Национальному Конвенту с тем, чтобы ни одна из ступеней не была оставлена без внимания.

Пока Лавуазье занимался всеми этими вопросами, французский народ восстал сначала против налогов, затем против монархии и, наконец, против тех, кто собирал налоги в пользу короля. И 8 мая 1794 года французское государство, уже превратившееся в республику, казнило самого блестящего из своих подданных, с одобрения или молчаливого согласия всех, кроме его жены Марии Анны Пьеретты Польз.

Столь же честолюбивый, сколь и любознательный, жесткий поборник истины и непримиримый борец с обманом, гражданин Лавуазье за почти 51 год своей жизни успел заложить основы химии. Он вошел в науку через парадную дверь, открыв дорогу Республике, которая в благодарность вынесла ему смертный приговор.

- 1743** Антуан-Лоран де Лавуазье родился 26 августа в Париже.
- 1748** Смерть матери.
- 1754** Начало обучения в колледже Мазарини.
- 1761** Поступает на факультет права Парижского университета.
- 1763** Получение диплома и первая поездка с натуралистом Жаном-Этьеном Геттаром.
- 1765** Представление работ о гипсе в Академии наук.
- 1766** Проект городского освещения. Первое баллотирование в члены Академии наук. Получает наследство.
- 1767** Второе баллотирование в Академию наук. Проект обеспечения водой большого города.
- 1768** Избрание в члены Академии наук. Покупка участия в Генеральном откупе.
- 1769** Опыт с «пеликаном».
- 1771** Женитьба на Марии Анне Пьеретте Польз.
- 1772** Опыт с алмазами.
- 1774** Публикация *«Небольших физических и химических исследований»*.
- 1775** Назначение директором Управления порохов и селитр. Оборудование лаборатории в Арсенале.
- 1777** Опыт с образованием и разложением оксида ртути.
- 1778** Покупка имения во Фрешине.
- 1779** Рождение слова «кислород».
- 1780** Отчет о состоянии тюрем.
- 1782** Совместные с Лапласом опыты с дыханием.
- 1784** Публикация *«Размышлений о флогистоне»*. Осуществляет разложение воды.
- 1785** Избран директором Академии наук. Отчет о состоянии больниц.
- 1787** Публикация *«Метода химической номенклатуры»*.
- 1789** Публикация *«Элементарного курса химии»*.
- 1790** Публикация *«Территориального богатства французского королевства»*. Деятельность в Комиссии мер и весов.
- 1793** Закрытие в августе Академии наук; арест Лавуазье в ноябре.
- 1794** Казнь 8 мая.
- 1805** Мария Лавуазье опубликовала *«Мемуары о химии»*.



## Ученый среди адвокатов

Лавуазье родился в Париже в 1743 году, и его судьба с самого начала была предрешена: он должен был стать адвокатом, как его отец и деды. Но открыв для себя науку благодаря учителям колледжа Мазарини, он не оставлял попыток изучить и понять окружающий его материальный мир. Наследство бабушки позволило Лавуазье вступить в Генеральный откуп, а его страсть к химии сделала его членом Парижской академии наук. Но прежде чем заняться серьезным изучением химии, ученый должен был освободить ее от паутины суеверий, сплетенных вокруг нее алхимией.



Судьбу первого ребенка Жана-Антуана де Лавуазье и Эмили Пунктис сразу после его рождения предопределили две семейные традиции. Одна из них, которой следовала семья по отцовской линии в течение более чем 200 лет, предписывала, чтобы в числе имен младенца присутствовало имя Антуан. Другая, существовавшая менее 100 лет (однако в обеих семьях), гласила, что мальчик должен посвятить себя праву. Несмотря на то что предками ученого по отцовской линии были крестьяне из Вилле-Котре — поселения в 80 км от Парижа, — семья Лавуазье заработала состояние, служа закону во французской столице. И это состояние было немалым, поскольку они могли позволить себе занимать дом на правом берегу Сены, в самом дорогом квартале города. Семья Пунктис, в свою очередь, благоденствовала в провинции. Таким образом, ничто не предвещало того, что новорожденный самоотверженно посвятит себя науке.

Жан-Антуан де Лавуазье был прокурором парижского парламента, который в то время являлся высшим судебным органом Франции. А поскольку Генеральные штаты не собирались уже более века, парламент являлся единственным учреждением, способным высказываться по поводу решений монарха и его правительства.

Через два года после рождения Антуана появилась на свет и его сестра Мария Эмилия. Но скоро семья погрузилась в траур: мать умерла, когда ее старшему сыну едва исполнилось пять лет. Пустоту, оставленную Эмилией Пунктис, заполнила Констанция — ее младшая сестра, которая отказалась выходить замуж ради заботы о племянниках. Лавуазье переехали в дом матери Эмилии, овдовевшей незадолго до кончины дочери. Смерть Марии Эмилии в возрасте 15 лет стала еще одной трагедией, после которой отец и тетя целиком посвятили себя Антуану.

### **НА БЕРЕГУ СЕНЫ**

Почти все самые важные места в жизни Лавуазье находились на правом берегу Сены, около Собора Парижской Богоматери. Ниже перечислены самые главные из них.

1. Улица Пеке, где ученый родился в 1743 году и прожил до 1748 года, когда умерла его мать.
2. Церковь Святой Марии, в которой его крестили.
3. Улица Фур-Сент-Есташ, где находился дом бабушки Лавуазье, ставший с 1748 года и его домом.
4. Колледж Мазарини (теперь Институт Франции), где он учился.
5. Королевский сад (теперь Сад растений), в котором Руэль проводил свои практические занятия по химии.
6. Лаборатория Руэля, где Лавуазье изучал химию и минералогию.
7. Улица Неф-де-Бон-Анфан, куда Лавуазье переехал после женитьбы.
8. Академия наук (теперь музей Лувра), членом которой он стал в 1768 году, а директором — в 1785-м.
9. Арсенал, где с 1775 по 1792 год находилась лаборатория ученого.

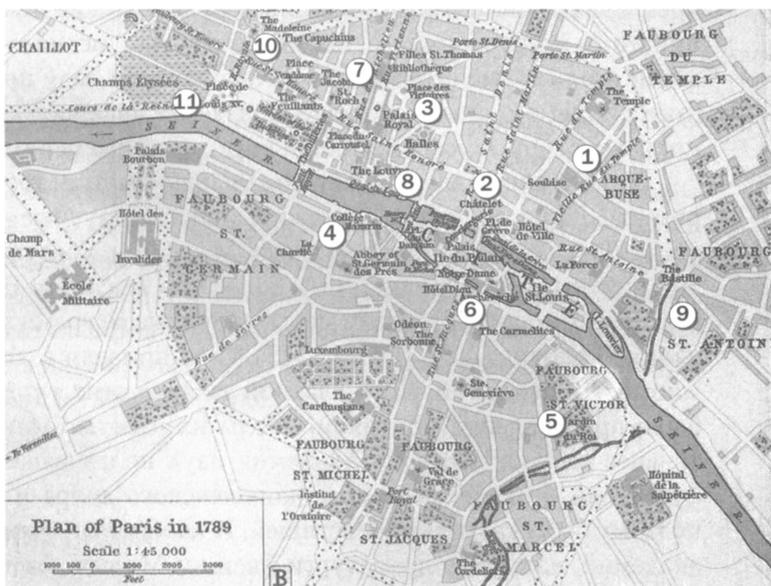
Несмотря на достаточно молодой возраст, отец Антуана так никогда больше и не женился, и между ним и сыном на всю жизнь сохранилась искренняя привязанность.

## КОЛЛЕДЖ МАЗАРИНИ

Образование Антуана началось дома, с обучения у различных наставников, но когда мальчику исполнилось 11 лет, отец от-

10. Улица де ла Мадлен, где Лавуазье жил после Арсенала.

11. Площадь Революции (бывшая площадь Людовика XV и нынешняя площадь Согласия), место его казни.



правил его в колледж Четырех Наций, лучший в то время и известный также как колледж Мазарини — по имени основавшего его кардинала. Заведение находилось на правой стороне Сены, поэтому школьными товарищами Антуана были дети из самых благополучных семей страны.

В колледже преподавали самые блестящие умы Франции. Воспитанники изучали как классические предметы — историю, литературу, письмо и математику, — так и современные науки, которые называли в то время «естественной философией». Хотя Антуан прекрасно успевал по всем предметам, некоторые из них интересовали его особенно. Среди них были астрономия (преподаватель — аббат Николя Луи де Лакайль, который оборудовал в одном из корпусов колледжа обсерваторию, он же учитель математики), ботаника (предмет Бернара де Жюссье, который рассказывал своим ученикам о классификации Линнея), минералогия и геология (их вел Жан-Этьенн Геттар, с ним Лавуазье будет позднее путешествовать по Франции в поисках минералов). Но особенно увлекла юного ученика химия. Ее преподавал Гийом Франсуа Руэль, и практические демонстрации этого эксцентричного, выдающегося и страстного химика стали столь знаменитыми, что в Королевском саду пришлось отвести под его опыты отдельное помещение, способное вместить всех многочисленных поклонников его экспериментов.

Хотя такие предметы, как химия, еще были недостаточно развиты для того, чтобы заслужить эпитет «научные», все же когда Лавуазье поступил в колледж Мазарини, уровень развития научных исследований был более чем высоким. Большой частью тому способствовали меры, принятые во время царствования Людовика XIV (1638–1715). Они привели к созданию множества академий. Хотя главной задачей этих учреждений было прославление монархии, плоды их работы были значительнее желаний короля. Академия наук пользовалась относительной независимостью от королевского двора и именно поэтому была настолько блестящей. И наоборот, члены других академий, например драматурги Расин и Мольер, баснописец Лафонтен и философ Вольтер, не могли работать независимо

от двора; они вынуждены были лавировать между похвалами королю и насмешками над знатью и духовенством.

Академия наук, основанная в 1666 году министром Кольбером, прежде всего должна была стать консультативным органом правительства и решать все технические вопросы — от улучшения качества пороха до разработки проекта обеспечения столицы водой. Ее членам следовало обладать всеми необходимыми знаниями и талантами для решения подобных проблем. Поскольку Академия наук изначально была королевским учреждением, многие страстно желали в нее вступить; однако определяющим фактором для получения членства было не благородное происхождение, а ум и усердие в науке.

[Академия наук] поощряет и защищает дух исследования, содействует прогрессу науки и ее практическому применению; она следит за качеством образования и способствует внедрению научных знаний в культуру человечества наших дней.

Статья 2 устава Академии наук

Эти обстоятельства объясняют, почему французское общество XVIII века, крайне благопрियствующее элите, осыпало лаврами своих блестящих ученых — даже тех, кто происходил из низов. Это касалось многих преподавателей Лавуазье в колледже Мазарини: учителя поразили молодого человека своими знаниями и объяснили важность научного метода и его применения. Но главным образом они привили ему идею о том, что для таких людей, как они, лучший способ служить своей стране — посвятить жизнь науке.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРАВА**

После учебы в колледже Мазарини Антуан был прекрасно подготовлен к продолжению научной карьеры. Прежде всего

он слепо верил в науку и считал ее одним из самых прекрасных плодов человеческого разума, а кроме того, испытывал неиссякаемое любопытство к явлениям, казавшимся в то время необъяснимыми. С другой стороны, юный Лавуазье был необыкновенно талантлив, обладал исключительным трудолюбием, дисциплиной и удивительной интуицией, позволявшей ему почувствовать важность открытия или несостоятельность теории. Наконец, хотя он и не имел благородного происхождения, зато являлся единственным наследником значительного семейного состояния и мог рассчитывать на финансовую помощь отца и тети, которые испытывали к нему чувство привязанности и безусловного благоговения. Помимо всего этого Антуан был еще и честолюбив. Наличие материальных благ не могло удовлетворить его, он хотел занять свое место в истории.

Но прежде всего, несмотря на наличие призвания и честолюбия, молодой человек должен был найти способ обеспечить свое будущее и только потом мог посвятить себя научной карьере. Он являлся наследником юридической династии, его предки твердо стояли на земле и воспринимали науку не более как хобби для состоятельных людей. Именно поэтому Антуан три года изучал право в Париже. За данный период он не только нашел себе адвокатскую службу, но и добавил к зарождающемуся научному образованию знание латинских классиков и римского права.

Но про науку он в эти годы не забывал и продолжал посещать занятия и лекции своих бывших преподавателей из колледжа Мазарини, с которыми у него сохранились прекрасные отношения.

Лавуазье часто встречался с Жаном-Этьеном Геттаром, который приглашал его в поездки с целью изучения минералогии и геологии местности. Поскольку Антуан не хотел пренебрегать занятиями правом, то свое время он распределял по принципу наибольшей полезности, сведя к минимуму общественную жизнь. Вскоре он решил, что семейные обеды отнимают у него слишком много времени, и несколько месяцев следовал диете на основе молока, которое пил в своей комнате, не от-

рываясь от занятий. Позднее Лавуазье отказался от этой экстремальной диеты, но не изменил своей точки зрения на царящие в обществе отношения, которые, по его мнению, являлись лишь пустой тратой времени.

Именно в тот период он начал ежедневно измерять барометром показатели атмосферного давления. Антуан записывал данные апостериори, измеряя температуру, скорость и направление ветра; потом он расширил область наблюдения, попросив знакомых, которые жили за пределами Парижа, записывать и посылать ему свои данные. Если же его самого не было в столице, он прибегал к чьей-нибудь помощи, обычно тети, которая ни в чем не могла ему отказать и делала, если требовалось, измерения за него. Никаких выводов из этих записей не последовало, но Лавуазье на всю жизнь сохранил привычку измерять и записывать атмосферные показатели. Он предчувствовал: такого рода знания смогут помочь в составлении прогнозов погоды, что будет особенно полезно для мореплавателей.

Закончив изучать право в 1763 году, Антуан еще год проработал у своего отца, совершенствуя полученные знания, а потом вступил в прокурорскую коллегия и занялся собственно прокурорской работой. Однако зарабатывал он недостаточно. Для всех, в том числе и для его отца, становилось все более очевидно, что сердце Антуана отдано вовсе не суду. Понадобилось совсем немного времени, чтобы он расстался с правом. И решающий повод к этому дал один из друзей семьи.

## **ПОЕЗДКИ С ГЕТТАРОМ**

Летом 1763 года геолог Жан-Этьен Геттар, друг семьи Лавуазье, пригласил своего бывшего ученика поучаствовать в качестве ассистента в проекте по составлению геологической карты Франции. Этот проект предполагал топографическое описание страны и ее минералогических богатств. Как раз начались каникулы, и Антуан не мог найти лучшей возможности для сопровождения Геттара. Так, едва достигнув 20-летнего возраста,

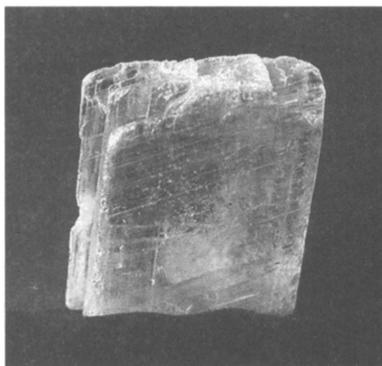
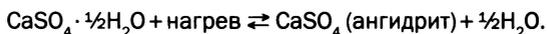
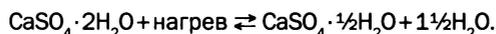
молодой Лавуазье начал ездить со своим учителем по регионам северной Франции, систематично собирая образцы минералов и почвы и, кроме того, измеряя атмосферное давление, температуру и количество осадков. Несколько месяцев — вплоть до 1767 года — Лавуазье посвящал себя исключительно этому занятию. Честолюбивый проект был закончен гораздо позже, и в итоге его официальным автором стал Антуан Монне, который продолжил работу Геттара после его ухода от дел. Атлас увидел свет в 1780 году, и Монне кратко поблагодарил Геттара, стоявшего у истоков данной идеи и спланировавшего объем работ, но забыл о вкладе Лавуазье.

Как бы там ни было, для Антуана составление геологической карты стало настоящим путешествием-посвящением. С Геттаром он научился рутинной работе с почвой, важности систематического сбора данных, составлению таблиц, распределению информации, написанию отчетов и подведению итогов. Антуана снова очаровала химия, то же чувство он испытывал во время демонстраций Руэля. За время этих поездок по Франции Лавуазье изучил свойства веществ, из которых состояли минералы, что, по мнению некоторых биографов, склонило его научные интересы в пользу химии, а не физики (хотя молодой человек опирался в исследованиях разных материальных тел на строгую научную систему, которая принадлежала не химии, но математике и физике). После этого опыта на протяжении всей своей научной деятельности он никогда не делал выводов, не основанных на данных, тщательно записанных и полностью проверенных авторитетными людьми, а желательно им самим. Антуан не принимал теорий, которые не были бы подтверждены опытным путем.

Лавуазье всегда был очарован красотой кристаллов, но не только восхищался их внешним видом, но и пытался определить, как он связан с их свойствами. Парижский гипс особенно привлекал его внимание. В Древнем Египте из-за гибкости данный минерал использовали в основном для украшений, а в XVIII веке в Париже его широко применяли для штукатурки стен зданий. Парижский гипс в изобилии имелся в больших карьерах Монмартра, стены, оштукатуренные им, выглядели

## ПАРИЖСКИЙ ГИПС

Первый доклад, который Лавуазье сделал в Академии наук, был посвящен парижскому, или штукатурному, гипсу. Ученого привлекли в этом материале любопытные формы кристаллов (симметричные соединения кристаллов-«близнецов») и то, что он мог превращаться в другие вещества под простым воздействием тепла или при контакте с водой. Другой француз, Анри Ле Шателье (1850–1936), веком позже открыл, что химические соединения на основе гипса являются сульфатом кальция ( $\text{CaSO}_4$ ), который при нагреве теряет связанную с ним воду и меняет свойства, в том числе и твердость. Так, при участии двух молей воды и одного моля сульфата кальция получается гипс — одно из самых мягких веществ, которое, стоит его намочить, становится податливым и тягучим. Половина моля воды и один моль сульфата кальция образуют парижский гипс; стоит полностью избавиться от воды — и образуется ангидрид. В химических реакциях, описывающих превращение составляющих вещества в другие элементы, используется терминология, очень похожая на предложенную некогда Лавуазье. Эти реакции выглядят следующим образом:



Селенит — разновидность гипса, образованная из прозрачных кристаллов.

гораздо красивее, но особенно привлекательным этот материал был из-за своих огнеупорных свойств. Страшный пожар 1666 года, уничтоживший Лондон, показал уязвимость городов, дома которых были построены из дерева. После этого король издан приказ, обязывающий жителей покрыть стены гипсом, чтобы уберечь здания от огня.

Лавуазье стремился узнать точное соотношение между составляющими веществ, которые превращались одно в другое и должны были иметь очень похожий состав. Он хотел понять суть процесса, известного сегодня как «затвердевание» — когда белая мягкая масса превращается в твердое тело, пусть даже легкое и хрупкое. Результаты этой работы Лавуазье представил Академии наук в 1765 году. Это стало началом очень плодотворных отношений между исследователем и научным учреждением.

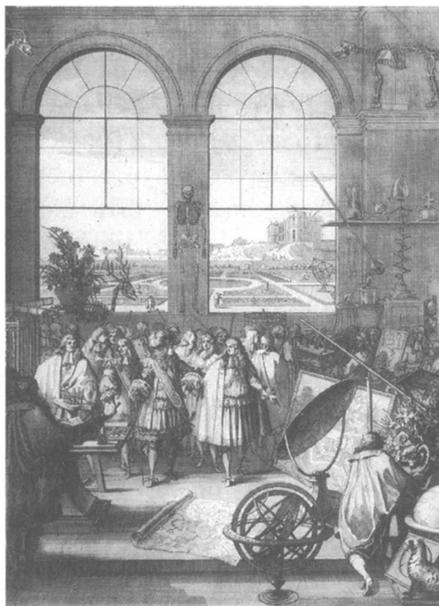
## **КОРОЛЕВСКАЯ МЕДАЛЬ**

Пока Лавуазье работал над исследованием гипса, результаты которого должен был представить в Академию наук, последняя организовала конкурс на лучший проект освещения города. Премия победителю составляла 2000 ливров. Несколько позднее внимание ученого также привлекла проблема снабжения города водой. Хотя целью этих проектов было решение технических проблем, Лавуазье не переставал думать о связанных с ними явлениях — горении и природе воды. Предложения Лавуазье по освещению и обеспечению водой большого города не были приняты. Однако знания, которые он получил во время этой работы, заложили основы, позволившие ему впоследствии сделать химию отдельной наукой.

Лавуазье взялся за проект освещения с энергией и решительностью, присущими всем его исследованиям. Он начал с изучения видов освещения того времени — масляных ламп и свечей. Ученый также изучил эффективность используемых предметов и материалов, каждый раз пытаясь найти лучшее соотношение стоимости и качества. Для точного определения этого соотношения он закрылся на шесть недель в абсолютно темной комнате, чтобы глаза смогли различать самые незначительные нюансы интенсивности света. Хотя в ходе этого оригинального и точного исследования Лавуазье получил выдающиеся результаты, премию ему не вручили: по мнению

## АКАДЕМИЯ НАУК

Академия наук была основана в 1666 году Жаном-Батистом Кольбером, министром Людовика XIV, по образцу научных учреждений других стран — главным образом по образцу Лондонского королевского общества. Она должна была способствовать развитию и прогрессу науки и выполнять консультативные функции при правительстве. Но, как и для всех учреждений, созданных в царствование Короля-Солнца, истинным ее призванием являлось восхваление монархии. Однако собранные в Академии наук исключительные знания позволили ей находиться на расстоянии от придворных интриг, и скоро она превратилась в одно из самых уважаемых научных учреждений Европы. В 1699 году Людовик XIV снабдил ее первым уставом, согласно которому академики назначались королем по предложению Академии, и предоставил ей помещение в Лувре. В Академию наук входили, в порядке важности, 12 почетных членов, избираемых из знати, 18 действительных членов, 12 членов-корреспондентов и 12 адъюнктов, пропорционально разделенных по областям знаний: геометрия, астрономия, механика, анатомия, химия и ботаника. Такой была Академия наук, когда в 1766 году 25-летний Лавуазье вступил в нее в самом скромном ранге — адъюнкта. Он получил право присутствовать на заседаниях по средам и субботам с 15.00 до 17.00, и, кроме того, Лавуазье с самого начала вошел в многочисленные комитеты, по результатам работы которых он написал множество отчетов. Его научная жизнь стала украшением Академии, Лавуазье являлся важным ее членом вплоть до 8 августа 1793 года, когда Национальный Конвент упразднил академии. Позднее Конституцией 1795 года был создан Институт Франции, который объединил в себе все академии.



Визит Людовика XIV в Академию в 1671 году, гравюра Себастьяна Леклерка.

комиссии, это было бы слишком большой честью для столь молодого человека.

В конечном итоге конкурс выиграла компания, которая и должна была заняться освещением города. Но все же работу Лавуазье оценили: король Людовик XV пожаловал ему золотую медаль. Антуану ее вручил президент Академии во время торжественной церемонии в апреле 1766 года, незадолго до 23-го дня рождения ученого. Растущая страсть Лавуазье к науке и публичное признание его работы вдохновили его на попытку стать членом Академии. Его кандидатуру отклонили, однако было очевидно, что принятие Антуана в ряды этой организации — только вопрос времени. И действительно, ему пришлось подождать всего лишь два года до осуществления своей мечты — стать членом самого престижного научного учреждения Франции.

Получив медаль, Антуан вернулся к геологическим работам с Геттаром, проект которого уже получил официальную поддержку правительства. Во время поездок по северу и востоку Франции Лавуазье мог не только собирать данные, но и любоваться пейзажами, а также достопримечательностями посещаемых им городов, позднее рассказывая обо всех своих наблюдениях отцу и тетке. Он также напрямую общался с городскими жителями и представителями разных учреждений. Но самое главное — эти поездки позволили ему осознать свое истинное призвание.

## **ОТ АЛХИМИИ К ХИМИИ**

Что представляла собой химия, когда ею увлекся Лавуазье? Согласно определению, данному одним из самых уважаемых химиков того времени, немецким ученым Георгом Эрнстом Шталем (1659–1734), это «искусство разложения разными способами составных тел». Химия тогда считалась не наукой, а искусством. С другой стороны, неясным оставался и предмет ее изучения, поскольку еще не было дано определение состав-

ных тел или соединений, образованных из разных элементов, — в том смысле, в каком мы понимаем это сегодня. В то время понятие элемента было напрямую связано с определением, данным греками Эмпедоклом (V в. до н.э.) и Аристотелем (IV в. до н.э.)

Эти философы утверждали, что материя состоит из четырех стихий: огня, земли, воздуха и воды. В Древнем Китае предлагали похожую классификацию: в ней также присутствовали огонь, вода и земля, однако воздух был заменен металлом и деревом. Как древнегреческие, так и древнекитайские философы считали, что все вещества состоят из разных пропорций этих четырех или пяти элементов. Не только категория или предмет изучения химии оставались неясными. Само название этой науки являлось предметом споров, так как химия была ответвлением алхимии — одновременно и ее наследницей, и ее заложницей. Любопытно, что слово «алхимия» происходит от арабского *al-kimiya*, которое, в свою очередь возникло от греческого *κῆμια* (*quimia*), означающего «смешивание соков».

За век до рождения Лавуазье, благодаря рационалистическим усилиям Исаака Ньютона (1642–1727), исследователи, интересовавшиеся химией, попытались отделиться от алхимии, с которой у них были общие инструменты и методы. Возможно, они не знали, что и сам Ньютон был восторженным алхимиком. В самом расцвете своей карьеры английский ученый проводил больше времени у печей своей лаборатории, нежели за написанием изменивших мир «*Математических начал...*». Его друг Роберт Бойль (1627–1691) разделял страсть Ньютона к алхимии, являясь наследником итальянского алхимика Бернарда ле Тревизана (1406–1490) и большим поклонником швейцарского врача Парацельса (1493–1541). В те времена, когда Бойль и Ньютон обменивались письмами, полными зашифрованных описаний химических процессов, алхимия была философской системой, которая искала метод получения эликсира бессмертия и богатства с помощью философского камня, способного превращать любое вещество в золото.

Однако не все алхимики преследовали столь эгоистичные цели, как материальное богатство и вечная жизнь. Ньютон, на-

пример, стремился разгадать загадки природы и тем самым приблизиться к Богу. Вольнодумец Парацельс хотел узнать новые способы лечения других людей, а Роберт Бойль, благородный и богатый сумасброд, возможно, просто искал приятного времяпрепровождения. Последний утверждал, что Парацельс первым рационально подошел к изучению материи, отбросив идеи античных философов о четырех жидкостях (полагалось, что состояние здоровья зависит от соотношения крови, желчи, черной желчи и слизи). Однако именно труд Бойля *The Sceptical Chymist* («Химик-скептик»), опубликованный в 1661 году, считается первым трактатом по химии — искусству, возведенному Лавуазье в ранг науки. Помимо того что Бойль являлся одним из основателей Лондонского королевского общества (на данный момент самого старого научного учреждения Европы), созданного в 1660 году, он открыл закон, согласно которому при постоянной температуре объем газа обратно пропорционален давлению. Этим законом химики пользуются до сих пор, правда во времена Бойля понятия газа не существовало.

Несмотря на то что фламандский ученый и алхимик Ян Баптист Ван Гельмонт (1579–1644) попытался навести порядок в мире воздушных флюидов при помощи понятия *kaos* (греческого слова, от которого, согласно некоторым ученым, произошло слово «газ»), сообщество химиков того времени не было готово к такой лингвистической революции. Бойль и его наследники продолжали использовать понятие «воздух», пренебрегая газом, однако другой придуманный Гельмонтом термин, характеризующий способность воспламеняться, — *phlogistos* — ученые встретили благосклонно. В измененном виде понятие *phlogiston* было связано Шталем с процессом горения, который немецкий химик и эрудит Иоганн Иоахим Бехер (1635–1682) называл *terra pinguis*. Шталь разработал теорию флогистона, хорошо принятую такими выдающимися английскими химиками, как Генри Кавендиш (1731–1810) и Джозеф Пристли (1733–1804).

Шталь полагал, что окисление представляет собой медленный вариант процесса горения (и это соответствует действительности), во время которого горючие вещества теряют часть



содержащегося в них флогистона. Другой подобный процесс — прокаливание, во время которого нагреваемые на воздухе металлы выделяют «известь», называемую сегодня оксидами. Эта известь похожа на руду металлов, извлеченную из недр земли. Процесс нагревания извести с углем для получения металла использовали со времен железного века. Предполагалось, что флогистон переходит из угля в руду, которая, получив флогистон, превращается в металл. Согласно этой гипотезе металл утрачивает свои свойства при прокаливании и выделяет известь из-за того, что теряет содержащийся в нем флогистон, который переходит в атмосферу. Флогистон относили к *веществам* огня и полагали, что он инициирует процесс горения. Считалось, что воспламеняющиеся материалы, такие как дерево, уголь или сера, богаты флогистоном. Сегодня мы знаем: огонь гаснет из-за отсутствия кислорода. Но в то время Шталь полагал, что огонь гаснет из-за потери флогистона, который насыщает окружающий его воздух, после чего растения поглощают его из атмосферы, и дерево снова получает потерянный при горении элемент.

**Флогистон** — это вещество или начало огня, хотя сам по себе он огнем не является.

**Георг Эрнст Шталь, «Основания догматической и экспериментальной химии» (1723)**

Флогистона никогда не существовало, однако эта идея давала разумное объяснение обычным реакциям — горению, окислению, росту растений и получению металла из оксида. Теория флогистона настолько утвердилась в научных знаниях первой половины XVIII века, что философ Иммануил Кант (1724–1804) сравнивал ее с опытами Галилея. И с момента принятия этой теории научным сообществом было очень трудно ее опровергнуть. Даже когда стали очевидны противоречащие ей явления, для сохранения теории ее преобразовали. Так, когда стало ясно, что образующаяся при потере металлом флогистона известь весит больше, чем исходный металл, появилось утверждение, что флогистон может иметь отрицательный вес,

тогда как в других процессах его вес может быть положительным. Мы вернемся к данному вопросу в следующей главе.

Лавуазье узнал о теории флогистона в особой интерпретации своего учителя по химии Руэля, равно как и о других теориях, которые больше требовали слепой веры, нежели понимания. Химия того времени скорее походила на религию, чем на науку, и это сильно контрастировало с картезианской логикой математики, которую Антуану преподавал Лакайль, а также с систематичностью металлургии, которую вел Геттар. Хотя химия и металлургия были тесно связаны, последняя, в отличие от химии, была понятно описана в учебнике, опубликованном Агриколой в XVI веке, — образце наглядности и лаконичности. В нем были собраны знания, от которых зависели такие важные области промышленности, как добыча руды и работа с металлами, поэтому в данном учебнике не должно было содержаться смутных и витиеватых объяснений, похожих на те, что заполняли работы по алхимии.

Для Лавуазье, очарованного природой материи и ее свойствами, было невозможно принять утверждения, которые Руэль представлял как догмы, не имея возможности проверить их и дать им логическое объяснение. Но он не бросил попыток понять непостоянность химии, а напротив, принялся за ее изучение с яростным усердием. Такое отношение к науке он сохранил на всю жизнь. С отвагой и бесстрашием, свойственным молодым людям, Лавуазье решил навести порядок там, где царил хаос. И он добился своего.

## **ОТКУП И АКАДЕМИЯ**

Еще одно очень важное для жизни Лавуазье событие произошло в 1766 году — в то время, когда король пожаловал ему медаль. Его бабушка с материнской стороны умерла, и он стал наследником большого состояния. Получив наследство, Антуан принял решение, которое изменило течение его жизни и определило последующую смерть.

Поскольку для всех было очевидно, что он не желает связывать себя профессией юриста, его семья (в частности, отец) искала другой источник дохода, который позволил бы молодому человеку и дальше заниматься наукой. По совету отца и других членов семьи Лавуазье принял участие в Генеральном откупе. Члены этого учреждения предоставляли государству необходимые для его функционирования средства и собирали от его имени налоги, чтобы возместить свои инвестиции; оно являлось одновременно банковским отделением и министерством финансов. Членство в Генеральном откупе было выгодным, но вступление в него требовало наличия капитала.

Лавуазье наверняка изучил соотношение цены и выгоды, как делал всегда во всех реализованных им проектах, и пришел к выводу, что членство является хорошей сделкой. Но если ученый рассчитывал получать доход, не тратя своего времени, то он сильно ошибался: с момента вступления в Генеральный откуп на Лавуазье свалилось множество обязанностей, связанных с улучшением работы данного учреждения. Антуан постарался внести свой вклад в это дело двумя способами: с одной стороны, он преследовал обман, с другой — наблюдал за работой сборщиков налогов, стремясь наказать злоупотребления и взяточничество. Конечно, это было нелегко, и он не приобрел себе друзей, однако за короткое время достиг поразительных результатов. Его слава росла, и с этого момента всякий раз, когда Лавуазье входил в состав какого-либо учреждения, он прилагал все силы, чтобы улучшить его работу.

В 1767 году ученый во второй раз представил свою кандидатуру в Академию наук, вместе с проектом снабжения водой крупного города. Его желание осуществилось в 1768 году — сначала временно, а потом и окончательно: он занял место адъюнкта, самую низшую ступень в иерархии Академии.

Бюрократические и административные перипетии в Генеральном откупе и Академии наук так никогда и не заставили Лавуазье отказаться от главной цели: создания устойчивых основ, которые помогли бы химии стать наукой. Для этого молодой человек каждый свой день подчинял железной дисциплине. Он тщательно следил за соблюдением условностей

## МОЛОДАЯ ДЕВУШКА В ЗАТРУДНИТЕЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ

У одного из руководителей Лавуазье в Генеральном откупе, Жака Польза, была дочь, Мария Анна Пьеретта. Девушка воспитывалась в монастыре, после того как в три года осталась без матери. Она была недурна собой и обладала значительным приданым, а потому в 13 лет получила предложение графа Д'Амерваля, от которого было трудно отказаться. Потенциальный жених был знатен и пользовался покровительством аббата Жозефа Мари Терре, дяди матери Марии и генерального контролера министерства финансов, то есть начальника Жака Польза. Однако на момент знакомства с Марией графу уже исполнилось 50 лет, его внешность и финансовое состояние были ужасны, и молодая девушка категорически отказалась от сделанного



Портрет Марии Анны Пьеретты, жены Лавуазье.

им предложением. Ее отец бросил вызов двору и написал Терре: «Моя дочь испытывает к нему решительное отвращение, и я не намерен вынуждать ее выходить замуж». Тогда Терре решил отстранить Польза от должности, но президент откупа поддержал коллегу, обратив внимание на его ум, работоспособность и честность, без которых, по его мнению, хорошая работа учреждения была невозможна. В итоге Польз не потерял работу, но и Терре не оставил брачных планов в отношении Марии. Оказавшись в безвыходном положении, Польз предложил Лавуазье, одному из своих самых блестящих подчиненных в Генеральном откупе, жениться на его дочери. Антуан, конечно, не мог похвастаться благородным происхождением, зато был молод и хорош собой, владел значительным состоянием, а главное — нравился Марии. Вся семья Польз радовалась этому смелому решению, но одновременно и беспокоилась о последствиях, которые могли возникнуть из-за неповиновения двору. Однако, поразмыслив над тем, какую пользу приносят деньги Генерального откупа государству, Терре пересмотрел свою позицию и в декабре 1771 года обвенчал в своей часовне Марию Польз и Антуана де Лавуазье. Констанция Пунктис, теть Лавуазье, взяла на себя заботы о новом доме супругов. Молодая девушка изучала латынь, английский язык и училась рисовать. Позднее она также брала уроки химии у Буке, коллеги Лавуазье. В итоге Мария стала художником, переводчицей и библиотекарем своего мужа, а также полным энтузиазма ассистентом в его лаборатории.

и демонстрировал сердечность в отношениях с научными коллегами, однако никогда не тратил времени на светскую жизнь. В возрасте 28 лет у него еще не было невесты, несмотря на приятную внешность, более чем благополучное финансовое положение и легкий характер.

Поэтому когда один из его начальников в Генеральном откупе, Жак Польз, стремясь избавить свою дочь от перспективы несчастливого брака, предложил Лавуазье стать ее женихом, последний не имел ничего против. Все было улажено за несколько недель, церемония состоялась в декабре 1771 года. Брак оказался очень удачным, так как Лавуазье в лице супруги обрел еще и прекрасного помощника в своих научных занятиях, и это несмотря на то, что на момент свадьбы ей даже не исполнилось 14 лет.

## **ОПЫТ С «ПЕЛИКАНОМ»**

За два года до женитьбы, когда Лавуазье уже был членом Академии наук и участником Генерального откупа, он осуществил свой первый великий опыт, применив методологию, которой затем придерживался всю свою жизнь. Еще с тех пор как Антуан работал над проектом снабжения водой крупных городов, сама природа воды привлекала его внимание. Впрочем, ее повсеместность и особые свойства возбуждали интерес огромного количества ученых.

В греческой философии вода была одной из четырех главных стихий. Жизненно необходимая для живых существ, она очень долго считалась чем-то единым, что невозможно разложить на составляющие. Ван Гельмонт осуществил в первой половине XVII века опыт, который дал ему основание утверждать, что этот изначальный элемент может превращаться в землю. Фламандский ученый посадил плакучую иву в определенное количество влажной земли и следил за деревом в течение пяти лет. Вес дерева увеличился на 75 кг, тогда как вес земли уменьшился всего на 57 г. Ван Гельмонт предположил, что масса

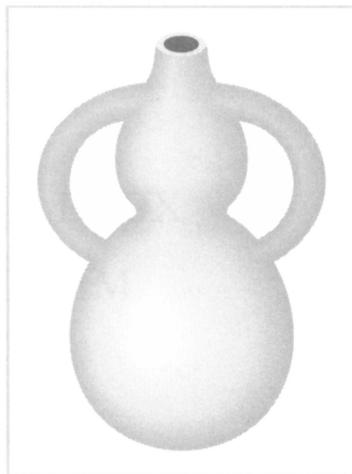
дерева увеличилась только из-за дождевой воды, то есть от того, что вода превращалась в землю и оттуда переходила в дерево. Опыт казался неопровержимым, и всякий мог его воспроизвести.

Для проверки гипотезы о возможности превращения воды в землю Лавуазье начал с того, что выбрал гораздо более простую систему, а именно взял сосуд, наполненный водой. Он строго выверил условия опыта: взвесил пустой сосуд, наполнил его водой и снова взвесил, а затем герметично закрыл. После этого ученый нагревал его в течение 103 дней. Выбранный им сосуд назывался «пеликаном». Как видно из рисунка, при нагреве жидкость в нем испарялась в верхнюю часть, конденсировалась и снова стекала в основную часть.

В течение этого времени Лавуазье наблюдал за небольшим количеством «земли», образовавшейся на дне емкости. Охладив сосуд, он взвесил его с водой и констатировал, что его вес не изменился после начала опыта. Зато вес пустого сосуда уменьшился, причем на величину, равную весу образовавшейся земли. Исходя из полученных результатов, Лавуазье пришел к выводу, что по причине длительного нагревания материал, из которого был сделан сосуд, вступил в реакцию с водой, что привело к образованию твердого осадка. Благодаря этому опыту теория превращения воды в землю была опровергнута.

С тех пор стало ясно, что Лавуазье не примет сторонние теории, какими бы твердыми и укорененными они ни были, не убедившись в их достоверности.

Кроме того, данный опыт наглядно показал, насколько важно использовать точные инструменты для правильного определения исследуемых физических величин. В большинстве случаев вес веществ, если его удавалось установить с достаточной точностью, был необходим для любого процесса исследования. Поэтому прибором, который, наверное, лучше всего символизирует работу Лавуазье, являются весы.



**Пеликан — это сосуд, использовавшийся алхимиками для круговой дистилляции, похожей на тот процесс, который происходит внутри живых существ. Название возникло из-за сходства с пеликаном, расправившим крылья.**



## Кислород берет верх над флогистоном

Лавуазье, самому молодому члену Академии наук, было суждено осуществить поразительнейший опыт: он заставил исчезнуть горсть алмазов, используя солнечный свет и гигантскую линзу. Затем Лавуазье поселился в Арсенале, в лаборатории которого родилась новая наука. Именно там, сжигая серу и фосфор, ученый изгнал из мира химии флогистон с помощью кислорода. Кроме того, он нашел время для работы в Управлении порохов и селитр, заложив тем самым основы военной мощи Франции.



Самым значительным изменением, которое привнесла женитьба Антуана в его жизнь, стал переезд. Из дома его бабушки на улице Фур-Сент-Есташ новобрачные перебрались в дом, который отец Лавуазье специально купил для них на улице Неф-де-Бон-Анфан. Зато Марии пришлось кардинально изменить свою жизнь, чтобы приспособиться к мужу, и сделала она это очень необычным для того времени способом: молодая женщина полностью погрузилась в научные проекты Антуана и понемногу приобрела необходимые навыки для того, чтобы быть по-настоящему ему полезной. Лавуазье говорил и писал только по-французски, поэтому Мария усовершенствовала свое знание латыни — языка, который тогда использовался во многих научных документах. Параллельно, поскольку главные открытия в области пневматики — одной из областей, интересовавших Антуана, — происходили в Англии, она начала изучать и английский язык. Параллельно с этим Мария брала уроки рисования под руководством Жака Луи Давида, уже признанного в то время художника. Кроме того, она посещала занятия по химии и со временем стала ассистенткой в лаборатории мужа.

Антуану понадобилась вся помощь, на какую была способна его жена, поскольку к работе в Генеральном откупе добавлялись все более сложные задачи, которые он должен был решать

в качестве члена Академии наук. Лавуазье строго соблюдал все свои обязательства, он желал улучшить функционирование учреждений, к которым принадлежал, и приумножить пользу от них для всей страны. Однако, несмотря на то что работа в Генеральном откупе и Академии наук отнимала очень много сил, Антуан не терял из виду свою главную цель: превратить химию в точную науку.

В связи с этим 1772 год стал ключевым для Лавуазье. Являясь членом Академии, имея гарантированное финансовое будущее благодаря Генеральному откупу и обзаведясь семьей, он был готов погрузиться в масштабную работу: изучить роль воздуха в процессе горения. Это было одно из явлений, более других волновавших ученых того времени. Лавуазье уже много размышлял над ним во время работы над проектом освещения улиц Парижа. По всей Европе один за другим проводились опыты с целью прояснить этот процесс, который, казалось, объяснялся теорией флогистона. Тогда ученые полагали, что при воспламенении тело теряет флогистон и прекращает гореть, когда окружающий его воздух насыщается этим веществом и больше не может его впитывать. Так, например, считалось, что уголь и дерево содержат большое количество флогистона и именно по этой причине так хорошо горят (мы бы сегодня сказали «вещества-поглотители»).

Но во многих случаях гипотеза флогистона не могла рационально объяснить результаты опытов. Например, французский химик Луи Бернар Гитон де Морво (1737–1816) только что опубликовал результаты опытов по прокаливанию металлов, в результате которых образовывавшаяся «известь» неизменно весила больше, нежели чистый металл. Это противоречило теории: окисляясь, металлы теряли флогистон, однако становились тяжелее. Чтобы объяснить данное явление, приверженцы теории флогистона предположили, что флогистон в некоторых случаях может иметь отрицательную массу, и это объясняло, почему вещества, теряющие флогистон, становились тяжелее. Лавуазье решил покончить с этим противоречием путем планомерного изучения пневматической химии (химии газов),

чтобы окончательно подтвердить или опровергнуть теорию флогистона.

## **ТАЙНА ИСЧЕЗНУВШИХ АЛМАЗОВ**

В 1772 году Академия решила разгадать одну тайну. Считалось, что алмазы не разрушаются под воздействием огня; однако французский химик Жан Дарсе (1725–1801) утверждал, что провел немало опытов, во время которых алмазы исчезали под воздействием тепла, и это подтверждали другие ученые со времен Бойля. Речь шла о том, чтобы понять, разрушает тепло алмазы или нет, и если разрушает, то с чем это связано — с превращением камней в пар или с их возгоранием. Академия создала комитет, в который вошли Лавуазье, Пьер Жозеф Макёр (1718–1784) и Луи Клод Каде де Гассикур (1731–1799). Два уважаемых парижских химика осуществили множество опытов в оборудованной наиболее подходящим образом лаборатории Каде, но получили неубедительные результаты. Для раскрытия тайны нужен был источник очень интенсивного тепла, желательно без горючих материалов, чтобы продукты горения не смешивались с изучаемым веществом. Но найти его было непросто, поскольку до изобретения в XIX веке горелки Бунзена печи в химических лабораториях работали на угле.

Я рассматриваю природу как большую химическую лабораторию, в которой происходят любого рода соединения и разложения.

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ

Кроме того, исследование зашло в тупик, поскольку у членов комитета не было алмазов, необходимых для продолжения опытов. Но на помощь им пришел ювелир Майяр, который согласился предоставить три своих алмаза при условии, что сможет лично наблюдать за тем, как будет проходить нагревание.

Майар был убежден: для исчезновения алмазов необходимо наличие воздуха, и он хотел, чтобы химики осуществили опыт, подтверждающий его гипотезу. Для этого они поместили алмазы в глиняный сосуд, который заполнили угольной пылью. Далее сосуд закрыли и поместили его в два горшка, из которых один был перевернут вверх дном так, чтобы отверстия горшков совпадали и таким образом были тоже плотно закрыты. Ученые нагревали дважды закрытый сосуд в течение многих часов, но в итоге получили практически неизменившиеся алмазы, поверхность которых лишь слегка потемнела. Данный результат, казалось, подтверждал гипотезу Майара, однако не опровергал гипотезы испарения, поскольку можно было предположить, что используемая печь не позволила достигнуть достаточно высокой температуры.

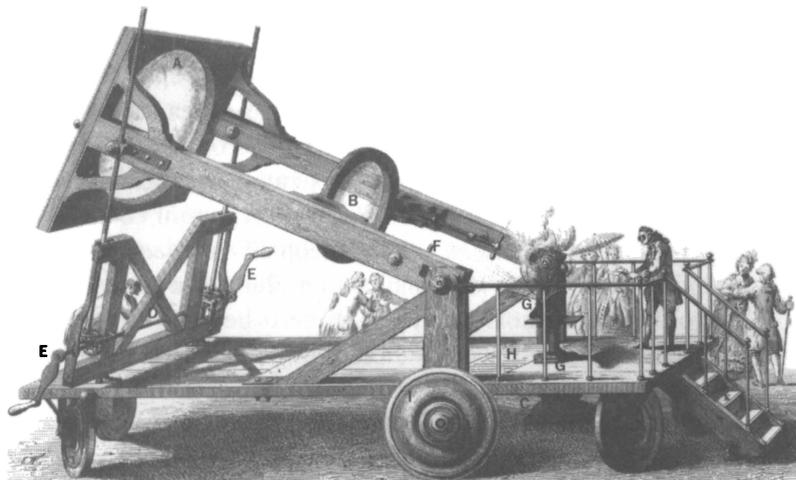
Тогда Лавуазье вспомнил о линзе Чирнгаузена, хранившейся в подвалах Академии. Она была названа так в честь немецкого ученого, разработавшего ее веком раньше, и представляла собой гигантскую лупу, чуть больше десяти метров диаметром. Ее можно было использовать для создания того, что тогда называли «солнечной печью», в которой достигалась гораздо более высокая температура, нежели в конвенционной печи. Кроме того, за этой «печью» было гораздо удобнее следить, нежели за огнем в настоящей печи, где к тому же дым и пепел могли смешиваться с изучаемыми телами. Первые опыты не принесли желаемых результатов, поскольку линза не была отшлифована и имела много недостатков. Тогда было сконструировано устройство, основанное на том же принципе, но массивную линзу заменили сосудом, наполненным спиртом. Его создание профинансировал Трюден де Монтиньи, благородный вельможа, увлеченный наукой, и вдобавок друг Лавуазье. Получив данное устройство Лавуазье, Макёр, Каде и физик Матюрен Жак Бриссон (1723–1806) в октябре 1772 года осуществили в Королевском саду свой знаменитый опыт.

Он походил на настоящий спектакль, собравший толпу любопытных, и дамы по этому случаю надели свои лучшие наряды. На Лавуазье были затемненные очки, чтобы защитить глаза от интенсивного луча света. Помимо алмазов Майара

## ЛИНЗА ЧИРНГАУЗЕНА

На этой гравюре, изображающей линзу Чирнгаузена, мы можем видеть устройство, похожее на то, которое использовал Лавуазье во время опыта с алмазами.

- A: большая линза, состоящая из двух кусков выпуклого стекла и наполненная спиртом.
- B: линза меньшего размера.
- C: крепление устройства к земле.
- D: регулируемая подставка.
- E: рычаги, с помощью которых можно поднимать и опускать большую линзу.
- F: механизм, позволяющий приближать и отдалять маленькую линзу от большой.
- G: сосуд, содержащий вещества, подлежащие нагреву.
- H: платформа, на которой стоит все устройство.
- I: колеса, позволяющие передвигать платформу.

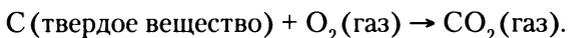


изучалось также воздействие тепла на рубины; их нагревали как на воздухе, так и в запечатанных емкостях. Когда нагреву были подвергнуты запечатанные сосуды, то есть опыт осуществлялся при отсутствии воздуха, ни один из драгоценных камней не претерпел изменений. Зато когда нагревание происходило на воздухе, алмазы начинали уменьшаться в размерах и через 20 минут исчезали без следа. (Вот неопровержимый способ проверить, является ли прозрачный камень алмазом: если он исчезнет при сильном нагреве на воздухе — значит, это алмаз). А вот с рубинами, которые состоят из окиси алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), содержащей небольшое количество хрома, ничего не произошло. Образовавшиеся во время опыта газы были собраны с помощью устройства, похожего на разработанное Стивеном Гейлсом (1677–1761), которое впоследствии было усовершенствовано Пристли. Ко всеобщему удивлению, полученным газом оказался «фиксируемый воздух», названный так Джозефом Блэком (1728–1799) и образующийся при сжигании угля.

Лавуазье было поручено составить и представить Академии доклад (он сохранился до наших дней), призванный объяснить, что алмазы не испаряются, а сгорают. Но ученый не удовольствовался точным и подробным описанием произведенных опытов и полученных результатов: весь этот процесс заставил его глубоко задуматься. Он сразу заключил, что алмаз должен быть чем-то вроде угля, хотя внешне между алмазом и углем нет ничего общего (сегодня мы знаем, что алмазы состоят из углерода, у них такой же химический состав, как и у угля: при высокой температуре они горят и производят диоксид углерода — газ, который отвечает за парниковый эффект). Вопреки мнению коллег, Лавуазье начал подозревать, что в химическом процессе ничего не разрушается и ничего не создается, но все изменяется, и значит, если мы получили один и тот же продукт, то исходные вещества были одинаковыми. С другой стороны, поскольку воздух необходим для горения, возможно, он — не просто компонент, как считалось прежде, но и активный участник этого химического процесса.

Возникали два вопроса: в чем заключается действие воздуха, заставляющее исчезать алмазы? И какова роль флогистона?

На самом деле алмазы исчезали из-за процесса горения, то есть из-за взаимодействия угля с кислородом, где «фиксируемый воздух» Блэка — это  $\text{CO}_2$ :

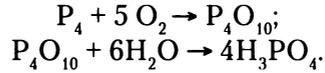


Рубины не реагируют с кислородом из воздуха, поскольку алюминий окислен и уже вступил в реакцию с кислородом.

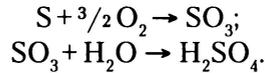
## **ФОСФОР, СЕРА И СВИНЕЦ**

Установив однажды эффективность «солнечной печи», Лавуазье продолжал использовать ее для опытов с нагреванием. Чтобы понять процесс горения, он сначала изучил изменения, которые претерпевали другие, не металлические вещества — фосфор и сера. Уже давно было известно, что белый фосфор самопроизвольно возгорается и при этом легко наблюдаемом процессе выделяется большое количество тепла.

Когда Лавуазье принялся за его изучение, он получил дополнительную информацию: Антуан подтвердил то, на что уже указал Гейлс: вес фосфора сильно увеличивается в процессе горения. В отличие от продукта, образовывавшегося во время горения алмазов, продукт, получавшийся во время горения фосфора, был плотным, и это позволяло его точно взвесить. В конце 1772 года Лавуазье послал в Академию письмо, в котором объяснял, что фосфор поглощает воздух в большом количестве и вместо того, чтобы терять вес (чего можно было ожидать из-за потери флогистона), наоборот, приобретает вес, равный поглощенному воздуху. Образовывающееся новое вещество было «кислотным духом фосфора», поскольку при смешивании его с водой получалось то, что мы называем сегодня фосфорной кислотой.

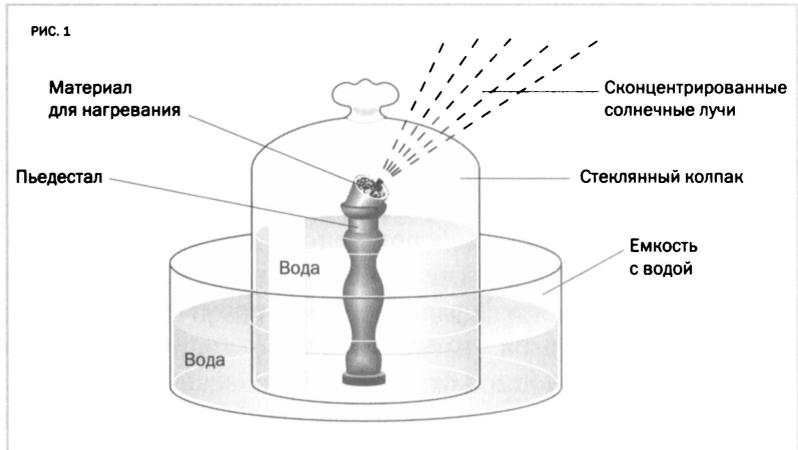


Проведя сходный опыт с серой, Лавуазье заметил подобный эффект: продукт сгорания весил больше, чем исходная сера, а при смешивании с водой образовывал то, что известно сегодня под названием серной кислоты. Он заметил также, что из одного фунта серы получалось больше одного фунта кислоты.



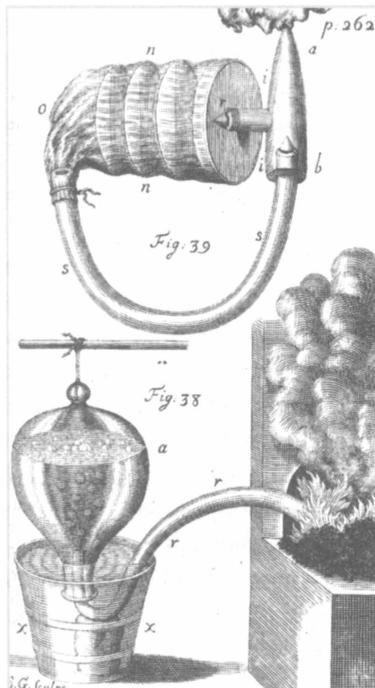
Следующим шагом стало изучение превращения «известия» металла (свинцового глета или оксида свинца) при нагревании с помощью линзы Чирнгаузена вместе с углем, который, как мы уже видели, считался тогда источником флогистона.

Лавуазье собрал «эластичный флюид» (хотя Ван Гельмонт предложил слово «газ» веком раньше, оно еще не использовалось), который собирался на воде, предварительно покрытой слоем масла, мешавшим воде поглощать газ. Чтобы измерить его, он использовал пневматическую ванну, разработан-



## ВОЗДУХ, ХАОС И ПРИЗРАКИ

Мы знаем сегодня, что существование элемента или соединения в твердом, жидком или газообразном состоянии зависит от его давления и температуры. Почти невозможно представить себе времена, когда газ не считался веществом. И все же это логично: трудно изучать вещества без определенной формы и объема, невидимые, часто без запаха, которые, соответственно, с трудом можно собрать. Поэтому одним из самых важных открытий в химии до Лавуазье стало открытие существования разных видов «воздуха» и разработка приборов для их сбора. Фламандец Ян Баптист Ван Гельмонт считается отцом «пневматической науки», поскольку еще в XVII веке он изучал все возможные типы воздуха, хотя так и не сумел определить его состав. Ван Гельмонт выделил воздух, содержащийся в термальных водах, который является тем же самым веществом, что образуется при горении угля либо в погребах при брожении вина ( $\text{CO}_2$ ); с другой стороны, был еще воздух, который улетучивался при горении серы ( $\text{SO}_2$ ), и горючий воздух, выделяющийся при гниении органики ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Ван Гельмонту мы обязаны и словом «газ». Большинство историков науки утверждают, что корень данного слова происходит от греческого «хаос», хотя Лавуазье связывал его с другим словом, означающим «призрак». Долгое время считалось, что «обычный воздух», то есть окружающая нас атмосфера, является просто средой, в которой происходят химические реакции, и сам по себе он никакой роли в этих реакциях не играет. В начале XVIII века опыты англичанина Стивена Гейлса и шотландца Джозефа Блэка сделали очевидным тот факт, что во время таких реакций, как горение, атмосфера может быть веществом, активно участвующим в реакции.



Для выделения разных типов «воздуха» необходимо, чтобы они не улетучивались в атмосферу. Поэтому Гейлс придумал установку, изображенную на этой гравюре, представленной в его труде *Vegetable Staticks* (1727). В улуишенном виде данная установка сыграла решающую роль в определении различных газов.

ную Гейлсом. Как видно на рисунке 1, речь шла о стеклянном колпаке, частично заполненном водой, в центре которого находилась пневматическая ванна с емкостью, куда помещали материал для нагревания. Сфокусированные солнечные лучи достигали емкости через поверхность колпака, который, в свою очередь, был погружен в другую емкость, также наполненную водой.

Лавуазье установил, что по мере того как уменьшалось количество «извести» и образовывался чистый металл, выделялся некий газ и уменьшался уровень воды внутри колпака. Объем произведенного газа был в 750 раз больше объема использованной окиси свинца.

Чтобы понять такое огромное увеличение объема, надо принять во внимание, что окись свинца — это твердое вещество, тогда как выделяемый «воздух» является газом, а твердые и жидкие вещества занимают гораздо меньший объем, нежели газообразные. Например, один моль любого газа в нормальных условиях ( $P = 1$  атм,  $T = 0$  °C) занимает 22,4 литра. А 1 литр воды ( $H_2O$ ), плотность которой составляет 1 грамм на миллилитр, весит 1 килограмм и содержит 55,55 молей.

Газ: 1 моль → 22,4 литра.

Вода (жидкая): 1 литр → 55,55 молей.

Плотность других твердых и жидких веществ обычно больше: например, плотность меди — порядка 7 граммов на миллилитр, а ртути — больше 13.

Подтвердив увеличение объема, Лавуазье повторно провел опыт с фосфором, но на этот раз использовал закрытую емкость, чтобы определить, меняется ли объем воздуха вокруг. Он убедился, что воздух теряет между пятой и шестой частью от изначального количества. Лавуазье провел множество опытов, чтобы определить увеличение веса, и в итоге убедился, что 154 грана фосфора поглотили во время горения 80 гранов воздуха или другого «эластичного флюида», содержащегося во вдыхаемом воздухе. Гран, так же как и фунт, являлся единицей веса, используемой в то время: 1 парижский фунт = 16 ун-

ций; 1 парижская унция = 8 grosов; 1 gros = 72 грана; 1 парижский фунт соответствовал 480 граммам.

Кроме того, Лавуазье заметил, что в закрытой емкости может окисляться только определенное количество фосфора. Предвосхищая важность этих опытов, но не решаясь обнародовать их объяснение, он отправил 1 ноября 1772 года в Академию наук запечатанное письмо, в котором детально изложил свои мысли:

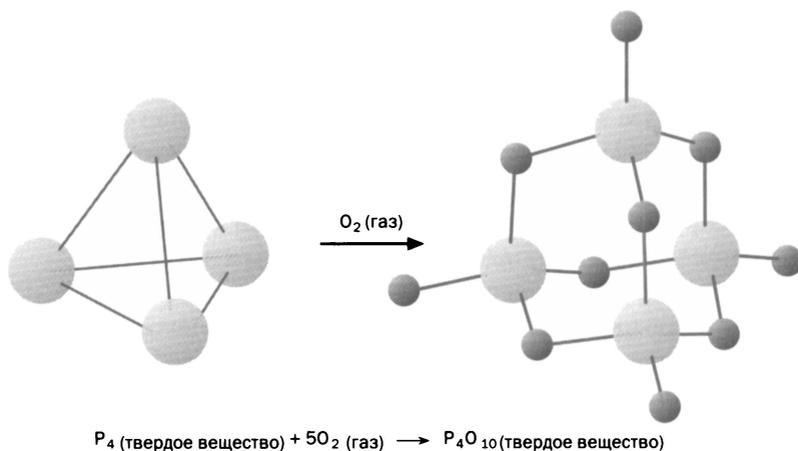
«Это увеличение веса происходит из-за необыкновенного количества воздуха, который собирается во время горения, соединенного с парами. То, что происходит с серой и фосфором, заставляет меня думать, что явление, сопровождающее горение этих элементов, будет наблюдаться и в случае большинства других веществ: они могут увеличивать вес во время горения или прокаливания. Я убежден, что увеличение веса при образовании металлических известей происходит по тем же причинам. Опыты привели меня к тем же заключениям: нагревая окись свинца в закрытом горшке прибора Гейлса, я заметил, что когда известь превращается в металл, выделяется большое количество воздуха, и этот воздух занимает объем в 750 раз больше, нежели объем используемой окиси свинца».

Это было первое описание, разумеется упрощенное, процесса горения. Оно ознаменовало собой настоящую революцию, поскольку Лавуазье не воспользовался теорией флогистона, на которую опирались все химики Европы в течение более чем 50 лет. Кроме того, он обозначил разницу между так называемым «фиксируемым воздухом» ( $\text{CO}_2$ ), который выделялся во время нагрева окиси свинца и угля, и «обычным воздухом» ( $\text{O}_2 + \text{N}_2$ ). Согласно Гейлсу, речь шла об одном и том же веществе, тогда как, по мнению других ученых, эти два «воздуха» имели разные свойства, поскольку если «обычный воздух» был жизненно необходим, «фиксируемый воздух» убивал животных, которые его вдыхали, и заставлял гаснуть огонь.

В феврале 1773 года Лавуазье начал новую лабораторную тетрадь планом работы, нацеленным на изучение пневматиче-

## САМОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЙСЯ ФОСФОР

Существует много аллотропических форм фосфора, и они обладают разной структурой и разными свойствами. Самыми известными примерами абсолютно непохожих по внешнему виду и свойствам аллотропических форм являются алмаз и графит, состоящие из углерода. Самые известные аллотропические формы фосфора — белая и красная, однако также существует фиолетовый фосфор и черный. Белый фосфор химически наиболее активен, его молекула состоит из четырех атомов фосфора (P), расположенных в вершинах тетраэдра. При контакте с воздухом он самовоспламеняется и образует оксид  $P_4O_{10}$ . Во время этого процесса выделяется большое количество энергии. Образовавшееся вещество гораздо более твердое, нежели изначальный белый фосфор. Во избежание возгорания белый фосфор хранится в воде. Мы сегодня понимаем этот и другие процессы, потому что Лавуазье придумал систематическую номенклатуру для химических соединений и открыл закон сохранения массы. Фосфор при контакте с кислородом производит оксид, как и в случае с алмазами, но, в отличие от диоксида углерода, оксид фосфора является твердым веществом, поэтому не улетучивается в атмосферу, и следовательно, его легко взвесить. На рисунке ниже изображен процесс реакции фосфора с кислородом. Изначальное распределение атомов фосфора примерно сохраняется, но в оксиде один атом кислорода (темно-серый) вклинивается между каждой парой атомов фосфора (светло-серые в  $P_4$  и в  $P_4O_{10}$ ).



ской химии и на окончательное опровержение или подтверждение теории флогистона. Однако его истинная цель была еще более честолюбивой. Результаты осуществленных опытов заставили его задуматься о необходимости пересмотреть химию какой ее знали в то время или, говоря его собственными словами, «вызвать революцию в физике и химии».

«Прежде чем приступить к серии опытов, которые я задумал осуществить с эластичными флюидами, выделяющимися из тел при брожении, перегонке и в итоге при любых видах соединения, а также поглощаемыми воздухом при горении различных веществ, я должен записать некоторые размышления, необходимые для разработки плана, которому я должен следовать. Господа Гейлс, Блэк, Макбрайд, Кранц, Пристли и Смет осуществили в связи с этим многочисленные опыты, они должны были быть столь многочисленными, чтобы создать целую теорию. [...] Важность данной темы стала для меня причиной выполнения всей этой работы, которая призвана осуществить революцию в физике и химии. Думаю, все, что было осуществлено до нынешних пор, можно рассматривать лишь как указания. Я собираюсь начать все сначала с новыми мерами предосторожности, связать воедино все, что мы знаем о воздухе, который содержится в телах и выделяется из них согласно новым полученным знаниям, и выработать новую теорию. Работы многочисленных авторов, которых я упомянул, рассмотренные с этой точки зрения, кажутся мне звеньями одной большой цепи; они объединили некоторые идеи. Но надо еще осуществить большую серию опытов, чтобы сформировать последовательность».

Вот так Лавуазье определил цель своей работы, и ему осталось только достичь ее.

## НЕБОЛЬШИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С тех пор как Лавуазье представил в Академии свой первый доклад по поводу гипса в 1764 году, он не переставал посылать туда меморандумы и записки. Но в январе 1774 года ученый опубликовал свое первое важное произведение — *«Небольшие физические и химические исследования»*, — в котором были собраны результаты большей части его опытов, даже если они были мало подтверждены теориями. В этой книге Лавуазье применил структуру, превосходящую ту, которая используется сегодня в научных статьях: в первой части он рассматривал результаты, полученные другими учеными, некогда работавшими в той же области, а во второй детально описывал собственные выводы. Излагая свои результаты, Антуан сначала воспроизводил предыдущие и проверял, совпадают ли они с теми, что получили другие ученые, а также удовлетворяют ли его выводы, к которым пришли его коллеги. По мнению Гейлса и Блэка, воздух в «известии» был «фиксируемым», Лавуазье же считал, что речь идет об «обычном воздухе» или же о веществе, которое присутствует в этом обычном воздухе.

После публикации своего произведения Лавуазье продолжил опыты с использованием мощной линзы Чирнгаузена, которая после того, как он ее улучшил, позволяла получать ранее недостижимые температуры. С ее помощью он нагревал все доступные вещества с воздухом и без. Лавуазье хотел получить информацию о процессе горения и распада. Он уже предугадывал идею о том, что все твердые тела могут распадаться, если их нагреть до достаточно высокой температуры. Поэтому ученый использовал «солнечную печь» с целью нагреть все доступные ему простые и сложные вещества. Он хотел убедиться в своей давно вынашиваемой идее: тела не всегда сохраняют свое твердое или жидкое состояние, они могут менять данные состояния и даже образовывать «воздухи» при определенных температуре и давлении. В последнюю четверть XVII века утверждение о том, что флогистон является всего лишь плодом

фантазии, было революционным, хотя сегодня нам это кажется очевидным.

За лето 1774 года Лавуазье расплавил множество металлов, но некоторые, такие как, например, платина, ему не поддавались. Сегодня мы знаем, почему так происходило: платина плавится при температуре примерно  $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а другие известные в то время металлы — при гораздо более низкой температуре: олово, например, при температуре  $232\text{ }^{\circ}\text{C}$ , свинец — при  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ , цинк — при  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а медь — при  $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Лавуазье пришел к справедливому выводу о том, что неудача с платиной связана с технической проблемой — он не смог получить достаточно высокой температуры, — а не с ошибкой в теории трех состояний материи, которая начинала у него вырисовываться.

## **ПРИСТЛИ И СПОР О КИСЛОРОДЕ**

Существует мнение, что ученые заняты только умственной деятельностью и не интересуются общественным признанием. Конечно, есть профессии, для которых известность имеет большее значение: например, карьера актера напрямую зависит от его популярности. Однако ученые тоже нередко стремятся к славе. Этого нельзя утверждать ни о Лавуазье, ни о его коллегах, зато можно сказать о Пристли, британском религиозном пасторе-отступнике, который вступил с Лавуазье в ожесточенную борьбу за право считаться первооткрывателем кислорода. Пристли был настолько злопамятен, что упорно отвергал предложения Лавуазье, призывавшего покончить с теорией флогистона. Это было еще более удивительно, поскольку Пристли, несмотря на различие взглядов с Лавуазье, был очень проникательным ученым. В данной области он осуществил больше опытов, чем кто-либо другой, и сделал вывод, что теория флогистона является абсолютно необоснованной. Даже ирландец Ричард Кирван (1733–1812), который страстно защищал данную теорию и являлся автором трактата о флогистоне, переведенного Марией для Антуана с английского, написал Лавуазье незадолго

## ШЕЕЛЕ, ГЕРОИЧЕСКИЙ ХИМИК

Карл Вильгельм Шееле (1742–1786) родился в Штральзунде (Швеция) и с детства работал в аптеках Гетеборга, Стокгольма и Мальмё. В 1755 году в возрасте 33 лет он скопил достаточно средств, чтобы реализовать свою мечту: купить собственную аптеку в Чёпинге и беспрепятственно заниматься опытами. Шееле совершил множество открытий и был избран членом Шведской королевской академии наук, что позволило ему получить предложения стать профессором во многих европейских университетах. Но он предпочел остаться в своей аптеке и продолжать консультировать клиентов, работая по удобному для себя графику. Этим он занимался до конца своих дней. Именно ему принадлежит пальма пер-



венства среди химиков по количеству открытых природных элементов, таких как азот, кислород, хлор, марганец, молибден и барий. Однако Шееле приходится делить свои заслуги с другими учеными, поскольку свои открытия он обнаружил спустя много лет после их совершения. Это касается, например, открытия кислорода, который он получил впервые в 1772 году при разложении хлората калия. Но поскольку Шееле опубликовал свои результаты только в 1777 году, данное открытие приписывается Пристли. Последний получил кислород при нагревании оксида ртути в августе 1774 года. Кроме того, Шееле получил сульфат бария (шарик, который глотается перед рентгеноскопией желудка), органические соединения глицерина и лактозы, винную, лимонную, молочную, мочевую и щавелевую кислоты. Минерал вольфрамат кальция ( $\text{CaWO}_4$ ) называется «шеелитом» в его честь. Пытаясь выделить пигмент берлинской лазури, Шееле открыл опасную синильную кислоту (вкус и запах которой он точно описал) и арсин, самое ядовитое соединение мышьяка. Он первым обнаружил воздействие света на соли серебра — явление, лежащее в основе фотографии. Но известность шведскому аптекарю принесло открытие зеленого пигмента, или гидроарсенита меди ( $\text{CuHAsO}_3$ ), который использовали такие знаменитые художники, как Джозеф Тернер и Эдуард Мане. Преждевременная смерть Шееле в 43 года была прямым следствием его опытов, хотя нам точно неизвестно, что послужило ее причиной: отравление (Шееле, как и многие химики того времени, имел привычку смело пробовать на вкус открытые им химические вещества) или несчастный случай в лаборатории.

до его ареста, признав превосходство аргументов теории горения.

Пристли и Лавуазье, кажется, оба забыли, что на самом деле открыл кислород шведский фармацевт Карл Вильгельм Шееле, который и сегодня сохраняет пальму первенства по количеству открытых элементов и соединений. У нас нет доказательств, что Пристли знал об открытии Шееле; зато Лавуазье должен был знать о нем, поскольку в сентябре 1774 года, когда он обратился к изучению газа, он получил письмо от шведского ученого. Шееле рассказывал ему о своих исследованиях этого «воздуха», и хотя Лавуазье так и не отозвался на послание шведского ученого, оно сохранилось в его архиве.

В начале 1774 года французский химик Пьер Байен (1725–1798) сообщил, что *mercurius calcinatus per se*, также известный как оксид ртути, превращается в металл при простом нагревании, без использования угля. Его вывод расстроил Лавуазье, поскольку теория флогистона (который обязательно должен был быть принесен углем) в таком случае оказывалась несостоятельной. С другой стороны Ла-Манша Джозеф Пристли проверил установленное Байеном явление, но, будучи знатоком искусства собирания «воздухов», он заметил в этом опыте еще более интересные явления.

В августе того же года лорд Шельбурн вместе с Пристли, который работал в то время у лорда как библиотекарь и «философский компаньон», взяли курс на континент. В октябре они добрались до Парижа, где члены Академии наук приняли Пристли с почетом, подобающим уважаемому британскому ученому. Два года ранее Пристли получил престижную медаль Копли от Королевского общества в знак признания его открытий различных «воздухов» и за изучение электричества. Лавуазье особенно интересовал его приезд, поскольку Пристли развил и улучшил методы своих соотечественников Гейлса и Блэка в области пневматической химии, что позволило ему получить самые продвинутые результаты в данной сфере. Лавуазье сердечно принял его не только в Академии наук, но и в собственном доме. Там преподобный Пристли приятно

удивился, найдя в лице мадам Лавуазье отличного переводчика: к тому времени она уже бегло говорила по-английски.

Во время этого визита Пристли и Лавуазье обменялись информацией об опытах, которые они осуществляли, в частности об опытах с горением. Скорее всего, Лавуазье рассказал ему об экспериментах с линзой Чирнгаузена. Пристли располагал гораздо более скромными средствами, чем его французский коллега, но после поступления на службу к лорду Шельбурну он начал оборудовать достойную лабораторию. У него также появилось больше времени для занятий в ней, а нехватку средств он компенсировал воображением и исключительной работоспособностью.

Один из опытов, который Пристли осуществил 1 августа, незадолго до своей поездки во Францию, особенно вдохновил его, поскольку у него появилось предположение, что он нашел доказательство существования нового «пневматического тела». Пристли нагрел *mercurius calcinatus per se* и получил, используя метод Гейлса, «воздух» с особыми свойствами.

Данный опыт представлял большой интерес, поскольку, в отличие от оксидов других металлов, которые для уменьше-

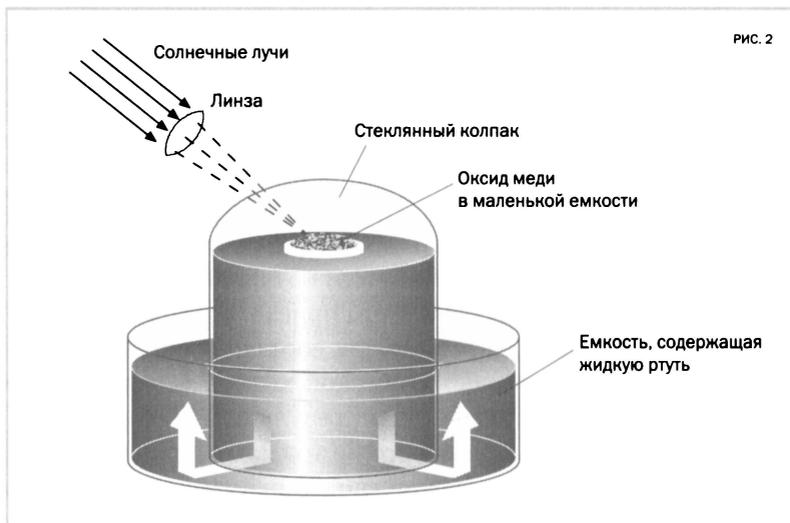
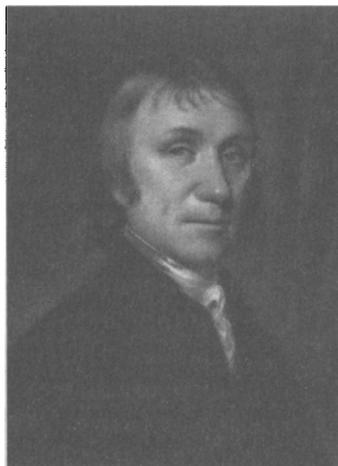


РИС. 2

## ПРИСТЛИ, ПАСТОР ГАЗИРОВАННОЙ ВОДЫ

Протестантский пастор Джозеф Пристли (1733–1804) не признавал английского короля как главу Церкви, из-за чего лишился многих прав, среди которых было и получение университетского образования. Однако он был очарован электричеством и начал свою научную карьеру со встречи с Бенджаминем Франклином (1706–1790), убедившим его опубликовать трактат об электричестве, который Пристли писал в тот момент, и следовать своему научному призванию. Американец оставался научным и личным примером на протяжении всей жизни для Пристли, который достиг звания самого большого авторитета в пневматической химии Англии. Улучшая скромные установки, разработанные



его соотечественниками Гейлсом, Мейоу и Блэком для сбора «воздуха», ученый открыл и проанализировал больше воздуха, чем кто бы то ни было: оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ), хлороводород ( $\text{HCl}$ ), сернистый ангидрит ( $\text{SO}_2$ ), составные части «обычного воздуха» ( $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ) и смертельный угарный газ ( $\text{CO}$ ). Как и Лавуазье, Пристли полагал, что наука должна основываться на опытах, а не на абстрактных измышлениях, и наравне со своим французским коллегой считал научные знания залогом процветания общества — такие идеи считались тогда революционными. Пытаясь установить отношения между наукой и промышленностью, он открыл способ приготовления сельтерской воды, которая до этого являлась роскошью, уготованной тем, кто мог себе позволить воды, полученные из природных источников. Однако Пристли оказался менее проницательным в отношении теории флогистона, которую он защищал даже больше, чем ее изобретатели. В сфере политики он поддерживал американскую войну за независимость и французскую революцию. Из-за религиозных верований или политических убеждений отношения Пристли с членами Королевского общества ухудшились, что в итоге привело к его эмиграции в американские колонии. При посредничестве Франклина, договорившегося о нескольких его выступлениях в научном обществе Филадельфии, Пристли получил предложения из самых престижных университетов. Он подружился с Джорджем Вашингтоном и стал научным советником Томаса Джефферсона, в эпоху правления которого, в 1804 году, Джозеф Пристли скончался.

ния нуждались в угле, оксид ртути уменьшался просто от нагревания до 400 °С, при этом выделяя чистый кислород:

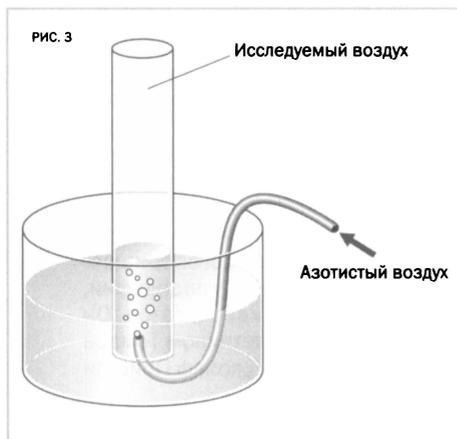
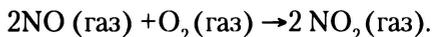


Красная известь получалась при нагревании ртути с кислородом до 350 °С.

Пристли заразил Лавуазье своим энтузиазмом даже больше, чем того хотел. По его рассказу, он положил *calcinatus* в небольшую емкость, расположенную на ртути, которая содержалась в стеклянном колпаке, перевернутом вверх дном. Этот колпак, в свою очередь, находился в другой емкости, также содержащей ртуть, как мы могли видеть на рисунке 2. Нагрев его с помощью фокусирующей линзы (гораздо меньшей по размеру и менее совершенной, нежели гигантская линза Академии), он получил особый «воздух», пригодный для дыхания и раздувавший огонь свечей.

Пристли решил продолжить опыт, чтобы определить «доброкачественность» «обычного воздуха», так как он заметил, что этот воздух пропорционально взаимодействует с «азотистым воздухом». Он использовал прибор, показанный на рисунке 3: образовывавшиеся вещества имели меньший объем, а вода, поднимавшаяся по перевернутой трубке, показывала,

что пятая часть изначального воздуха исчезла. То, что Пристли называл «азотистым воздухом», мы сегодня знаем как NO, который при взаимодействии с кислородом из воздуха превращается в NO<sub>2</sub>. Исходного вещества 3 моля, а получившегося — всего 2, что объясняет уменьшение объема на треть, которое констатировал Пристли.



Сегодня мы знаем, что такое уменьшение объема связано с потреблением всего кислорода, который составляет 20% общего объема воздуха. Чтобы понять это, Пристли использовал мышей для определения «доброкачественности» воздуха, но результаты не совпадали, поскольку некоторые мыши умирали в два раза быстрее, нежели другие, хотя все они дышали «воздухом» одного качества.

Когда Пристли использовал метод «азотистого воздуха» для определения качества «воздуха», полученного вследствие нагревания оксида ртути, он заметил, что выделившийся воздух был гораздо лучше «обычного воздуха» (так как состоял на 100% из кислорода). По возвращении из Франции в Англию Пристли повторил опыт с оксидом ртути, который подтвердил, что при наличии такого воздуха мыши могут жить гораздо дольше, нежели при «обычном», что пламя свечи горит сильнее, а дерево сгорает быстрее.

Он попробовал сам дышать этим воздухом и понял, что не испытывает отличных ощущений от тех, когда дышит «обычным воздухом». Тем не менее ему показалось, что его легкие стали легче, и ученый предсказал: этот «чистый воздух» в дальнейшем может использоваться для лечения больных с легочными заболеваниями. Он заявил, что «на сегодняшний день только у двух мышей и у меня была возможность подышать этим воздухом». Как мы видим, химики того времени были очень отважными: они вдыхали новое полученное вещество, убедившись в его безвредности всего лишь на опыте с двумя мышами.

Близкое знакомство с тем, что было сделано до нас, может существенно облегчить наши будущие проекты. Возможно, это знакомство для них даже необходимо.

Джозеф Пристли

Теория флогистона предполагала, что воздух обладает некоторой способностью поглощать флогистон, который выделяется как при горении, так и при дыхании, а когда насыщается

им до предела (как пропитанная губка), уже не может ничего поглощать, и поэтому животные умирают, а огонь гаснет. Поскольку от «воздуха», получавшегося в результате нагревания оксида ртути, свечи горели лучше, а мыши жили дольше, Пристли предположил, что в нем совершенно не содержалось флогистона, поэтому он назвал его «дефлогистированным воздухом», то есть освобожденным от флогистона, который выделяется от огня печей и при дыхании. В знаменитом письме 15 марта 1775 года Пристли утверждал, что выделяемый при нагревании оксида ртути воздух, который он исследовал с помощью «азотистого воздуха», в пять-шесть раз лучше для дыхания, нежели нормальный или атмосферный воздух.

Тем временем во Франции Лавуазье повторил опыт Пристли с оксидом ртути, чтобы проверить гипотезу о том, что извести металлов содержат воздух, образующийся во время горения и отличный от «фиксируемого воздуха». Он предположил, что «воздух», содержащийся в этих известях (сегодня мы знаем, что речь идет о кислороде), существенно отличается от того, который выделяется при нагревании их с углем и называется «фиксируемый воздух» ( $\text{CO}_2$ ).

Существование извести ртути (оксида ртути), которая не нуждалась в угле для восстановления, было самым простым доказательством существования нового воздуха. Лавуазье предположил, что вес фосфора и серы увеличивался по тем же причинам во время их окисления. Когда ученый опубликовал свои «Небольшие исследования» в 1774 году, он еще не был уверен, что воздух, вышедший из металлов во время горения, является «фиксируемым воздухом», «обычным воздухом» или другим «чистым воздухом», содержащимся в атмосфере.

В мае 1775 года, повторив опыт Пристли и интерпретируя результаты с точки зрения своей изначальной гипотезы, Лавуазье опубликовал отчет, в котором склонялся к своей гипотезе: то, что выделялось из металлов и образовывало известь, было «в высшей степени удобовдыхаемым воздухом». Содержание отчета было очень похоже на опубликованное Пристли, за одним исключением: Лавуазье не ссылался на теорию флогистона, она ему была не нужна.

Он также не упомянул и о недавних экспериментах Пристли с оксидом, хотя его опыты были по сути такими же, потому что англичанин лично рассказал о них Лавуазье во время пребывания во Франции в октябре 1774 года. Лавуазье был крайне щепетилен в том, что касалось признания заслуг каждого ученого; тем удивительнее это его упущение. Из-за него некоторые ученые дошли до того, что поставили под сомнение авторство всех открытий Лавуазье, и споры об этом не утихали и после его смерти.

## **ЛАБОРАТОРИЯ В АРСЕНАЛЕ**

До открытия теории горения Лавуазье был призван на новую государственную службу. После смерти Людовика XV и восхождения на трон Людовика XVI в 1774 году физиократ Жак Тюрго (1727–1781) сменил на посту главы финансов аббата Терре. В результате многих лет растрат и плохого управления государственная казна была пуста. Одной из огромных статей расходов являлось оснащение армии боеприпасами. В теории государство гарантировало поставки компании, обладающей монополией на производство пороха, но в реальности плохие условия контракта не позволяли обеспечить французскую армию в достаточном количестве «национальным» порохом, который к тому же был очень посредственного качества. Поэтому государство было вынуждено покупать порох за границей по очень высоким ценам, тогда как французская компания продавала свою лучшую продукцию с аукциона, в том числе и врагам Франции. Эта неразбериха со снабжением порохом сыграла определенную роль в ужасном конце семилетней войны в 1763 году, в результате которой Франция лишилась почти всех своих американских колоний.

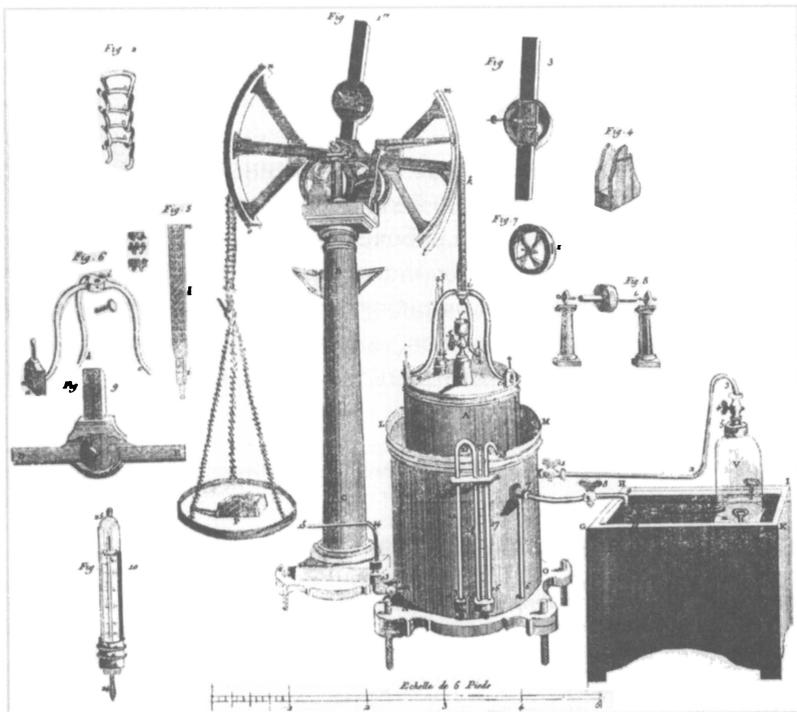
Причины проблем с производством пороха были многочисленны: цена была занижена, что делало продукцию нерентабельной с экономической точки зрения, но поскольку контракт с поставляющей компанией не предполагал санкций за неис-

полнение обязательств, то улучшать продукцию было незначительно. Однако главная сложность заключалась в изготовлении одной составляющей — селитры ( $\text{KNO}_3$ ). С получением двух других — серы и угля — проблем не было. Французская армия оказалась заложником производителей селитры, которые, зная об этой ситуации, требовали чрезмерно высокую цену и не пересматривали ее в зависимости от размеров поставки.

Чтобы решить данную проблему, Тюрго создал Управление порохов и селитр, призванное следить за всем процессом, и поставил в его главе четырех руководителей, одним из которых был Лавуазье. Перед ними стояла трудная задача. Они сразу же были вынуждены потратить 4 миллиона ливров на выплату неустойки по разрыву контракта с компанией, отвечавшей до этого момента за поставки пороха. Перед руководителями стояло несколько задач: помимо улучшения качества и увеличения количества пороха, они должны были получить прибыль для министерства финансов благодаря монополии на производство и продажу. Дополнительная задача — избавить страну от зависимости от производителей селитры. За свой тяжелый труд руководители Управления получали зарплату 2400 ливров в год, плюс покрытие расходов. Работа Управления порохов и селитр была необыкновенно действенной, и меньше чем через два года половина суммы, выплаченной компании, ответственной ранее за производство пороха, была возмещена.

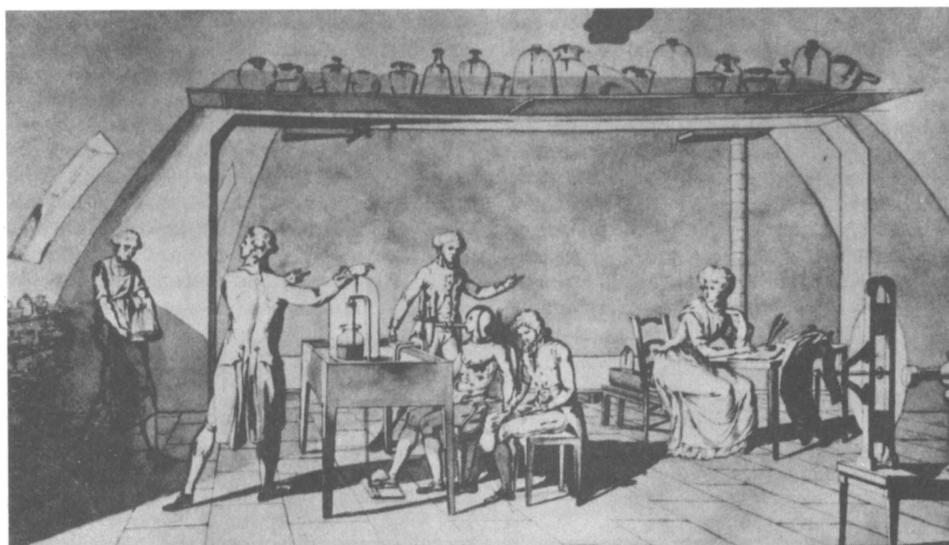
Однако нехватка селитры сохранялась, это вещество добывалось главным образом из навоза. Следуя примеру правительств других стран, Лавуазье распорядился провести исследования в шахтах и разработать меры для более действенного способа сбора навоза из хлебов. Академия наук назначила комиссию, призванную наблюдать за процессом на национальном уровне, и Лавуазье участвовал в ее работе. В данной области он также провел существенные улучшения, и Франция перестала испытывать нехватку пороха: наоборот, теперь его хватало с избытком.

В сентябре 1775 года отец Лавуазье умер от сердечного приступа в своем имении в Бурге. Ученый был крайне опеча-



ВВЕРХУ:  
Гравюра  
из книги  
Лавуазье  
«Элементарный  
курс химии»,  
изображающая  
приборы для  
измерения  
газов.  
В центре —  
газомер.

ВНИЗУ:  
Лаборатория  
в Арсенале,  
рисунок Марии  
Лавуазье.  
Антуан стоит  
спиной; Мария,  
сидящая за  
столом справа,  
записывает  
результаты  
опыта; один  
из помощников  
Лавуазье,  
возможно Арман  
Сеган, дует  
в трубку, чтобы  
собрать газ  
из легких.



лен этим событием и особенно тем, что не смог быть рядом с отцом в его последние дни. Позднее он писал, что потерял своего лучшего друга. Но Лавуазье не мог долго оплакивать отца, его звала работа.

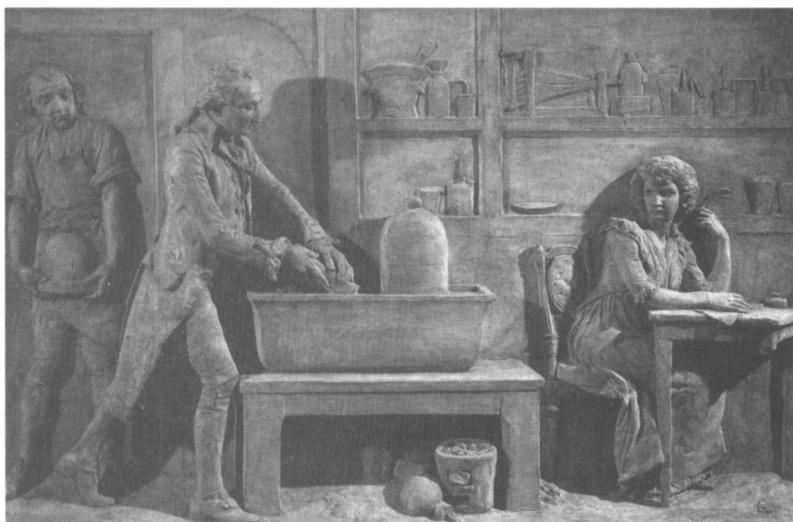
Назначение на должность в Управление порохов и селитр повлекло за собой еще одно большое изменение в жизни Антуана: он переехал на свое рабочее место, в Арсенал, в одном из помещений которого оборудовал лабораторию и снабдил ее лучшими измерительными приборами, предназначенными для новой науки. Часть из них он разработал сам, все остальное было куплено на его личные деньги.

### **ОЧАРОВАТЕЛЬНАЯ МАРИЯ ПОЛЬЗ-ЛАВУАЗЬЕ**

Выйдя замуж за Лавуазье, Мария Польз не отказалась от своей девичьей фамилии, что не так часто случается и в наши дни; став вдовой, она оставила себе фамилию Лавуазье, несмотря на то что снова вышла замуж — за Бенджамина Томпсона, графа де Румфорда. В своем первом браке Мария быстро поняла, что если она хочет видеть мужа, то должна искать его в лаборатории. Дни активного члена Генерального откупа и Академии наук были заполнены собраниями и написанием отчетов. Но существовали и священные часы: с 6.00 до 9.00 и с 19.00 до 22.00 Антуан работал в лаборатории. Мария решила присоединиться к нему и стала его верным ассистентом, будучи при этом еще и прекрасной хозяйкой дома, способной занять гостей разговором на английском языке, которым она бегло владела. Многие из них были приятно удивлены встрече с очаровательной женой Лавуазье, которая, к своим прочим достоинствам, хорошо разбиралась в таких неженских предметах, как теория флогистона. И это неудивительно: Мария перевела с английского «Очерк о флогистоне и о конституции кислот» Ричарда Кирвана, снабдив перевод собственными комментариями. Кроме того, она переводила многочисленные письма, которыми ее муж обменивался с ирландским ученым. Но без всяких сомнений, наибольшее восхищение у нее вызывал Бенджамин Франклин. Мария нарисовала его портрет, который очень понравился американцу. Когда англичане конфисковали у него этот портрет — Великобритания в то время вела войну с колониями, а Франклин имел вес в повстанческом правительстве, — американский ученый говорил, что почувствовал себя овдовевшим, лишившись столь дорогой компании. Художественные таланты Марии пошли

Прошло четыре года со того времени, как Мария и Антуан сыграли свадьбу. Детей у них не было, домашними делами занималась тетьа Констанция, и Мария не испытывала недостатка во времени, продолжая помогать мужу. Она прилежно ассистировала ему в лаборатории и участвовала в дебатах по химии, которые там проходили. Для нее не составляло труда поддерживать такие разговоры, поскольку к занятиям английским языком и рисунком Мария добавила изучение химии. Сначала этой науке ее обучал супруг, но потом она получила более формальное образование в школах, а также с помощью уроков Буке, молодого помощника Лавуазье.

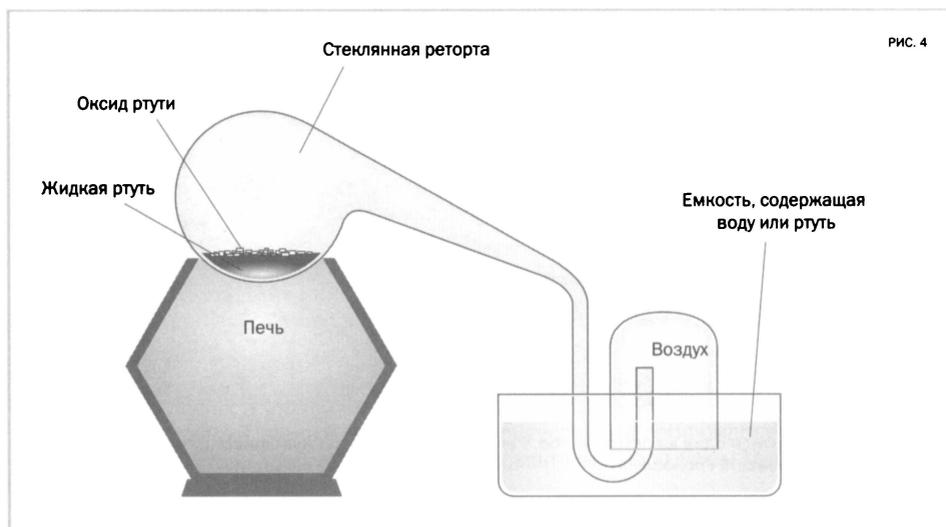
еще дальше: она сыграла жрицу, приносящую флогистон в жертву на алтарь новой науке в комическом спектакле, придуманном Антуаном.



Мария, Антуан и один из помощников. Рельеф XIX века, автор Луи-Эрнест Барриа (музей изящных искусств Гренобля).

Лаборатория в Арсенале служила одновременно исследовательским центром и салоном, который посещали самые видные люди эпохи. Среди них были философ Жан-Жак Руссо, математики Жан Антуан де Кондорсе и Пьер Симон де Лаплас, главный редактор «Энциклопедии» Дени Дидро, химик Клод Луи Бертолле, американский политик и ученый Бенджамин Франклин, единственный человек, не носивший белый парик при дворе короля Людовика XVI.

Главным источником сведений о деятельности лаборатории являются рисунки Марии, запечатлевшие ее рабочий день; на одном из них изображен Лавуазье, его помощники и сама Мария, ведущая записи. Другой источник – рассказы тех, кто регулярно или периодически посещал эту лучшую на то время химическую лабораторию Европы, а значит и всего мира. В салоне говорили о философии, искусстве, музыке, театре и политике, но главной темой все же была наука. Лавуазье не просто так занимался оборудованием лаборатории, в которой он мог наиболее точно измерять любые показатели вещества, главным из которых была масса.



Весы Лавуазье являлись самым ценным инструментом, именно благодаря им он проложил дорогу новой науке. В лаборатории Арсенала были стеклянные и металлические инструменты, печи и другие нагревательные устройства, позволявшие осуществлять любые *процессы искусства*, включая дистилляцию, окисление, разложение и соединение, описанные другими учеными. Эти операции производились с твердыми веществами, жидкостями или «воздухами», измеряемыми с помощью газометра. Самые важные инструменты, используемые в лаборатории, были нарисованы Марией, и их изображения появились в качестве иллюстраций в главном труде Лавуазье — «*Элементарном курсе химии*» (1789). А чтобы нарисовать все инструменты, потребовалась бы целая армия художников: при конфискации было насчитано более 13 000 приборов...

## ОПЫТ ЛАВУАЗЬЕ

Так же как было и с предыдущими службами Лавуазье, работа в Управлении порохов и селитр не заставила его забросить изучение химии, особенно с тех пор, как в его распоряжении появилась необыкновенная лаборатория. В течение 1776–1777 годов он продолжал заниматься опытами, которые должны были прояснить природу горения, и для этого Лавуазье много раз повторил эксперимент с получением кислорода из оксида ртути. Он получил известь, нагревая ртуть с помощью прибора, изображенного на рисунке 4 (стеклянная реторта, расположенная на конвенционной печи, содержащая ртуть; ее нижняя часть изогнута и входит в наполненный воздухом колпак). Это был самый известный опыт в истории химии, детально описанный апостериори в его «*Элементарном курсе химии*». В данном описании, фигурирующем в приложении, мы можем оценить ясность изложения Антуана и обилие деталей, то есть наличие всей необходимой информации для любого ученого, который бы собрался воспроизвести этот опыт. Его результаты схематично можно изложить следующим образом:

Ртуть + удобовдыхаемый воздух =  
= оксид ртути.  
Оксид ртути – то же количество удобовдыхаемого воздуха =  
= ртуть.

Мы сегодня описываем эту реакцию так:

Ртуть + кислород = оксид ртути.  
Оксид ртути = ртуть + кислород.

Или, используя усовершенствованные обозначения, предложенные Лавуазье:

$\text{Hg (жидкость)} + \text{O}_2 \text{ (газ)} \rightleftharpoons \text{HgO (твердое вещество)}$ .

Кроме того, Лавуазье объяснил, что атмосфера, известная до этого как «обычный воздух», состоит из в высшей степени удобовдыхаемого воздуха и части, непригодной для дыхания, которая сегодня называется азотом.

В апреле 1777 года Антуан послал в Академию наук первый законченный вариант теории горения. В том же году он представил еще восемь отчетов, в которых описывал процесс образования извести и ее уменьшения в ходе образования металла. Оксид ртути был самым простым примером, демонстрировавшим реакцию, происходившую во время окисления металла и уменьшения извести (что соответствовало потере или приобретению флогистона), для этой реакции не нужен был уголь. Но, как его называли, «в высшей степени удобовдыхаемый воздух» наличествовал во всех «известях» (которые мы сегодня знаем как оксиды), бывших в то время предметом изучения и по большей части нуждавшихся в угле (источник флогистона), чтобы уменьшаться и образовывать металл. Данные работы ознаменовали начало конца теории флогистона.

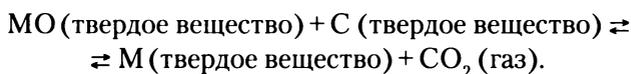
[...] Сохранять только факты, которые являются истинными  
данными Природы и которые не могут обманывать;  
[...] искать истину только в череде опытов и наблюдений.

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ

В 1778 году Лавуазье вынужден был много разъезжать, инспектируя работу заводов по производству пороха и источников селитры. Во время таких путешествий ему на глаза попадалось множество имений, и в одном из них, расположенном во Фрешине, возле Блуа, Антуан решил осуществить свой самый честолюбивый эксперимент по изучению методов улучшения животноводства и сельского хозяйства с помощью научного метода.

Учитывая это новое занятие, в 1778 году, когда Лавуазье купил имение во Фрешине, он представил в Академию наук только один отчет, связанный с изучением горения: описание состава «фиксируемого воздуха», открытого Блэком несколькими десятилетиями ранее и выделенного Пристли и другими учеными. Лавуазье неопровержимо заключил: раз извести (МО) состоят из металла (М) и удобовдыхаемого воздуха (О) и при нагревании извести с углем (С) они образуют металл и «фиксируемый воздух», то этот последний состоит из удобовдыхаемого воздуха и угля.

Более точно:



## КИСЛОРОД

В ноябре 1779 года творческий гений Лавуазье развернулся в сторону лингвистики: он создал новое слово. Снова проанализировав результаты своего опыта, он обнаружил воздух, который образовывал все кислоты — кислоту серы, фосфора,

угля и азота. Лавуазье решил придумать ему название, которое говорило бы о его способности образовывать кислоты. В итоге появилось слово «кислород», состоящее из двух греческих корней:  $\delta\acute{\xi}\acute{\upsilon}\varsigma$  («кислота») и  $\gamma\epsilon\nu\acute{\eta}\varsigma$  («рождаю»). Таким образом, оно означало «порождающий кислоту»<sup>1</sup>.

В отличие от Пристли и Шееле, Лавуазье не работал с «соляной кислотой», также известной под названием «кислоты соли», морской кислоты или HCl по номенклатуре Лавуазье (Шееле использовал ее для получения хлора). Из-за этого он совершил ошибку при выборе названия для чистого воздуха: HCl доказывала, что его идея была ошибочна, так как, согласно ей, кислород необходим для образования кислоты. Но ошибка осталась без последствий: вскоре слово «кислород» утвердилось во всех языках, на которых говорила наука. С этого момента не только химия, но и сама жизнь не могли обходиться без кислорода.

Существует несколько современных работ, которые проясняют происхождение данного понятия. Одна из них — театральная пьеса «Кислород» (2001) химиков Карла Джерасси и Роалда Хофмана, в которой рассказывается о полемике по поводу открытия кислорода, приписываемого Пристли, Лавуазье и Шееле.

Вскоре после смелого предложения слова «кислород», гениальность которого со временем станет очевидной, в жизни Антуана произошло еще одно событие, на этот раз печальное. В 1781 году умерла его тетья Констанция Пунктис, женщина, заботившаяся о нем после смерти матери. О горе Лавуазье свидетельствует его письмо Бенджамину Франклину:

«Причина, оправдывающая мое опоздание, — такого рода, что, уверен, заслужит Вашего прощения. Я имел несчастье потерять свою тетю, которая стала мне второй матерью и к которой я был нежно привязан. Это грустное событие полностью поглотило меня, и я отложил многие дела».

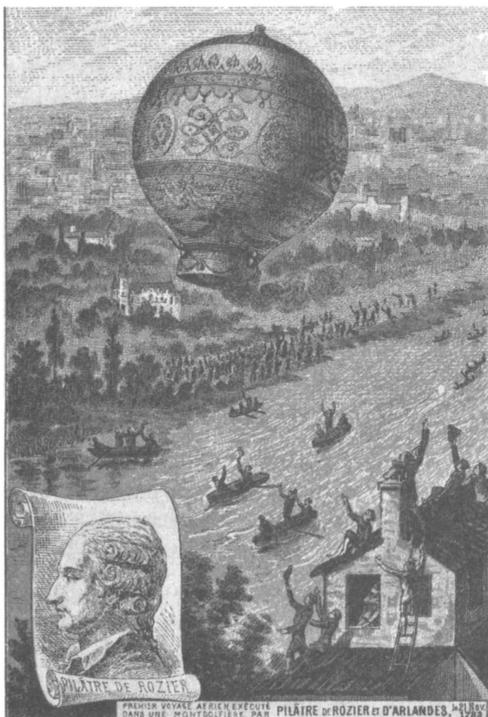
---

<sup>1</sup> В русском языке используется слово «кислород», появившееся как калька термина «оксиген» (Примеч. ред.).

## АЭРОСТАТЫ

Лавуазье, будучи членом Академии наук, участвовал в работе порядка сотни комиссий и занимался самыми разными вопросами. Так, в конце 1783 года он изучал аэростаты братьев Монгольфье, сконструированные ими из большого куска ткани. Аэростаты поднимались с помощью горячего воздуха — менее плотного, нежели холодный. Первый полет состоялся без экипажа. Второй — с бараном, петухом и уткой — был произведен над двором Версаля в присутствии сотен тысяч зрителей, среди которых находились король Людовик XVI и королева Мария-Антуанетта. Но самый важный полет состоялся позднее: 21 ноября 1783 года Франсуа Пилатр де Розье и Франсуа Д'Арланд первыми в истории человечества поднялись в небо на воздушном шаре.

Комиссия Академии в декабре составила отчет, содержащий рекомендации по конструкции аэростата и используемым материалам, а также по наполнявшему его газу (которым мог быть водород, поскольку он намного легче воздуха и не нуждается в нагревании) и по корзине для пассажиров. Пилатр де Розье осуществил еще несколько полетов на все более длинные расстояния и на большей высоте. Он погиб при попытке пересечь Ла Манш в июне 1785 года и стал, таким образом, первой жертвой воздушной катастрофы.



Первый полет людей на воздушном шаре, который совершили Франсуа Пилатр де Розье и маркиз Д'Арланд 21 ноября 1783.

Мы видим один из редких случаев, когда в своих более чем многочисленных документах ученый говорит о чувствах. Но, как и после смерти отца, Антуан не мог надолго позабыть обо всем и оплакивать свою потерю. Хотя основы новой теории горения были заложены, она должна была быть принята научным сообществом. Только сам Лавуазье мог осуществить эту задачу — благодаря уже не своим лабораторным опытам, а докладам в Академии наук. В 1783 году он послал туда свой труд *«Размышления о флогистоне»* (опубликованный в следующем году), в котором рассматривал предыдущий опыт других ученых и подводил итог собственным исследованиям процесса горения. В данной работе Лавуазье выступил в качестве историка, который очень тщательно, как, впрочем, и всегда, описал все предыдущие проведенные опыты и используемые для объяснения этих опытов теории, вне зависимости от того, был он лично с ними согласен или нет, о чем он уважительно уведомлял читателя. Только однажды Лавуазье позволил себе иронию:

«Химики превратили флогистон в общее начало, которое не имело четкого определения, а следовательно, подходило для любого объяснения, в которое его нужно было включить: это начало то имело вес, то не имело; то представляло собой свободный огонь, то огонь, соединяющийся с земными элементами; то флогистон проникал через поры сосудов, то сосуды были для него непроницаемыми... Истинный Протей, меняющий форму каждое мгновение».

В конце Лавуазье сформулировал цель своего труда:

«[...] все явления горения и обжигания гораздо проще и легче объясняются без флогистона, нежели при помощи него. Я не жду, что мои идеи будут приняты сразу же; человеческий разум устроен так, что те, у кого была своя устоявшаяся точка зрения на устройство Природы, с трудом обращаются к новым идеям; поэтому только время подтвердит или опровергнет изложенное мной мнение; пока же я с огромным удовлетворением вижу, что молодые люди приступают к Науке без предубеждений, что математики

## КАВЕНДИШ, САМЫЙ БОГАТЫЙ ЧЕЛОВЕК АНГЛИИ

Генри Кавендиш (1731–1810) разделял стремление Лавуазье к познанию окружающего мира. Но в отличие от французского ученого, который вникал во все вопросы и стремился улучшить все, с чем он соприкасался, Кавендиша интересовали только некоторые ученые из Королевского общества и Королевского института; женщин же он просто не выносил. Еще меньше его волновала слава, он не стремился попасть в вечность. Зато Кавендиш испытывал подлинный интерес к некоторым вещам, таким, например, как плотность Земли и воздуха, силы, заставляющие притягиваться вещества с противоположным электрическим зарядом, или состав атмосферы, которая, по его убеждению, состояла из множества «электрических тел».



Чтобы узнать все это, он провел бесчисленное количество невероятно точных измерений с помощью разработанных им самим приборов. Поскольку ему не нужно было думать о средствах к существованию (несмотря на то что выглядел он как нищий, Кавендиш являлся самым богатым человеком Англии благодаря полученному наследству, составлявшему более миллиона фунтов), он мог все свое время посвящать науке. Однако ученый не спешил публиковать свои исследования: на самом деле лишь малая часть его результатов была обнародована при его жизни. Другие результаты, невероятно достоверные, в таких разных областях знания, как магнетизм, механика, оптика или химия, были обнаружены в его лабораторных записях много лет спустя после его смерти.

### Начиная с химии

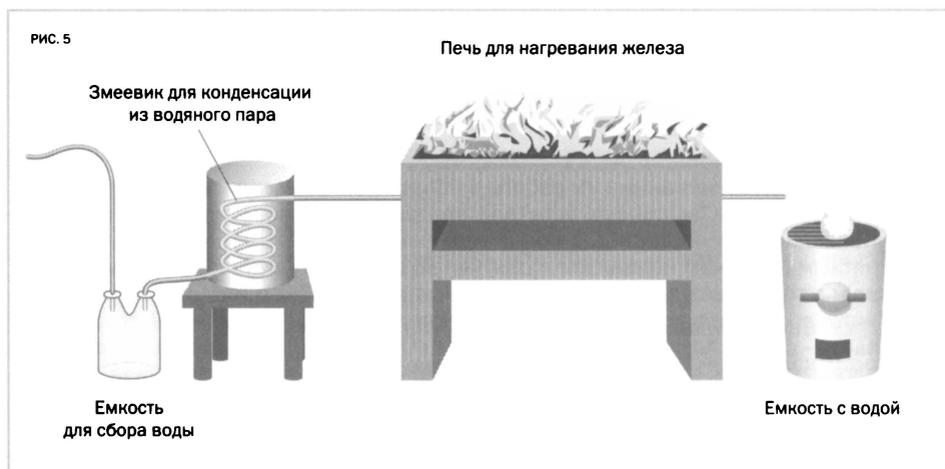
Первые опубликованные им работы в области химии касались вещества, именуемого им *factotius*, то есть газа, который выделялся из твердых тел. Кавендиш получил такой газ в ходе реакции кислоты и металла; он по понятным причинам назвал его «горючим воздухом», а Лавуазье переименовал его в *hydrogène* (в русском языке «водород»). Кроме того, Кавендиш интересовался одним из «тел», которое привлекало и внимание Лавуазье, — водой. Английский ученый первым открыл, что вода не является простым телом, и правильно определил ее составляющие, хотя и назвал их очень странным образом. Кавендиш умер позже Лавуазье, в 1810 году, и совсем по-другому: в своей постели и в полном одиночестве.

и физики основываются отныне на химических истинах и больше не верят во флогистон...»

## ВОДА

Хотя публикацией этого труда Лавуазье, казалось, окончательно прояснил явление горения, сама реакция ускользала от его понимания. Никто не знал, что происходит, когда «горючий воздух» ( $H_2$ ) горит в «обычном воздухе» ( $O_2 + N_2$ ) или даже в кислороде ( $O_2$ ). Казалось, что он исчезает без следа. Английские укротители воздуха – сначала Пристли, а затем Кавендиш – смогли сжечь его, и оба обратили внимание на то, что после горения появляются крошечные капельки росы, но сам газ исчезает и не заменяется никаким другим. Когда Пристли проводил опыт, он заметил, что газы соотносились как 2: 1, но поскольку в своем опыте он пытался понять, имеет ли огонь массу, он не обратил внимания на росу. А Кавендиш заинтересовался ей. Он попробовал ее на вкус, что было обычным делом в ту эпоху, поскольку лаборатории не располагали современными средствами для химического анализа. Например, Шееле

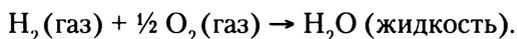
Прибор, использованный для получения  $H_2$ , позволяющий пропустить воду через раскаленное железо.



попробовал на вкус синильную кислоту, когда получил ее в первый раз. Кавендиш пришел к выводу, что «роса» менее опасна, чем HCN: это простая вода.

Кавендиш представил невероятное объяснение наблюдаемому им явлению: он сказал, что «горючий воздух» (H<sub>2</sub>) состоит из флогистона, соединенного с водой, а «дефлогистированный воздух» (O<sub>2</sub>), названный так Пристли, — на самом деле вода, лишенная флогистона. При зажигании искры в емкости, содержащей два воздуха, первый выпускал свой флогистон, который поглощался вторым, и появлялась вода, присутствующая в обоих газах. Ему не пришла в голову наиболее очевидная гипотеза о том, что оба воздуха, как бы они ни назывались, во время реакции образовывали новое жидкое вещество.

Лавуазье знал о результатах опытов Кавендиша от его ассистента Благдена, который в июне 1783 года находился в Париже. В отличие от английских ученых, Лавуазье понял, что происходило: вода образовывалась вследствие взаимодействия двух газов:



Из этого результата он сделал очевидный вывод, разрушивший одну из основ алхимии, которая считала, что вода является одним из начальных элементов. Вода была не простым телом, а соединением. Лавуазье сразу же провел свои опыты и меньше чем через месяц послал в Академию наук записку о результатах получения воды из «горючего воздуха». В этом документе, подписанном также Лапласом, Пристли не был упомянут, равно как и Кавендиш, о результатах которого Лавуазье знал от Благдена. Кавендиш оскорбился и набросился на Лавуазье, обвинив его в незаконном присвоении чужих результатов, что привело к расколу ученых Европы на два лагеря.

Со временем споры утихли, но имя Лавуазье оказалось запятанным. На самом деле ни Кавендиш, ни Пристли не смогли сделать правильные выводы из своего эксперимента, однако первыми осуществили этот опыт именно они, а Лавуазье только последовал за ними. Хотя в те времена коммуникация

была сильно затруднена, над «воздухами» работала очень узкая группа химиков, потому рано или поздно все они узнавали, что сделали и опубликовали их коллеги. Несмотря ни на что заслуга открытия состава воды была приписана Кавендишу, однако за Лавуазье закрепилось «звание», ни много ни мало, отца химии.

Лавуазье продолжил исследования, и чтобы убедиться в том, что он действительно получил воду, он провел опыт наоборот: разложил ее. Ученый довел процесс до конца очень изобретательным способом: он пропускал водяной пар над печью с раскаленным добела железом, используя прибор, схематично изображенный на рисунке 5 (стр. 76). Лавуазье предположил, что раз вода содержит кислород, то он должен поглощаться железом для образования извести. Процесс оказался более сложным, нежели он его представлял, поскольку в воде и извести кислород находится в одном состоянии, то есть как анион ( $O^-$ ), а в воздухе — в другом ( $O_2^0$ ) (индексы обозначают количество лишних электронов). Но опыт сработал, потому что железо пошло себя как катализатор, разложивший воду на ее составные элементы ( $H_2$  и  $O_2$ ), после чего оно вступило в реакцию с одним из них ( $O_2$ ), образовав ( $Fe_2O_3$ ), другой же элемент ( $H_2$ ) остался свободным.

## Новая наука

«Ничто не создается и ничто не теряется». Именно Антуан де Лавуазье смог привести химию к математическому уравнению. В 1789-м, в год Французской революции, он опубликовал свой *«Элементарный курс химии»*, который стал точкой невозврата для этой науки. Затем Лавуазье объяснил, почему пламя жизни зарождается с первым вздохом ребенка: дыхание есть вид медленного горения. Его исследования также представляют собой первые опыты в области физиологии и биохимии.



Новая теория горения Лавуазье понемногу проложила себе дорогу. Математик Пьер-Симон де Лаплас с самого начала поддержал ее, парижский химик Клод Луи Бертолле также публично заявил о своем согласии с ней во время заседания Академии наук, состоявшегося в апреле 1785 года. Но главная поддержка пришла из-за границы, из Эдинбурга, где Джозеф Блэк уже давно рассказывал об этой теории на своих занятиях по химии.

Как только принципы новой науки начали получать логическое обоснование, возникла необходимость снабдить ее систематическим языком, которого ей очень не хватало. До этого момента простые тела и соединения, образующие материальный мир, получали свое название, исходя из сиюминутного вдохновения. Некоторые были названы по месту, где они были обнаружены (эпсомская соль), по имени человека, открывшего их (дымящий спирт Либавия), по алхимическим ассоциациям с планетами (серная кислота Венеры) или по схожести с другими общеупотребительными веществами (мышьяковое масло).

Кроме того, нередко в разных местах одно и то же вещество называли по-разному. Такое положение дел являлось злополучным наследием алхимии: чтобы скрыть знания от непосвященных, одному и тому же элементу давали разные имена, например ртуть имела порядка десяти обозначений. Чтобы упорядочить

## НОВЫЙ ЯЗЫК

В 1787 году Лавуазье представил Академии наук общие принципы, на которых он основывал новую химическую номенклатуру:

«Предметом языка не является, вопреки распространенному представлению, обозначение идей и образов знаками; язык чаще всего является настоящим аналитическим методом, с помощью которого мы движемся от знакомого к неизвестному, до определенного момента почти математическим способом; попробуем развить эту мысль. Алгебра является в высшей степени аналитическим методом; она предназначена для упрощения умственных действий, для сжатия умозаключений, для того чтобы в маленьком количестве линий заключить то, что потребовало бы множества страниц обсуждений, и, наконец, чтобы самым удобным, быстрым и надежным способом привести к решению самых сложных вопросов. Но стоит лишь ненадолго задуматься, и становится понятно, что алгебра к тому же является настоящим языком. Как у всех языков, у нее есть символы для обозначения, свой метод, своя грамматика, если позволено будет воспользоваться этим выражением. Таким образом, аналитический метод является языком, а язык — аналитическим методом, в некотором смысле это синонимы.

Но если языки являются инструментами, которые создали люди для упрощения умственной деятельности, важно, чтобы такие инструменты были как можно более совершенными, и поэтому усовершенствование данных инструментов означает работу во имя развития науки.

Усовершенствование языка особенно важно для тех, кто только начинает погружаться в изучение науки [...].

С этой второй точки зрения нам нужно будет определить три вещи во всей физической науке: серию фактов, составляющих эту науку; идеи, которые обозначают факты; слова, выражающие их. Слово должно порождать идею, идея должна отображать факт; это три оттиска одной печати. И поскольку именно слова содержат идеи и передают их, отсюда вытекает невозможность усовершенствовать науку без усовершенствования языка, и какими бы истинными ни были факты и какие бы справедливые идеи они ни порождали, они передают лишь ложные впечатления, пока нет точных выражений для их описания. Усовершенствование химической номенклатуры с этой точки зрения состоит в том, чтобы придать фактам и идеям безусловную правдивость, ничего не убавляя из того, что они собой представляют, и особенно ничего не добавляя; она должна быть чистым зеркалом, поскольку, мы не устанем это повторять, она представляет не природу и не факты, но наши умозаключения, которые могут быть ошибочными».

этот хаос, химик Луи Бернар Гитон де Морво попытался в начале 1780-х систематизировать обозначение простых тел и соединений. Он заинтересовался этим вопросом после того, как Дени Дидро попросил его написать главу для «*Энциклопедии*», посвященную химии. Главная проблема, с которой столкнулся Гитон де Морво, состояла в «воздухах», поскольку ими занималось очень небольшое количество французских химиков. Он не знал, как назвать эти «воздухи», и обратился за помощью к Лавуазье, Бертолле, а также к еще одному химику — Антуану Франсуа Фуркруа (1755–1809). Поначалу ученым не удалось найти взаимопонимание в данном вопросе, так как Лавуазье и Бертолле были убежденными противниками теории флогистона, а Фуркруа и сам Гитон де Морво верили в старую теорию. Однако Лавуазье и Бертолле удалось убедить остальных в своей точке зрения, и с этого момента они работали как одна команда. Плодом их совместных усилий стало глобальное и систематичное предложение называть все соединения по элементам, из которых они состоят. На заседании Академии наук в 1787 году Лавуазье представил общие принципы, на основании которых они выстроили новую химическую номенклатуру, основанную на научном методе, никогда до того времени не применявшемся. Лавуазье говорил на этот счет:

«Впрочем, часть выражений, которые использует химия, была введена в обиход алхимиками, а им было трудно передать своим читателям то, чего они сами не имели, — справедливые и истинные идеи. Кроме того, не всегда их целью было быть услышанными. Алхимики использовали тайный, свой особенный язык, который зачастую представлял один смысл для последователей и другой [для обычных людей] и не был точным и ясным ни для одних, ни для других. Масло, ртуть, вода этих философов не были ни маслом, ни ртутью, ни водой — в том смысле, который мы приписываем им».

Лавуазье воспользовался данным заседанием для того, чтобы изложить Академии свои идеи по поводу философии науки после 20 лет исследований и опытов:

«Настал момент, когда химия освобождается от груза, который мешает ей двигаться вперед, когда в нее вводится истинный аналитический дух, и это изменение должно начаться с усовершенствования языка. Вне всяких сомнений, мы очень далеки от того, чтобы знать эту науку целиком и все ее части; поэтому новая номенклатура, даже разработанная самым тщательным образом, не будет совершенной. Однако, если у нее будут твердые основы — мы имеем в виду метод обозначения, а не список названий, — она естественным образом приспособится к будущим открытиям; она заранее укажет место и название новых веществ, которые могут быть открыты, понадобятся лишь небольшие изменения в некоторых деталях».

Одним из первых шагов, предпринятых четырьмя учеными, стало определение слова «элемент», которое ввел Бойль в 1661 году и которое сам Лавуазье не употреблял: «Скажем, что простые вещества — это те, которые не могут разлагаться, то есть получаются на последнем этапе химического анализа». Благодаря его словам были изгнаны последние остатки средневекового наследия.

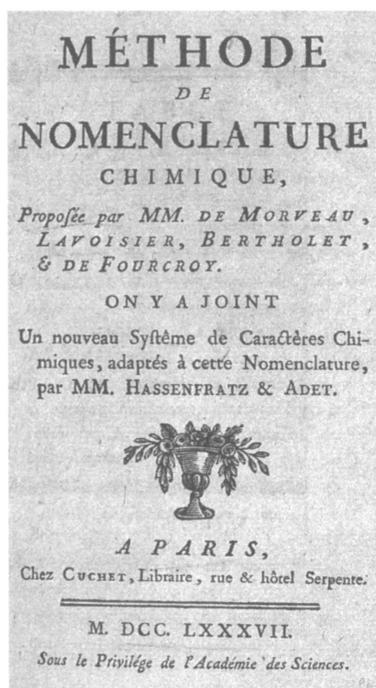
Только что созданная номенклатура содержала целую серию простых правил, основанных на идеях Лавуазье. Они означали отказ от теории флогистона и новое видение химического состава. Отправной точкой последнего была как раз идея состава, в котором ничего не создается и ничего не теряется: не существует превращения некоторых веществ в другие (например, воды в землю), но есть разложение состава и новое его соединение; также не существует отрицательной массы.

Четверо ученых сохранили названия элементов, использовавшиеся долгие годы. Первая группа простых тел состояла из света, тепла и водорода — это название предложил Лавуазье, оно означало «порождающий воду». Вторая группа объединяла такие вещества, как сера, фосфор и углерод (которые образуют, соответственно, серную, фосфорную и угольную кислоты) и азот (от греческого  $\alpha$  — «без», и  $\zeta\omega\eta$  — «жизни»). Третья группа состояла из металлов — мышьяка, сурьмы, молибдена, цинка, железа, олова, свинца, вольфрама, марганца,

## МЕТОД ХИМИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ

Доклады, представленные Лавуазье, Бертолле, Гитоном де Морво и Фуркруа в Академию наук, равно как и приложение дипломата и ученого Пьера Огюста Аде (1767–1848) с новыми буквами и символами, были изданы одной книгой «Метод химической номенклатуры», которая была напечатана в Париже в 1787 году.

Английское издание увидело свет в следующем году, потом появились и переводы на другие языки. Несмотря на достаточно прохладный прием Академии наук, новая номенклатура, в общем, была принята. Доказательством релевантности предложения Лавуазье является тот факт, что разработанный им язык, с небольшими изменениями и исправлениями, актуален и сегодня, спустя 200 лет. Это на самом деле удивительно, поскольку, как мы знаем, количество известных соединений возросло с тех пор в тысячи раз.



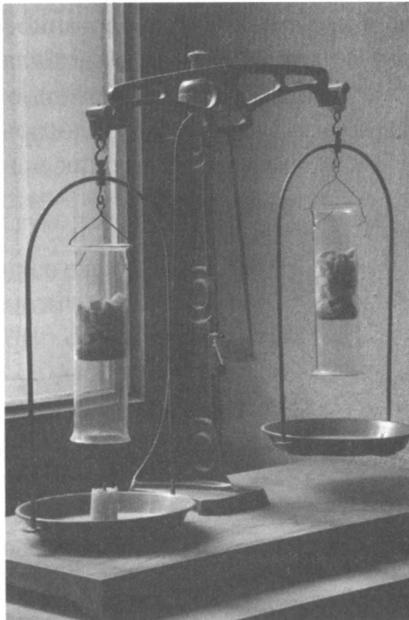
никеля, кобальта, висмута, меди, ртути, серебра и золота. Металлы являлись простыми телами, а их «известии» — соединениями, образованными металлом и кислородом. Это было революционным заявлением, поскольку до этого металлы считались сложными телами, содержащими флогистон. Четвертая категория была посвящена «землям» — кремнезему, глинозему, окиси бария, магнию и известняку, — а пятая — «щелочам»: соде, калию и аммиаку.

Всего в списке содержалось 55 не подлежащих разложению веществ. С первого взгляда он был похож на список элементов,

хотя на самом деле в нем присутствовали вещества, ими не являющиеся. Список элементов, опубликованный в *«Курсе элементарной химии»* Лавуазье двумя годами позже, был гораздо короче. Часть списка, посвященная сложным соединениям, гораздо более многочисленным, нежели простые тела, стала самой революционной, так как их названия менялись радикальным образом. У соединений появились двойные названия, состоящие из корней названий образывавших эти соединения элементов. Было покончено с многочисленными синонимами, употреблявшимися для обозначения одного и того же вещества; кроме того, обозначения соединений следовали одному критерию — химическому составу. В течение следующих веков данный критерий подтвердил свою состоятельность для тех веществ, которые были открыты.

Лавуазье сразу объяснил, что соединения, образованные из двух простых веществ, столь многочисленны, что для них необходима классификация. Например, из двух простых тел, образующих кислоты, кислород был общим для всех соединений, и поэтому название кислоты происходило из второго элемента. Так, кислота, образованная из серы и кислорода, которая до настоящего момента называлась «купоросом», получила название «серной кислоты». Чтобы отличить ее от другой кислоты, также образованной из серы и меньшего количества кислорода, ее обозначили как «сернистую кислоту». Их соли были названы соответственно «сульфатами» и «сульфитами». Кислота, образованная из кислорода и угля, именовалась «угольной кислотой», а ее соли — «карбонатами». Кислоты фосфора стали известны как «фосфорная кислота» и «фосфористая кислота», а их соли — как «фосфаты» и «фосфиты». То, что до тех пор было «азотистой кислотой», стало «азотной кислотой», а «азотистой кислотой» называли ту, которая содержала меньше кислорода; их соли именуется «нитратами» и «нитритами».

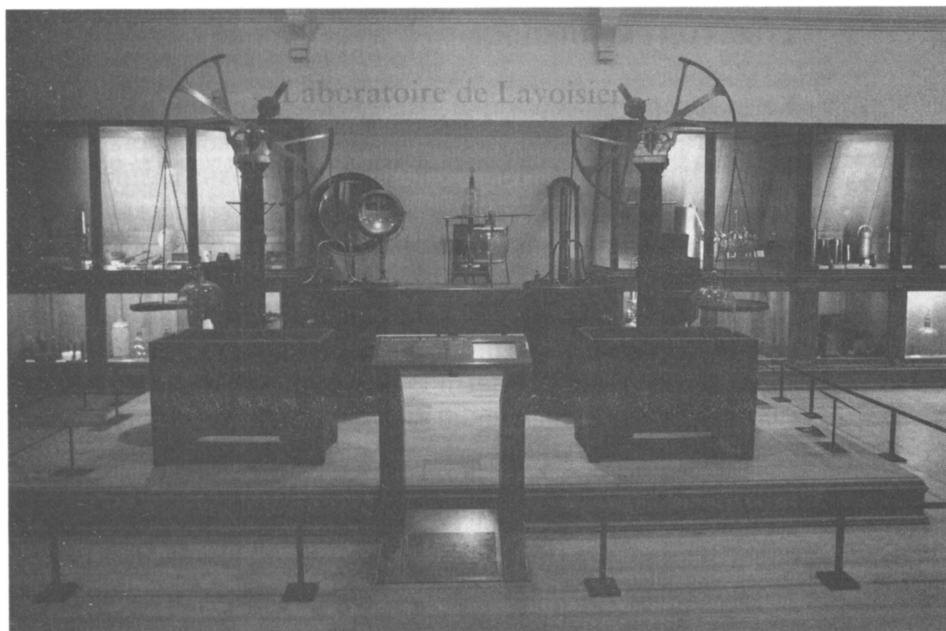
То же самое касалось и известей: у них была общая основа и особое название для каждой. У металлических известей должно было быть общее обозначение, «оксид», и частное, которое отсылало к металлу, из которого они образывались: например, «оксид ртути» (красная известь). У солей тоже было



**ВВЕРХУ СЛЕВА:**  
Гравюра  
с изображением  
Лавуазье,  
выполненная Луи-  
Жаном Дезире  
Деластром  
по рисунку  
Жюльена  
Леопольда Буальи  
(1796–1874).

**ВВЕРХУ СПРАВА:**  
Весы,  
принадлежавшие  
Лавуазье. Ученый  
участвовал  
в разработке  
новой системы  
мер и весов.

**ВНИЗУ:**  
Приборы,  
разработанные  
Лавуазье  
и выставленные  
в музее искусств  
и ремесел  
Парижа.



двойное название, образованное от названия кислоты, от которой они происходили, и металла: например, «сульфат меди».

Чтобы облегчить переход от старой системы к новой, номенклатура содержала словарь, в котором было помещено старое и новое название; так, например, объяснялось, что «дефлогистированный воздух» — это кислород, а «воздух с флогистоном» — водород.

В заключение Лавуазье извинялся за то, что изменил язык, который придумали и почитали уважаемые исследователи. Однако он ссылался на то, что многие из них уже перешли на новый язык, а некоторые даже не просили никакого снисхождения для старой номенклатуры, поскольку она не была пригодной. Ученые, благосклонные к переменам, утверждали, что для беспокойства нет причин, ибо те, кто погружен в эту науку, поймут новый язык, а остальным станет гораздо проще изучать химию, используя новые названия.

## 1789: ГОД РЕВОЛЮЦИЙ

Когда говорят о революции 1789 года, все вспоминают о Французской революции, которая ознаменовала конец старого режима. Однако в этот год произошла и еще одна великая революция, которая произвела меньше шума и завершилась публикацией в Париже *«Элементарного курса химии»* Лавуазье. Эту революцию в химии Лавуазье предвосхитил в своей знаменитой записи в лабораторном дневнике 1773 года. В 1790 году был опубликован первый английский перевод *«Элементарного курса химии»*, выполненный Робертом Керром, затем последовали переводы на немецкий, итальянский, голландский и испанский.

*«Элементарный курс химии»*, который Лавуазье видел как книгу для студентов, представлял собой полную концепцию новой химии и содержал исчерпывающие описания опытов и использованных для них приборов. Текст Лавуазье заложил основы новой химии — наравне с *«Началами»* Ньютона, кото-

## ЧЕТА ЛАВУАЗЬЕ

За год до революции Жак Луи Давид, который, как и Лавуазье, учился в колледже Мазарини, нарисовал картину, ставшую со временем самым верным свидетелем другой революции — в химии. Речь идет о портрете супругов Лавуазье в то время, когда они оба работали в лаборатории в Арсенале и когда Антуан готовился опубликовать «*Элементарный курс химии*». Лавуазье заплатил за картину невероятную сумму в 7000 ливров, которая равнялась зарплате за несколько лет многих специалистов того времени. Картина изображает пару в самом их расцвете — физическом, умственном и финансовом — и является единственным сохранившимся изображением ученого, не вызывающим сомнений.



Хотя, бесспорно, главный герой картины — это Антуан, в центре полотна также изображена Мария, смотрящая прямо на зрителя. На столе и на полу видны превосходные стеклянные и металлические приборы, которые супружеская пара использовала во время своих опытов. История, рассказанная картиной, напоминает об уроках рисования, которые брала Мария у Давида и благодаря которым она стала автором точных гравюр к «*Элементарному курсу химии*». Черновики данного сочинения, возможно, находятся в коробке, нарисованной в правой части картины.

рые послужили фундаментом для новой физики веком раньше. Во вступлении автор говорил, что его изначальной целью было дополнить результаты, изложенные в предыдущих его произведениях, но по мере продвижения работы он оказался перед необходимостью написания общего курса по химии. В «*Элементарном курсе химии*», как он уже показал в «*Методической номенклатуре*», язык науки и сама наука представляли

собой единую концепцию. Так, его идеи о философии науки, изложенные в *«Метод химической номенклатуры»*, снова появляются в новом труде, и акцент делается на фундаментальных принципах: опыт превалирует над всем остальным.

Концепцию «четырёх начал», представленную в качестве простой гипотезы в то время, когда не существовало никаких знаний об экспериментальной науке, нужно было устранить в первую очередь. Отдавая себе отчет в ограниченности собственных знаний, Лавуазье уточнил новое определение слова «элемент»:

«Я просто скажу, что если под названием элемента мы понимаем обозначение простых и неделимых молекул, которые составляют тела, есть вероятность, что мы их не знаем; и наоборот, если мы привяжем к названию элемента или вещества тела идею последней стадии, до которой доходит анализ, все вещества, которые мы пока не смогли разложить никаким способом, будут для нас элементами. Это не значит, что мы можем быть уверены в том, что тела, которые мы рассматриваем как простые, не составлены в свою очередь из двух или даже большего количества веществ. Однако, поскольку данные вещества не отделяются друг от друга или, скорее, поскольку мы не можем их никак отделить, на наш взгляд, речь идет о простых телах, и мы не должны предполагать, что они не являются простыми, пока опыт или наблюдения не предоставят нам доказательства обратного».

Я взял себе за правило следовать только от известного к неизвестному и не делать никаких выводов, которые не исходят из опытов.

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ, вступление к *«ЭЛЕМЕНТАРНОМУ КУРСУ ХИМИИ»*

Читая эти строки, трудно удержаться от искушения заглянуть вперед и оказаться в Париже конца XIX века, когда Мария Кюри предоставила доказательства того, что «элементы» Лавуазье состоят из многих составляющих, или же в Манчестере начала XX века, когда Эрнест Резерфорд доказал существование

атомного ядра, подтвердив, таким образом, догадку Лавуазье. Но в конце XVIII века ничто не предвещало этих открытий, перевернувших науку, а Лавуазье взял за правило не делать никаких не вытекающих из опытов выводов. Однако он не скрывал, что его разум открыт для еще более рискованных гипотез. Лавуазье достаточно близко был знаком с ловушками досужих вымыслов, основанных на несостоятельности алхимии, чтобы не угодить в них.

«*Элементарный курс химии*» состоял из трех частей. Первая была посвящена новой химической системе, разработанной Лавуазье. В ней ученый представлял свою теорию тепла и природы газообразных или эластичных флюидов. Он назвал их «газами», вернув термин, который предложил Ван Гельмонт век назад и который пытался ввести в обиход Макёр. Как мы уже видели раньше, Лавуазье связывал этот термин не с греческим корнем, обозначающим «хаос», но с саксонским *ghost*, означавшим «привидение», или «призрак». Ученый считал, что любой газ состоит из «теплорода» — основы тепла — и базового вещества газа. Свет и тепло (выделение или поглощение которого сопровождает любую химическую реакцию) выделялись во время горения тела в виде потери этого материального вещества, называемого «теплородом». Любопытно, что после столь долгой борьбы против флогистона Лавуазье угодил в ловушку «теплорода», который имел с флогистоном много общего.

Первым рассматриваемым им упругим флюидом была атмосфера, известная тогда как «обычный воздух». Как мы уже видели в предыдущей главе, Лавуазье объяснил, что она состоит из двух газов: один пригодный для дыхания, другой — нет. Он представил Академии наук 3 мая 1777 года скрупулезное описание опыта, впоследствии ставшего самым известным в истории химии, — нагревания ртути в течение 12 дней. В «*Элементарном курсе химии*» данный опыт был впервые проиллюстрирован одним из рисунков Марии, который содержал все детали, позволяющие всем заинтересованным ученым воспроизвести этот эксперимент. Исходя из него, Лавуазье объяснял, что состав воздуха доказан как анализом, так и синтезом. Он снова

## АССИГНАЦИИ И РЕВОЛЮЦИЯ

Экономика сыграла ключевую роль во Французской революции. Бумажные деньги, напечатанные за счет конфискованного имущества Церкви, чтобы остановить инфляцию (так называемые ассигнации), — тому доказательство. Лавуазье, который также был экономистом, предвидел опасность, которую влекли за собой ассигнации. Французская революция началась с экономического кризиса, который заставил Людовика XVI созвать Генеральные Штаты с целью собрать больше денег. Однако собрание не согнулось перед волей монарха, правительство утратило контроль, что в итоге привело к взятию Бастилии 14 июля 1789 года.



Ассигнация 1792 года выпуска достоинством в 15 солей.

### Все больше бумаги

Поскольку наличных денег не хватало, было принято решение напечатать их. Первый выпуск ассигнаций состоялся в 1790 году, и этот шаг активизировал экономику, но затем деньги обесценились, инфляция вернулась, а ассигнации стали печататься все большим тиражом. Пятый тираж в апреле 1792 года обесценился практически моментально. Король был лишен трона и заключен в тюрьму. В январе 1793 года, когда Людовика XVI казнили на гильотине, был выпущен новый тираж ассигнаций. Одновременно был создан Комитет общественной безопасности, а вместе с ним наступил и Террор. Поскольку инфляция продолжалась, в мае был введен контроль над ценами, а в августе запрещен обмен, который использовали отчаявшиеся торговцы, и принят закон, ограничивающий максимальные цены. Осенью, когда появился очередной тираж ассигнаций, была казнена Мария-Антуанетта. С 1794 года нарушение закона максимальных цен каралось смертной казнью. В это время Лавуазье арестовали под надуманным предлогом контрреволюционной деятельности. В 1795 году установилась власть Директории, а через четыре года после государственного переворота к власти пришел Наполеон, который сделал все необходимое для стабилизации страны, в том числе отменил свободы. Он положил конец кризису и выпустил золотую монету, названную «наполеондором», которая использовалась в течение века и не обесценивалась.

говорил о том, что газ, пригодный для дыхания, — это «кислород», а непригодный — «азот».

Первая часть *«Элементарного курса химии»* содержит также количественные результаты горения фосфора; сера представлена лишь образованными из нее продуктами, а не соотношением составляющих их частей. Полученные Лавуазье результаты его самого не удовлетворяли, хотя на самом деле они были точными. Собранные в его лабораторной тетради данные опытов, осуществленных в мае 1785 года, показывают, что 38,98 грана жизненного воздуха смешиваются с 61 граном серы. В трехокиси серы это соотношение составляет 40 к 60.

Вторая часть *«Элементарного курса химии»* посвящена кислотам, основам солей, образованных от них. В этой части Лавуазье снова объясняет систему номенклатуры кислот и их происхождение из оксидов. Он описывает в ней опыты разложения и синтеза воды, не останавливаясь на спорах об авторстве. В то время Лавуазье не признал, что Кавендиш был первым ученым, определившим, что вода не является простым телом, но состоит из двух веществ — двух газов, которые Лавуазье назвал «кислородом» и «водородом»:

«Вместе с этим опытом анализа и синтеза мы можем утверждать, что убедились с той долей уверенности, которую позволяют иметь физика и химия, что вода не является простым веществом: она состоит в равной пропорции из горючего воздуха и жизненного воздуха [кислорода]».

Лавуазье утверждал, что растительные кислоты образуются из оксидов, так же как и минеральные, но в случае растительных кислот существуют характерные «группы», состоящие из водорода и углерода (впоследствии названные «радикалами кислот»), к которым добавлен кислород. Это изначальное определение органических кислот как содержащих радикалы, образованные из углерода и водорода, стало решающим для развития органической химии в XIX веке.

## НИЧЕГО НЕ СОЗДАЕТСЯ, НИЧЕГО НЕ ТЕРЯЕТСЯ

В одном из самых интересных и наименее известных разделов «*Элементарного курса химии*» Лавуазье собрал результаты изучения брожения вина. Брожение фруктовых соков и других веществ, содержащих сахар, сопровождалось выработкой углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и «духа вина», для обозначения которого Лавуазье использовал слово арабского происхождения «алкоголь». Целью его опытов было установить количество водорода, кислорода и углерода, содержащихся в сахаре. Для этого он взвесил определенное количество алкогольного напитка и оставил его бродить. Далее Лавуазье взвесил массу углекислого газа и воды, выделившихся во время брожения, а также количество оставшегося напитка. Он определил его элементарные составляющие благодаря методу анализа органических соединений, который работает и в наше время, — методу горения. Ученый доказал, что масса напитка, образовавшаяся после брожения и добавленная к массе углекислого газа и воды, выделившихся во время этого процесса, равна общей массе изначального материала. Кроме того, он показал, что изначальная масса каждого составляющего элемента была постоянной до и после химического изменения. Все эти данные были собраны в таблицах, которые стали первыми «сводками веществ». Такие сводки нужны были для того, чтобы впервые проиллюстрировать, что во время химической реакции не происходит ни уменьшения, ни прибавления веществ — только изменения в форме их соединения:

«Эта операция является самой поразительной и невероятной из тех, что представляет нам химия, и мы можем наблюдать, откуда появляется выделяемый углекислый газ, откуда берется образующийся горючий дух [спирт] и как сладкое тело, растительный оксид [сахар], превращается в два таких разных вещества, одно из которых способно к горению [спирт], а другое совершенно неспособно ( $\text{CO}_2$ ). Мы видим, что для решения этих двух вопросов надо сначала изучить состав и природу способного к брожению тела и продукты его брожения; поскольку ничто

## ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА ЛАВУАЗЬЕ

Лавуазье написал введение к таблице простых веществ, из которого понятно, какие принципы им руководили, когда он разрабатывал свой список:

«Химия, подвергая опытам различные природные тела, имеет своей целью разложить их на составляющие и получить возможность изучать по отдельности вещества, образующие соединения. Данная наука в наши дни осуществила быстрый прогресс. В этом легко убедиться, обратившись к авторам, писавшим о химии. Мы увидим, что поначалу масло и соль рассматривались как тела, что опыты и наблюдения позволили получить новые знания, и стало понятно: соли вовсе не являются простыми телами, но состоят из кислоты и основы, и их нейтральность есть результат данного соединения. Современные открытия еще больше раздвинули границы анализа; они прояснили нам образование кислот, стало понятно, что они состоят из общего для них всех вещества-окислителя — кислорода — и особого для каждой из кислот радикала, который различает их и относит к тем или иным кислотам. Химия, таким образом, движется к своей цели и своему совершенству, разделяя, подразделяя и снова подразделяя, и мы не знаем, каков будет итог. Все, что мы можем сказать сегодня, — это то, до какого состояния разложимо во время химического анализа вещество, и дальше оно разделено быть не может.

Можно предположить, что скоро земли перестанут считаться простыми веществами: они единственные не имеют тенденции соединяться с кислородом. Я склонен думать, что равнодушие к кислороду — если мне будет позволено воспользоваться этим выражением — связано с тем, что они им уже напитаны [на самом деле так и есть: кремнезем и глинозем являются  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ]. Земли с этой точки зрения будут простыми веществами, возможно металлическими оксидами, окисленными кислородом до какой-то степени. Это не единственная догадка, которую я здесь высказываю. Надеюсь, читатель не спутает то, что я представляю как истину факта и опыта, и то, что является лишь догадкой. Я не включил в таблицу нелетучие щелочи, такие как поташ и сода, поскольку они очевидно являются сложными веществами, хотя пока нам неизвестна природа веществ, входящих в их соединения».

не создается ни во время искусственных операций (в лаборатории), ни в природе, можно взять за принцип, что при каждой операции исходное и конечное количество материала остается одинаковым, что количества и качества вещества остаются неизменными и что происходят только изменения и трансформа-

ции. Именно на этом принципе основано искусство всех опытов в химии: мы должны предположить равенство между веществами изучаемого тела и того, что мы получаем при анализе. Так, поскольку виноградное сусло дает углекислый газ и спирт, я могу сказать, что сусло винограда = углекислый газ + спирт. Следовательно, мы можем узнать двумя способами то, что происходит во время брожения вина: во-первых, определив вещества и природу тела, способного к брожению; во-вторых, наблюдая за продуктами брожения, и очевидно, что знания, которые можно получить в ходе первого способа, приведут к пониманию природы второго, и наоборот».

### **ПОЛЬЗ ЛАВУАЗЬЕ СКУЛЬПСИТ**

Мария Польз Лавуазье была автором 13 иллюстраций к «*Элементарному курсу химии*», опубликованному ее мужем в 1789 году. Справа внизу на этих иллюстрациях есть подпись «Польз Лавуазье Скульпсит». Рисунки Марии, непохожие на грубые наброски, которыми сопровождалась книги по химии того времени, являются настоящими чертежами в масштабе приборов, использовавшихся Антуаном, и по ним можно осуществить их сборку. Тринадцать чертежей относятся к следующим инструментам.

- I. Ступа, решето, напильник.
- II. Раструб, реторта, система фильтрации, котел.
- III. Устройство для нагрева и дистилляции.
- IV. Приборы для образования и разложения оксида ртути.
- V. Дистиллятор и змеевик.
- VI. Ледяной калориметр.
- VII. Устройство, использовавшееся для разложения и получения воды.
- VIII. Газометр с весами.

Так впервые был сформулирован закон сохранения массы применительно к химической реакции. Хотя похожий закон был уже сформулирован в Древней Греции Анаксагором (V век до н.э.), он не основывался на результатах опыта. Кроме того, тот же закон подразумевался в результатах, полученных Кавендишем и Блэком, но ни один из них не сформулировал его.

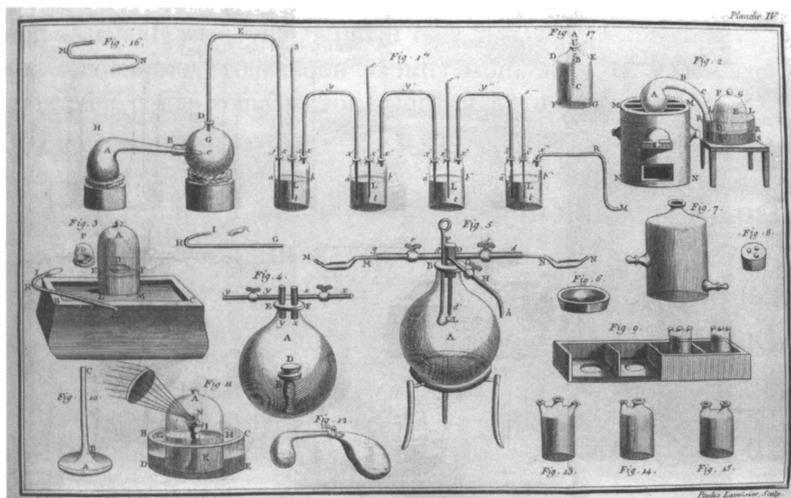
Из принципа, ставшего очевидным благодаря Лавуазье, возникла и идея химического уравнения:

«Я могу рассматривать вещества для брожения и результат, полученный после брожения, в виде алгебраического равенства; почитаю последовательно каждый из незнакомых элементов этого

IX–X. Устройство для изучения брожения вина.

XI–XII. Устройство со змеевиком и газометром.

XIII. Печи и песочные ванны.



уравнения, я могу получить значение каждого и откорректировать также опыт счетом, а счет — опытом».

После более 20 лет опытов и размышлений Лавуазье достиг цели, которую поставил себе еще во время учебы в колледже Мазарини: снабдить науку, проводившую с помощью профессора Руэля заволаживающие опыты, логикой и математической точностью, которой учил профессор Лакайль. И так, химия перестала быть суеверием и стала наукой. Хотя закон сохранения массы придал ей научный характер, некоторые полагают, что самой значимой частью *«Элементарного курса химии»* является список химических элементов. Лавуазье определил их как простые вещества, принадлежащие ко всем природным царствам, которые можно рассматривать как элементы тел. Этот список был короче, чем список в *«Методической номенклатуре»*, который содержал множество органических радикалов, образованных, по мнению Лавуазье, из углерода и водорода. В списке были перечислены все известные в то время элементы, но не было ни одного соединения, что свидетельствует о проницательности автора. Однако особо привлекают внимание два элемента, прежде всего потому что они стоят первыми: свет и тепло, которым Лавуазье приписал массу. В остальном списке поражают устаревшие названия многих элементов, которые доказывают еще существовавшую близость между химией и алхимией.

Все молодые химики применяют теорию, из этого я делаю вывод, что революция в химии произошла, и ее список достижений только начинается.

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ

Как и в других областях, слова Лавуазье о соде и поташе (он имел в виду NaOH и KOH) были пророческими: действительно, речь шла о соединениях. В самом начале следующего века англичанин Гемфри Дэви (1778–1829), который открыл для себя химию благодаря *«Элементарному курсу химии»*

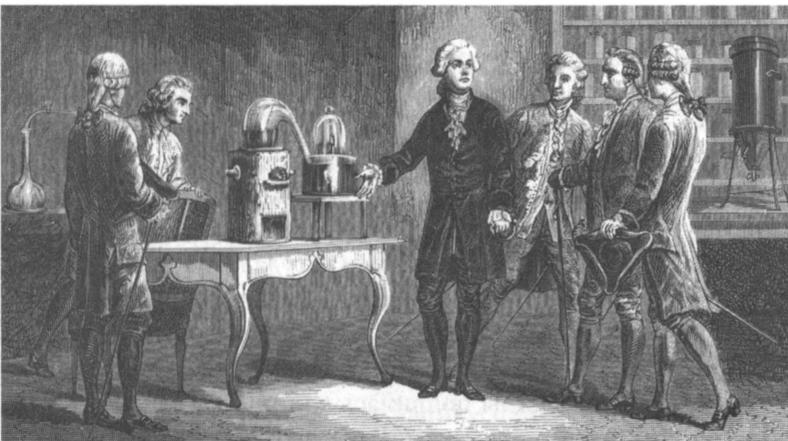
	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu &c de la chaleur.
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes, &amp; qu'on peut regarder comme les éléments des corps.</i>	Oxygène.....	Air déphlogistiqué. Air empiéal. Air vital. Basse de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofete. Basse de la mofete.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Basse du gaz inflammable.
<i>Substances simples non métalliques, acides &amp; acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique..	Inconnu.
	Radical fluorique..	Inconnu.
	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
<i>Substances simples métalliques, oxidables &amp; acidifiables.</i>	Cobalt.....	Cobalt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercur.....	Mercur.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
<i>Substances simples salinées &amp; terreaux.</i>	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'epsom.
Baryte.....	Barote, terre pesante.	
Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.	
Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.	



ВЕРХУ СЛЕВА:  
Список  
химических  
элементов,  
опубликованный  
в первом  
издании  
«Элементарного  
курса химии».

ВЕРХУ СПРАВА:  
Скульптура  
Лавуазье,  
произведение  
Жана-Леонара  
Майлье,  
середина  
XIX века.

ВНИЗУ:  
Гравюра  
1874 года,  
на которой  
Лавуазье  
демонстрирует  
открытие  
кислорода.  
На втором плане  
можно видеть  
его калориметр.  
Из книги Луи  
Фигье «Жизнь  
блестящих  
ученых  
XVIII века».



и участвовал в учреждении Королевского института, разложил посредством электролиза две щелочи и получил два элемента: натрий и калий. Британский ученый также выделил магний, барий, стронций, кальций, бор и хлор. Таким образом, «*Элементарный курс химии*» Лавуазье заложил основы современной химии — дисциплины, о которой десятью годами раньше Блэк говорил, что она еще не доросла до ранга науки.

## **ДЕСЯТИЧНАЯ МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

Хотя англичане и обходятся без этой системы, всем остальным трудно представить жизнь без рациональной, логичной, ясной и универсальной системы измерений. Но было время, когда десятичной системы не существовало. Лавуазье осознал глубину этого недостатка и понял, что его необходимо, наконец, исправить. В конце XVIII века Франция, равно как и другие европейские страны, должна была столкнуться с проблемами, вытекающими из различий систем мер и весов, и Лавуазье много раз бил тревогу по этому поводу во многих своих выступлениях начиная с 1785 года. Хотя в последние годы монархии никаких шагов для решения данного вопроса предпринято не было, в мае 1790 года Национальное учредительное собрание по предложению Шарля Мориса де Таллейрана-Перигора выпустило декрет, в котором официально поручало Академии наук разработать систему мер и весов, пригодную в качестве универсального эквивалента. Академия создала Комиссию мер и весов, и ее первый вывод заключался в том, что единица длины должна быть определена через земной меридиан. Было упразднено определение через длину маятника, которое до тех пор использовалось, потому что амплитуда качания варьировалась в зависимости от широты. В качестве единицы был предложен метр, десятиmillionная часть расстояния от Северного полюса до экватора, измеренного по Парижскому меридиану. Из этой единицы длины появилась единица объема, а из единицы объема — единица массы. Лавуазье работал над граммом,

который был весом чистой воды, содержащейся в кубе с ребром, равным сотой части метра.

Позднее, как происходило во всех комиссиях, в которые входил Лавуазье, он стал ее секретарем и казначеем — это был довольно ответственный пост, если учесть, что бюджет Комиссии составлял 300 000 ливров. Помимо прочего, Комиссия должна была взять на себя расходы по путешествиям, осуществленным с целью измерения земного меридиана. Но поскольку Революция изменила жизнь во Франции, Комиссии становилось все труднее продолжать исследования; деньги не поступали, зарплаты не выплачивались, расходы не возмещались, Лавуазье проводил большую часть времени, составляя жалобы. Несмотря на это к концу 1792 года оставалось только разработать эталоны, которые предстояло разослать во все страны и научные сообщества для дальнейшего применения.

Члены Комиссии получили поздравления от президента Академии наук, который вызвался представить отчет об их исследованиях в Национальный Конвент. И хотя последний благосклонно принял результаты исследований, тучи над Академией сгущались: все чаще раздавались голоса, требовавшие ее расформирования, поскольку она рассматривалась как остаток старого режима. Лавуазье бросил все силы на защиту учреждения, он писал отчеты и письма, представлявшие собой смесь из эрудиции, ясно выстроенных рассуждений, учтивости, собственных ему, но также и достаточной самонадеянности. Это было равноценно самоубийству, так как участь Академии была предрешена; защищая ее столь страстно, Лавуазье тем самым подписал себе смертный приговор.

Никогда еще ничего столь же великого и простого, последовательного во всех частях, не вышло из рук человека [как десятичная метрическая система].

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ

Несмотря на сложную ситуацию, Лавуазье продолжал делать измерения, необходимые для завершения работы Комис-

сии; точнее, ученый сконцентрировал свое внимание на измерениях, имевших отношение к плотности чистой воды. Данные исследования стали последними в его жизни. Согласно легенде, он попросил отсрочки исполнения смертного приговора, чтобы закончить свою работу для Комиссии. На это председатель суда якобы ответил: «Революция не нуждается в ученых».

Лавуазье не мог молить о милосердии, а Жан-Батист Коффиналь, который председательствовал в суде в тот день, не знал, с кем имеет дело. Эта фраза прозвучала в первый раз во время поминальной речи, которую Фуркруа, разработавший с Лавуазье новую химическую номенклатуру, произнес спустя год после смерти своего «друга». Фуркруа стремился говорить в унисон с благоприятствующей Лавуазье критикой, однако в свое время он и пальцем не пошевелил, чтобы спасти его.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДЫХАНИЯ**

Мы видели в предыдущей главе, что одни из первых опытов, проведенных как Лавуазье, так и Пристли, с новым воздухом, открытым в 1774 году, имели своей целью понять, пригоден ли он для горения и дыхания. Оба ученых доказали, что для этих процессов он не только пригоден, но и необходим. Тогда Лавуазье предположил, что оба эти процесса связаны. Поэтому между 1782 и 1784 годами он провел серию опытов вместе с математиком Пьером-Симоном де Лапласом.

Сначала они измерили количество кислорода, потребляемого животным в определенный промежуток времени, а также количество «фиксируемого воздуха», выдыхаемого животным в тот же самый промежуток, эти величины, по аналогии с горением, должны были быть связаны.

С другой стороны, во время дыхания должна выделяться теплота — уже упоминавшийся ранее «теплород», величина которого должна быть связана с потребляемым кислородом и образующимся углекислым газом, похожим на то, что происходило во время горения угля. Измерить потребляемый живот-

## ЖИВОТНЫЙ МАГНЕТИЗМ

В начале 1784 года Лавуазье принимал участие в работе комиссии, которая должна была изучить лечебное действие того, что тогда называли «животным магнетизмом». В комиссию в том числе входили астроном Жан Сильвен Байи (1736–1793), медик Жозеф Иньяс Гийотен, (1738–1814), ставший очень знаменитым через несколько лет, но совсем по другим причинам, ботаник Антуан Лоран де Жюссье (1748–1836), химик Жан Дарсе (1724–1801) и ученый Бенджамин Франклин, посол недавно образовавшихся Соединенных Штатов Америки. Запрос на подобное изучение поступил в Академию наук от самого короля, который также поручил изучить этот вопрос и Академии медицинских наук. Немецкий медик Франц Антон Месмер (1734–1815) представлял «животный магнетизм» в обоих учреждениях. В то время лечебные сеансы Месмера стали сенсацией в самых избранных кругах Парижа.



Франц Антон Месмер.

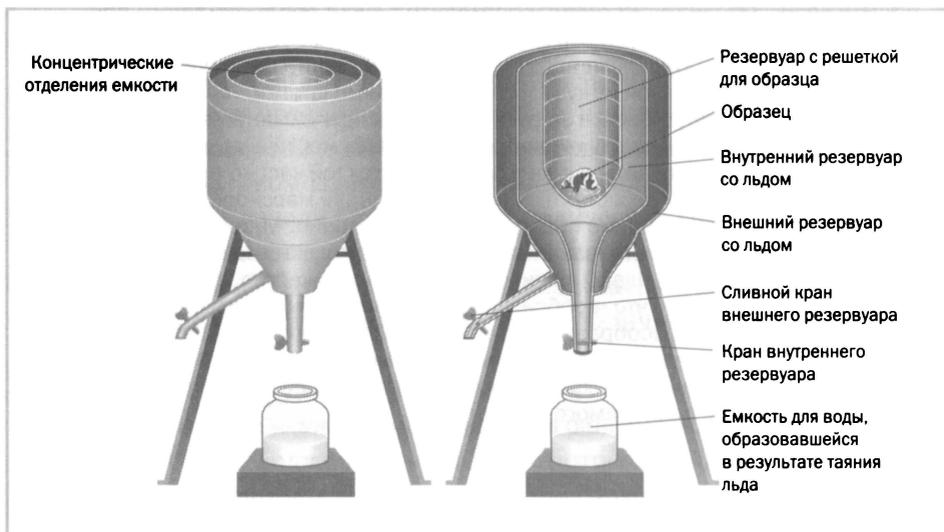
### Обман во имя науки

Эти сеансы были групповыми и проходили вокруг овальной ванны примерно 30 см глубиной и 1,5 м шириной, наполненной водой с железными опилками, в которую были погружены бутылки. Ванна была накрыта металлической пластиной, откуда торчали железные штанги. Пациенты расаживались вокруг, берясь за руки так, чтобы круг замкнулся, и касаясь друг друга коленями, чтобы «животный магнетизм» мог течь по их телам. Им предлагалось прислониться к железным штангам той частью тела, которая у них болела. Затем ассистенты Месмера начинали массировать пациентов под громкое звучание пианино и пение сопрано. Многие участники впадали в транс, который заканчивался, когда в комнату заходил Месмер и щелкал пальцами. Члены комиссии посетили множество таких сеансов и в итоге заключили, что «воображение без магнетизма порождает вывод, магнетизм без воображения не порождает ничего». В тайном отчете они добавляли также, что лечение магнетизмом не угрожает нравственности. В итоге члены комиссии заявили, что стали свидетелями группового сеанса гипноза, проводимого шарлатаном.

Ледяной калориметр Лавуазье состоит из трех концентрических отделений; в центральное помещается тело, теплоту которого нужно измерить. От этой теплоты тает лед, находящийся во втором отделении, а образовавшаяся в результате вода стекает в емкость, находящуюся внизу, для этого нужно открыть кран. Эта вода взвешивается с целью установления веса выделившейся теплоты. Во внешнее отделение кладется лед для теплоизоляции всей системы.

ным кислород и выдыхаемый «фиксированный воздух» было не сложнее других опытов, которые Лавуазье успешно осуществил в своей лаборатории. Зато определить количество выделяемой животным теплоты было дополнительной проблемой.

Ошибка ученого с «теплородом» не помешала остальной работе: все его рассуждения и, главное, измерения оказались точными. Чтобы определить теплоту во время особой реакции — той, что поддерживала в живом организме горячую кровь постоянной температуры, — Лавуазье придумал и разработал ледяной калориметр. Для этого он использовал идею «скрытой теплоты», предложенную Джозефом Блэком в 1761 году. Давно было известно, что лед не тает сразу, когда нагревают емкость, содержащую его. Блэк заявил, что он обладает «скрытой теплотой», поскольку ее невозможно измерить с помощью термометра. Величина этой «скрытой теплоты» льда была определена, и Лаплас воспользовался для измерения теплоты, выделяемой морской свинкой, прибором, представленным на рисунке внизу, называемым ледяным калориметром. Он похож на тот, что используют и сегодня.



Речь шла о емкости, состоящей из трех концентрических отделений. В центральное отделение закладывался уголь для сжигания или животное, теплоту которого собирались измерить; среднее отделение содержало лед, таявший и стекавший в нижнее отделение, где измерялось количество воды; внешнее отделение заполнялось льдом, призванным изолировать атмосферу. Во время первого опыта ученые в течение десяти часов наблюдали за морской свинкой, находившейся во внутреннем отделении, после чего измерили растаявший лед. Также они измерили количество вдыхаемого кислорода и «фиксируемого воздуха», выделившегося за то же количество времени. Они определили количество теплоты, с одной стороны, по растаявшему льду, а с другой — по выделенному  $\text{CO}_2$ , предположив, что образовавшаяся его реакция аналогична горению угля, и значит, выделилось то же количество теплоты. Ученые получили очень близкие результаты в обоих случаях и таким образом подтвердили собственную гипотезу о том, что дыхание является определенным видом горения. Их выводы оказались точными:

«Таким образом, дыхание — это горение, очень медленное, но, впрочем, очень похожее на горение угля; оно происходит внутри легких, при этом не выделяется видимого света, поскольку вещество огня, высвободившись, сразу же абсорбируется влажностью органов. Теплота, образовавшаяся в процессе этого горения, попадает в кровь, идущую через легкие, и оттуда распространяется по всему организму. Так, вдыхаемый нами воздух служит для двух жизненно необходимых вещей: он убирает из крови основу «фиксируемого воздуха», избыток которого крайне вредит здоровью; а теплота, образующаяся в легких в результате этого процесса, восполняет постоянную потерю тепла, которую мы испытываем из-за атмосферы и окружающих нас тел».

## ПЛАМЯ ЖИЗНИ

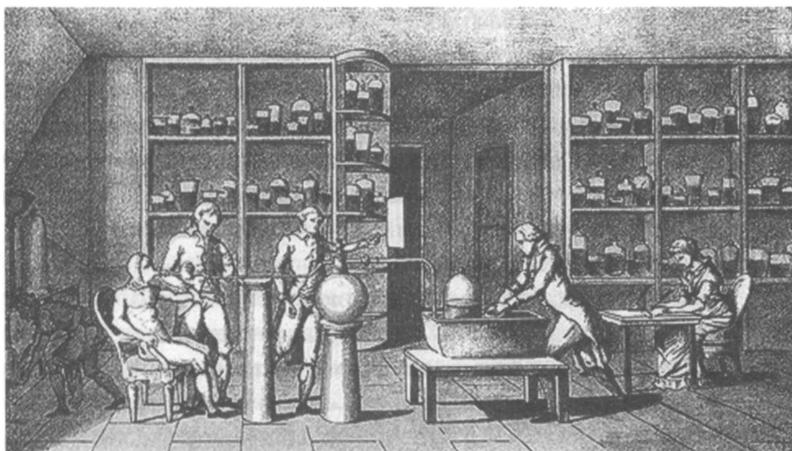
Совместные опыты с Лапласом были закончены в 1784 году, однако Лавуазье продолжал интересоваться деталями горения, которое поддерживало постоянную температуру тела теплокровных животных. Его не устроило небольшое расхождение в расчетах количества теплоты, полученных в результате измерения растаявшего льда и выделенного морской свинкой  $\text{CO}_2$ . В 1789 году, после публикации «*Элементарного курса химии*», Лавуазье снова вернулся к этим исследованиям, однако его совсем не удовлетворяли опыты со свинками. Он хотел знать, как происходит этот процесс у человека. И тогда он провел новую серию опытов с Арманом Сегеном, которому тогда был 21 год. В этих опытах молодой человек был и помощником Лавуазье, и его подопытным кроликом.

Как и во время предыдущих опытов, Лавуазье наблюдал за количеством кислорода, потребляемым во время пищеварения и движения. Он решил провести систематическое исследование того, каким образом эти два фактора влияют на дыхание, а также исследовать и влияние их на температуру. Лавуазье измерил количество потребляемого кислорода, количество образовавшегося  $\text{CO}_2$  и сердечный ритм. Из этих данных он заключил, что у человека в состоянии покоя натошак потребление кислорода возрастает примерно на 10 %, если температура опускается на 15 °С. При пищеварении потребление кислорода возрастает на 50 %. В течение физических упражнений натошак потребление кислорода возрастает в три раза; если физические упражнения делаются во время пищеварения, потребление кислорода возрастает в четыре раза по сравнению с исходными данными. Во время этих опытов температура тела практически не менялась, но сердечный ритм возрастал пропорционально потреблению кислорода.

Это были первые исследования в области физиологии, и хотя они остались незаконченными, их результаты были невероятными, особенно учитывая обстоятельства. Больше всего поражает, что Лавуазье исключил любую идею о жизненном огне, зажженном высшим существом, и изучал человеческое

## ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

Мы располагаем иллюстрацией опытов Лавуазье в области физиологии благодаря двум прекрасным рисункам Марии, выполненным во время этих опытов; один из них воспроизведен ниже. На нем можно видеть множество людей, работающих в лаборатории Арсенала. На подопытном — плотно облегающий комбинезон, герметично застегнутый для сбора теплоты и влаги, выделяющихся во время потоотделения. Из рта выходит трубка со стеклянной емкостью для сбора выделяемых газов. Как и на рисунке, помещенном в прошлой главе, справа можно видеть женщину, одетую по моде того времени: это и есть автор рисунка.



тело так, как будто речь шла о большом реакторе, в котором происходили сложные химические реакции:

«Мы наблюдали два закона, имеющие огромное значение: сердечный ритм повышался прямо пропорционально поднимаемому на определенную высоту весу, а количество потребляемого жизненного воздуха прямо пропорционально продукту дыхания и сердечному ритму. [...] Цель дыхания — не охлаждение крови, как

считалось долгое время; дыхание есть не что иное, как медленное горение углерода и кислорода, во всем похожее на то, что происходит во время горения лампы или свечи; с этой точки зрения дышащие животные являются самыми настоящими горючими телами, которые горят и сжигают себя. Во время дыхания, как и во время горения, кислород и теплород поставляет атмосферный воздух; кровь поставляет горючее, а его окисление в легких объясняет изменение цвета. Это горение, образующее углекислый газ и воду, является источником температуры тела. Итак, жизненный воздух не может превращаться в угольную кислоту кроме как посредством добавления углерода; он не может превращаться в воду кроме как посредством добавления водорода; и этот двойной процесс не способен происходить без того, чтобы жизненный воздух не терял часть своего особого теплорода. Отсюда следует, что суть дыхания есть извлечение из крови части углерода и водорода и — в возмещение — добавление в нее особого теплорода, который во время циркулирования крови распределяется во все части тела животного и поддерживает примерно постоянную температуру, наблюдаемую у всех дышащих животных».

Лавуазье был очень близок к получению правильного объяснения метаболизма; только навязчивая идея о «теплороде» помешала ему. Также он открыл отношение между питанием и метаболизмом:

«У этого горения есть энергетическая затрата, это вещество самого животного, это кровь, поставляющая горючее; если бы животные не восполняли питанием то, что они теряют во время своего дыхания, очень скоро лампе не хватило бы масла и животное поггло бы, как гаснет и лампа, когда ей не хватает горючего».

Кроме того, Лавуазье понял, что у организма есть механизм охлаждения на случай, если произойдет излишнее тепло. Навязчивая идея о «теплороде» подталкивала его к странным объяснениям. Он думал, что во время потоотделения вода выводит из организма теплород. Ученый заметил также, что че-

ловек теряет много «теплорода» и воды через легкие во время дыхания.

Итак, в человеческом теле происходят три важнейших процесса — дыхание, потоотделение и пищеварение. Первый совершается в легких и представляет собой реакцию между водородом, углеродом и кислородом из воздуха. В результате этого процесса выделяется теплота, которая благодаря циркуляции крови распределяется по всему телу, поддерживая постоянную температуру. Во время потоотделения потеря воды через кожу и легкие позволяет избавиться от излишков теплоты. В ходе пищеварения пища восполняет в крови то, что та потеряла во время дыхания и потоотделения. Итог своим размышлениям Лавуазье подводил очень поэтично:

«Можно сказать, что аналогия, существующая между горением и дыханием, не ускользнула от поэтов, или скорее от философов античности; они были ее голосом и посредником. Огонь, похищенный у неба, — факел Прометея — заключал в себе не только искусную и поэтическую идею: этот образ — верное отражение процессов, происходящих в природе, по крайней мере с дышащими живыми существами. Вместе с древними учеными мы можем сказать, что пламя жизни загорается в тот момент, когда ребенок делает первый вдох, и гаснет оно лишь со смертью. Возможно, возникнет соблазн предположить, что древние мудрецы глубже, нежели мы могли бы подумать, проникли в храм знаний и этот миф является просто аллегорией, в которой они спрятали важнейшие истины медицины и физики».

Трудно представить, что Лавуазье мог бы открыть в области биохимии — науки, возникшей только спустя несколько веков, — если бы его жизнь не прервалась столь внезапно. Но рассматривая результаты его опытов, осуществленных в беспокойные годы революции, не будет преувеличением вместе с одним из его биографов утверждать: пока мы не придем к выводу, что главным преступлением Французской революции была не казнь Людовика XVI, а казнь Лавуазье, мы не поймем историю.



## Государственный деятель

Больницы, тюрьмы, государственная казна, сельское хозяйство... ничто не ускользнуло от реформистских устремлений Лавуазье, несмотря на то что его самые революционные предложения касались области образования и науки. Образование должно быть светским, без дискриминаций по половому признаку, и состоять из двух ступеней: одна ведет к университету, вторая — к профессиональному образованию. Подобного до Лавуазье никто не предлагал. Ученый был убежден: образование и наука являются основой развития страны. Он обратился с призывом к Национальному Конвенту, чтобы обе эти сферы не остались без внимания. Предложение Лавуазье было встречено благосклонно, но от смерти на гильотине оно его не спасло.



Общественный реформатор, государственный деятель, экономист, педагог... Трудно перечислить в двух словах все сферы, где проявилась безграничная творческая деятельность Лавуазье. В любом случае как минимум парадоксально, что среди жертв французской революции, которая должна была вести Францию к свободе и равенству, оказался один из самых преданных слуг нации — человек, посвятивший жизнь развитию своей страны и желавший, чтобы все его соотечественники, вне зависимости от социального происхождения и места рождения, имели равные возможности.

Отец, представитель третьего сословия, подарил ему на свадьбу благородный титул, пусть и нижнего ранга, что дало Лавуазье возможность принадлежать к знати и прибавить частицу «де» к своей фамилии, но он никогда ею не пользовался. Его превосходство было гораздо выше и заключалось в другом: это было превосходство исключительного ума и бесконечной работоспособности. Финансовая обеспеченность семьи ученого позволила ему внести необходимую сумму в Генеральный откуп, когда ему было всего 25 лет. Тогда же он стал самым молодым членом Академии наук — благодаря своим блестящим дарованиям, честолюбию и счастливой звезде. Во время работы в этих учреждениях творческие способности и смелость позволили Лавуазье написать невероятное число докладов и пред-

принять огромное количество начинаний, нацеленных на приумножение богатств страны и улучшение жизни соотечественников, особенно самых бедных. По сравнению с его научными успехами экономические и общественные заслуги ученого почти померкли, хотя его вклад в данные сферы, как будет видно дальше, был не менее весомым, нежели в изучение химии.

Может показаться удивительным, что Лавуазье занимался столь разными вопросами. Однако, если погрузиться в его письменные труды, станет понятно, что все они являются плодом одного и того же ума и пронизаны одной и той же целью — стремлением к знанию, а также к всевозможному улучшению окружающего мира: как в материальном, так и в социальном

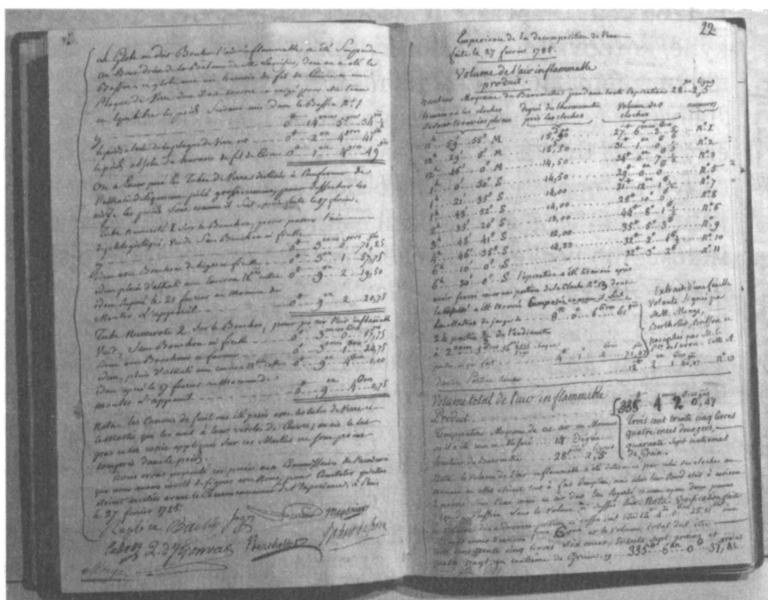
### **ЛАВУАЗЬЕ ПИСАТЕЛЬ**

Может показаться как минимум странным утверждение, что человек, известный своей строгостью в вопросах использования научного метода во всех возможных областях, которыми он занимался, был прежде всего хорошим писателем. У Лавуазье присутствовал врожденный дар слова, который он еще и развивал на протяжении всей своей жизни, особенно во время изучения права, когда ему стало ясно, как важно находить правильное слово для каждой ситуации. В «*Элементарном курсе химии*» Лавуазье писал: «Поскольку именно слова содержат и передают идеи, отсюда вытекает, что какими бы точными ни были факты, какими бы справедливыми ни были идеи, рожденные из этих фактов, если не усовершенствовать язык, слова будут передавать лишь ложные впечатления».

Вся важность ясного и четкого описания результатов опытов ученого становится понятной, если сравнить ее с зашифрованным языком, который использовали алхимики и их наследники, включая великого Ньютона. Чтобы оценить писательские таланты Лавуазье, достаточно прочесть несколько его текстов: контраст с текстами его современников или текстами Ньютона будет поразительным. То, что Лавуазье писал более 200 лет назад, актуально до сих пор. Точное и уважительное описание результатов, полученных учеными ранее, детальное и при этом легкое для чтения описание опытов, обоснованные выводы. Вне всяких сомнений, Лавуазье понимал ценность слов и умел их употреблять.

плане. Все его труды наполнены светом разума и свободны от любых предрассудков.

Разнообразие и размах изучаемых вопросов, о которых он писал, доклады в Академию наук удивительны: от недавно изобретенных Монгольфье воздушных шаров до угольных шахт. Разработка таблицы плотностей множества жидкостей, в частности воды разного происхождения, изучение разных моделей гидрометров, производство крахмала и мыла, теория цвета, различные краски, ископаемые, стали, модели инвалидных кресел, разработка обивок и ковров, изучение образования кристаллов, тушь... и многое другое. В изучении всех этих вопросов Лавуазье применял один и тот же подход: собирал исчерпывающее количество информации по теме, изучал проблему со строго на-



Рабочая тетрадь Лавуазье с записями от 27 февраля 1787 года — об опыте по разложению воды.

учной точки зрения и использовал свои технические и административные способности для получения наилучшего результата при минимуме затрат.

Некоторым из успешно завершенных проектов Лавуазье уделял больше внимания, поскольку считал их более срочными или интересными, но ни к одному из своих начинаний он не подходил легкомысленно. Поскольку ученый получал от государства зарплату за работу в Генеральном откупе и в Управлении порохов и селитр, разумеется, этим учреждениям он посвящал большую часть времени, однако душу и денежные средства он вложил в свой личный проект в имении во Фрешине.

## **ФИНАНСЫ И НАЛОГИ**

В 1768 году Лавуазье приобрел часть доли в Генеральном откупе, которую позднее выкупил целиком. Генеральные откупщики собирали налоги, но также были банкирами государства. Лавуазье должен был внести 520 000 ливров, которые обещали ему доход от 4 до 6%. Сразу после вступления в Генеральный откуп он провел несколько исследований, посвященных разным аспектам деятельности данного учреждения, и предложил множество реформ, нацеленных на повышение его эффективности. Лавуазье сразу же начал борьбу с друзьями и родственниками придворных, получавших слишком щедрый годовой доход, не внося изначального капитала и не проведя какой-либо работы. С другой стороны, поняв разнородный характер системы сбора налогов, которая способствовала несправедливостям и благоприятствовала контрабанде, он выступил за отмену внутренних границ — главную причину неравенств.

Когда Лавуазье вступил в Генеральный откуп, контрабанда, приносявшая большой доход, была широко распространена, поскольку в зависимости от провинции на один и тот же товар налоги могли различаться в пять раз. До прихода Лавуазье единственным средством борьбы с контрабандой в этом учреждении было ужесточение наказаний: за более легкие преступления са-

жали в тюрьму, за более тяжелые могли приговорить к смертной казни. За годы своего существования Генеральный откуп превратился в объект ненависти не только из-за несправедливой системы сбора налогов, но также из-за продажности многих его членов, которые спешили вернуть вложенные деньги. Кроме того, поскольку система не предусматривала сбора налогов со знати и духовенства, самые бедные граждане третьего сословия чувствовали себя взятыми за горло, поскольку являлись единственными плательщиками налогов.

Лавуазье был членом многих комитетов в Генеральном откупе, посвященных табаку, соли, экспорту и рабочей силе, и провел исчерпывающие исследования деятельности этого учреждения в названных областях, предложив множество разумных реформ. За одно из предложений ученый заплатил, однако, слишком высокую цену. Поскольку он контролировал получение налогов с продаваемых в Париже товаров, то убедился, что с каждой пятой продажи налоги не платились. Таким образом наносился ущерб доходам Генерального откупа и тем торговцам, которые платили налоги и с этой точки зрения работали в менее выгодных условиях. Для решения данной проблемы Лавуазье предложил выстроить стену вокруг города, чтобы контролировать доступ в город товаров и людей.

В дальнейшем, когда Лавуазье перестал отвечать за эти налоги, его идею подхватил Калонн, который в то время был министром. Он поручил архитектору Клоду Николя Леду выстроить стену. Тот осуществил нелепый проект, потребовавший 30 млн ливров — сумму, которая превосходила предполагаемый сбор налогов. Результат работы архитектора подвергся жесткой критике, и ответственность была возложена на Лавуазье, хотя он не разрабатывал стену и не принимал окончательного решения о ее возведении. Говорили, будто стена была сделана для того, чтобы запереть горожан и помешать разреженному воздуху выходить из города, а свежему — входить. Дело получило такой широкий резонанс, что даже породило искусную скороговорку: «От стены, замуровавшей Париж, стенает Париж». Было даже объявлено, что виновный в этой нелепости будет повешен. Конечно, Лавуазье не повесили, но инцидент не забыли, и спу-

стя годы он фигурировал в качестве одного из «преступлений», в которых Марат обвинял ученого в своей газете *«Друг народа»*.

Швейцарский банкир Жак Неккер, будучи министром финансов, понял, что методы работы Генерального откупа устарели, и предпринял ряд глубоких реформ. Благодаря его изменениям учреждение стало напоминать то, что сегодня называется государственным казначейством в демократической стране. Например, прибыль от сбора налогов перестала исключительно принадлежать откупщикам: 50 % отошло государству. Но реформа была осуществлена слишком поздно, в беспокойное время, после взятия Бастилии, и судьба Генерального откупа и откупщиков была решена.

Лавуазье честно исполнял свою работу в Генеральном откупе, но ему не удалось избежать ненависти, которую заслужили его предшественники на данном посту, и за это он заплатил сполна 8 мая 1794 года на площади Революции, вместе с другими 27 членами Генерального откупа.

## **УПРАВЛЕНИЕ ПОРОХОВ И СЕЛИТР**

После восхождения на трон Людовик XVI назначил физиократа Жака Тюрго министром финансов, поручив ему пополнить казну государства. Тюрго намеревался осуществить глобальные реформы не только в этой области, но также и во всем французском обществе, упразднив часть привилегий знати и духовенства. Одним из его первых решений было создание Управления порохов и селитр в 1775 году.

Тюрго начал реформаторскую деятельность с особым рвением, в частности направил ее на борьбу с придворными бездельниками, чьи общие доходы были сопоставимы со всеми остальными расходами государства. Чтобы улучшить состояние казны, Тюрго стремился резко уменьшить количество придворных; он также попытался контролировать причуды Марии-Антуанетты, связанные с немалыми расходами. Но новоявленный



**ВВЕРХУ СЛЕВА:**  
Портрет ученого,  
написанный  
в 1793 году,  
когда он уже  
находился  
в тюрьме.

**ВВЕРХУ СПРАВА:**  
Бронзовая  
статуя Лавуазье,  
произведение  
Жюль Далу  
(1838—1902).  
Музей Лувра,  
Париж.

**ВНИЗУ:**  
Гравюра,  
изображающая  
процесс,  
который вела  
Республика  
против Лавуазье  
(он стоит слева).

министр финансов не рассчитал сил или не осознал слабость короля, который под сильнейшим давлением двора отстранил его от должности. Тюрго пробыл на этом посту менее двух лет.

К счастью, функционирование Управления порохов и селитр не пострадало от его увольнения, и результаты деятельности Лавуазье в Арсенале были уничтожены лишь после казни короля, королевы и самого ученого. Работа, проведенная Лавуазье, сыграла определяющую роль в стремительном восхождении маленького и честолюбивого корсиканского генерала, который в итоге завоевал почти всю Европу.

На посту руководителя Управления порохов и селитр Лавуазье проявил не только управленческие и экономические способности, но также и свой гений в области химии. Полученные им результаты были исключительными: снижение себестоимости пороха, невероятный рост его производства и в итоге экономия в 5 млн ливров в 1788 году, вместо покупки этого вещества по баснословным ценам у иностранных поставщиков. Порох был продан американским колониям во время Войны за независимость, что принесло выгоду не только экономической, но и стратегическую в области французской внешней политики (в то время Франция являлась непримиримым врагом Англии и, соответственно, союзником ее врагов, восставших колоний). Кроме того, улучшение качества пороха привело к тому, что возросла дальность действия использовавшего его оружия. За время, проведенное Лавуазье в Арсенале, экономия для государственной казны составила около 28 млн ливров. Самое главное — французская армия перестала быть уязвимой. На самом деле победы Наполеона не были бы возможны без пороха Лавуазье.

Однажды ученый чуть не погиб на работе. В 1788 году он вместе с женой осматривал завод в Эсоне, где лично инспектировал производство пороха. Во время опыта с целью проверки эффективности хлората калия — нового соединения, открытого Бертолле, — для замены селитры произошел несчастный случай. Управляющий заводом и сестра одного из уполномоченных погибли. Лавуазье едва не постигла та же участь, он задержался на завтраке. Тем не менее это происшествие не обе-

## ДЮПОН ДЕ НЕМУР И ЛАВУАЗЬЕ

Экономист, поэт и начинающий ученый Пьер Самюэль Дюпон де Немур (1739–1817) был горячим почитателем Лавуазье, страстным приверженцем его теорий и человеком, который самым впечатляющим образом описал его работу: «Современная химия, изобретенная Лавуазье, сняла покров, которым природа укрывала элементы и соединения тел». С семьей Лавуазье его связывала тесная дружба, Антуан стал крестным отцом его сына Элетера Ирене. Когда повзрослевший молодой человек искал способ заработать деньги, необходимые для свадьбы, Лавуазье, считавший его собственным сыном, нанял его в качестве ученика на пороховой завод в Эсоне. Дюпон де Немур вначале был рьяным поклонником Революции, однако перестал поддерживать ее, когда она обернулась реками крови во время Террора. Вместе со своим сыном Элетером Ирене он защищал короля Людовика XVI и королеву Марию-Антуанетту во время штурма дворца Тюильри в августе 1792 года. Дюпон де Немур был арестован вскоре после Лавуазье и избежал той же трагической участи только благодаря окончанию Террора.



Дюпон де Немур.

### История под покровом молчания

Отношения Дюпона де Немура и семьи Лавуазье скрывают тайну, о которой умалчивалось долгие годы. Из переписки Дюпона де Немура ясно, что с 1781 года он являлся возлюбленным Марии Лавуазье. Похоже, Антуан знал об этом, что не помешало его дружбе с Пьером Самюэлем, а Мария продолжала быть самым полезным помощником своего мужа. К тому времени, когда Мария и Пьер Самюэль были освобождены из-под ареста, мадам Дюпон де Немур тоже умерла, и экономист попытался убедить вдову Антуана выйти за него замуж. Однако по неизвестным причинам она ему отказала. Дюпон де Немур был до такой степени задет этим отказом, что попросил своего сына, который на тот момент уже жил в недавно обретенных независимости американских колониях, изменить название принадлежавшего ему порохового завода. Сам молодой человек хотел назвать предприятие «Лавуазье» — в честь своего учителя и крестного отца. С этого завода и началась история всемирно известной компании «Дюпон», которая по сей день является одним из самых крупных производителей пороха.

скуражило ученого: напротив, оно подтолкнуло его к принятию исключительных мер безопасности для предупреждения подобных инцидентов. Использование хлората калия в итоге было признано невыгодным.

## **ТЮРЬМЫ И БОЛЬНИЦЫ**

В 1780 году недавно назначенный министр Жак Неккер по просьбе своей супруги заказал Академии наук отчет о тюрьмах в Париже, так как их состояние вызывало недовольство граждан. Поскольку в качестве откупщика Лавуазье объездил всю Францию, у него уже была возможность наблюдать плачевное состояние тюремной системы страны. Впрочем, оно мало отличалось от положения дел в других странах, за исключением Германии и Голландии, где арестованные содержались в приличных условиях, неплохо питались и, кроме того, даже занимались полезными работами.

В ответ на запрос Неккера была сформирована комиссия, а координация ее работы была поручена Лавуазье, который, кроме того, должен был составить отчет. Первая трудность, с которой столкнулись члены комиссии и их помощники, состояла в том, чтобы попасть на территорию тюрем, в чем им чинили препятствия. По всей видимости, ответственные за тюрьмы отдавали себе отчет в плачевном состоянии помещений и не хотели огласки. Но это не обескуражило Лавуазье, который решил проблему со свойственной ему учтивостью и решительностью, подкрепленными к тому же королевским указом.

Как и следовало ожидать, в отчете содержалось подробное и неопровержимое описание условий содержания заключенных. Они вынуждены были стоять или сидеть, даже во время сна; жили среди грязи и помоев и, разумеется, страдали от чешотки и педикулеза. Камеры никогда не убирались, отхожих мест не существовало, заключенные с трудом могли помыться.

Кроме того, осужденные и подследственные, военные и гражданские, убийцы и воры содержались вместе.

Описав реальное положение дел, Лавуазье представил также полный план переоборудования тюрем, который предполагал обеспечение водой, подвод канализации и вентиляции, обустройство дворов для прогулок и спальных мест в камерах для заключенных. Он напомнил об очевидной истине: заключенные — не животные, а французские граждане, которые после отбытия наказания должны снова стать частью общества. Хотя отчет и план Лавуазье были приняты очень благосклонно, отставка Неккера в 1781 году помешала немедленному осуществлению проекта. Тем не менее полученные через десять лет средства позволили наконец реализовать предложения Лавуазье.

В 1787 году был также заказан подобный отчет о состоянии больниц Парижа, в частности больницы Отель-Дье — самой большой и при этом знаменитой своим плачевным положением дел. Как и в случае с тюрьмами, Лавуазье посвятил почти год изучению ситуации и выявлению самых серьезных недостатков: нехватка коек (некоторые больницы принимали в три раза больше пациентов, нежели имели кроватей), почти полное отсутствие гигиены, смешанное содержание больных: раненые, инфекционные, сумасшедшие, дети, старики — все располагались как придется. Такие условия превращали больницу скорее в место для смерти, а не для лечения.

Изучив ситуацию в других странах Европы и убедившись в превосходстве в данном вопросе некоторых из них, особенно Англии, Лавуазье разработал план по улучшению больниц, попытавшись удовлетворить самые насущные нужды с наименьшими затратами для государственной казны. С такой целью он предложил построить четыре больницы за пределами Парижа, в четырех оптимальных местах, предварительно разработав концепцию уборки и проветривания помещений. Лавуазье решил, что старая больница Отель-Дье не подлежит переделке, и предложил ее снести. Отчет снова был принят благосклонно, но казна еще больше опустела со времени отчета ученого о состоянии тюрем. Некоторое время спустя его план по улучше-

нию больничных условий был осуществлен, но он уже не смог этого увидеть.

## **САМЫЙ АМБИЦИОЗНЫЙ ОПЫТ: ФРЕШИН**

Своим состоянием предки Лавуазье были обязаны сельскому хозяйству, и его отец не забывал о своих корнях. Поэтому Антуан в детстве и юности постоянно бывал в семейном имении в Вилле-Котре. Постепенно вкус к сельской жизни привел его к разработке масштабного по времени, пространству и финансовым вложениям проекта, направленного на улучшение сельскохозяйственного производства и животноводства.

**Богатый собственник не может извлекать пользу и улучшать свое имение, не распространяя вокруг достаток и счастье; обильная и богатая растительность, многочисленное население и процветание станут наградой за его труды.**

**АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ**

Лавуазье исколесил всю Францию, путешествуя с Геттаром, а также совершая поездки по делам Генерального откупа и Академии наук. Из этих поездок он понял, что главное богатство страны заключается в ее сельском хозяйстве. Лавуазье также увидел, в каких ужасных условиях жили большинство крестьян. Осознав эту ситуацию, он, возможно, наметил решения для большинства проблем, от которых страдало сельское хозяйство. В 1778 году ученый купил имение во Фрешине, которое располагалось между Блуа и Вандомом. В то время немало аристократов и высоких государственных чиновников жили в Париже и владели поместьями за пределами столицы. Для многих эти имения были местом веселого времяпрепровождения и отдыха от хлопот королевского двора, другие видели в них способ приумножить свои доходы. Лавуазье, покупая имение, преследовал совсем иную цель. Прежде всего, он по-

старался собрать информацию о стоимости и выгодах сельскохозяйственного производства.

На основе полученных данных ученый собирался осуществить свой самый амбициозный опыт, целью которого было улучшение сельскохозяйственного производства. Применяв научный метод и посчитав результаты, он предположил, что можно изменить следующие показатели: виды растений, виды и количество поголовья скота (коров и баранов), частоту и вид удобрений, площадь земель, отведенных под поля и пастбища, и так далее. Промежуток времени, за который можно было наблюдать результаты проведенных изменений, зависел от сезона сбора урожая — Лавуазье собирался работать циклами каждый год.

После покупки поместья он прежде всего составил его подробную карту и разделил территорию на части — с целью на каждой из них выращивать отдельный вид сельскохозяйственной культуры. Поскольку необходимо было учесть множество факторов, Лавуазье был вынужден взять в аренду еще и соседнюю землю, чтобы результатов не пришлось ждать слишком долго. Кроме того, он понял, почему именно крестьяне больше всех противились переменам: на исправление ошибки в подобных вещах требуется не меньше года, и такая ситуация могла привести к голоду и нищете. Он также скоро осознал, что даже во время самого удачного сбора урожая и продажи сельскохозяйственной продукции по лучшим ценам прибыль никогда не превышает 5%. Следовательно, получить выгоду и привлечь инвесторов не так-то просто.

Помимо прочего нужно было учитывать неурожай и то, что называлось «черными годами» из-за засухи или эпидемий. Если для инвестора это означало потерю прибыли или просто убыток, то крестьянам и их семьям такие ситуации сулили голод. Согласно некоторым историкам, засуха 1785 года явилась одной из причин Революции, которая привела к взятию Бастилии несколькими годами позже. Провинции Блуа в то время повезло иметь среди своих жителей героя нашей книги, который одолжил властям 10 000 ливров без процентов, чтобы

люди не умерли с голоду. И местные крестьяне никогда не забыли этого поступка Лавуазье.

Но даже в годы хорошего урожая нехватка инвестиций влекла за собой понижение среднего дохода, а значит, и прибыли. Ситуация была очень сложной, и работать над ней следовало с нескольких сторон. Мало было улучшить способ возделывания земель, требовалось еще сделать более доступными кредиты по низким ставкам для крестьян, чтобы они бережно относились к собственности и не страдали от голода в годы неурожая. Также в преобразованиях нуждалась и жесткая система налогов, которые во Франции лежали только на третьем сословии, то есть по большей части на крестьянах. Последние, кроме того, были и самой уязвимой частью населения, поскольку трудились в сфере с самой низкой доходностью и больше всего зависели от непредвиденных обстоятельств, таких как, например, суровые метеорологические условия. Эти особенности надо было принять во внимание при разработке и сборе налогов. Наконец, чтобы покончить с нищетой, в которой жили большинство крестьян, следовало предусмотреть для них возможность образования, медицинских услуг и помощи в постройке жилья. Целью Лавуазье, помимо сельскохозяйственного опыта, было проведение серьезного преобразования крестьянской жизни.

Несмотря на то что в изменениях нуждалось бесконечное количество аспектов, Лавуазье не забыл о первоначальной цели своего опыта, направленной на улучшение сельскохозяйственного производства. Для этого он провел небольшие изменения с тем, чтобы получать больше доходов. Ученый лично следил за их внедрением, приезжая в имение раз в две или три недели, обычно во время сбора урожая. Кроме того, он тщательно изучал письменные отчеты, которые ему посылали. В итоге ему удалось удвоить производство. Во Франции и во Фрешине до того, как Лавуазье принялся за работу, урожай пшеницы был в среднем в пять раз больше по отношению к посеянному зерну. Через 15 лет, в 1793-м, в этот последний перед казнью Лавуазье год, урожай был в десять раз больше относительно посеянного зерна.

Необходимо помнить, что помимо работы ученого в Генеральном откупе, в Академии наук, в Управлении порохов и селитр, Лавуазье осуществлял этот масштабный эксперимент одновременно с разработкой теории горения, разложением и образованием воды, развенчанием теории флогистона и составлением химической номенклатуры.

## **О ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ БОГАТСТВАХ ФРАНЦУЗСКОГО КОРОЛЕВСТВА**

В 1788 году Лавуазье посчитал для себя возможным составить предварительный отчет о результатах своего опыта по улучшению сельскохозяйственной деятельности и возделыванию земли имения Фрешин, который он и представил Академии. Со времени покупки имения прошло десять лет непрерывной работы, однако Лавуазье был уверен, что для получения окончательных выводов необходимо продлить эксперимент еще на многие годы.

Он не был удовлетворен уже сделанным, его любопытство и жажда улучшения страны были неутолимы, и после представления результатов, полученных во Фрешине, ученый обратился к еще более масштабному проекту. Лавуазье провел исследование и, основываясь на полученных результатах, составил отчет, в котором определял территориальные богатства Франции. Целью данного отчета было преумножение этих богатств и в итоге улучшение качества жизни его соотечественников, особенно представителей самых неблагополучных сословий. Информацию для отчета собирали разные люди в течение многих лет, но именно Лавуазье обработал и упорядочил данные для окончательного представления их в этом документе.

Ни в одной другой стране на тот момент не существовало исследования такого размаха; институты статистики и перепись населения возникли только два века спустя. Отчет же Лавуазье начинался с полной переписи французского населения (кото-

## МАРАТ, ДРУГ НАРОДА

Хотя они и родились в один год, пути Жан-Поля Марата (1743–1793) и Антуана де Лавуазье пересеклись лишь в 1778 году, когда Марат представил свое исследование об «огненном флюиде» в Академии наук. Последний в то время зарабатывал на жизнь врачебной практикой в Париже, имея диплом шотландского университета Сент-Эндрюс, где он никогда не учился. Но Марата все больше интересовала наука, он мечтал о карьере в Академии наук, для чего изучал очень модные в то время темы природы света, тепла и огня. После положительной оценки его первого отчета он представил еще один, содержащий живописные теории, связанные с теплом, однако его выводы были отвергнуты комиссией Академии. Марат утверждал, что опубликовал свое исследование по поручению Парижской академии, однако она от этого официально отреклась. После падения монархии Марат стал членом Национального Конвента, но его истинная власть заключалась в язвительном стиле редактора газеты «Друг народа», на страницах которой приговаривали к смерти беспощаднее грозного Комитета общественного спасения. В январе 1791 года он написал в этой газете: «Я изобличаю вас, корифей шарлатанов, господин Лавуазье, сын ростовщика, начинающий химик, ученик женеvского спекулянта-откупщика, глава порохов и селитр, распорядитель Национального казначейства, королевский секретарь, член Академии наук. Поверите ли Вы, дорогой друг, что этот

рое в то время насчитывало 25 млн жителей), разделенного по полу, возрасту, семейному положению и роду деятельности. Также была подробно разобрана тема производства потребляемых благ, начиная с основных: питание (пшеница, рис, другие злаки, молоко, вино, сыры, фрукты, овощи, зелень, рыба, разные виды мяса), дрова, одежда и скот (отдельно коровы и бараны). Эти данные позволили впервые оценить средний доход в стране на душу населения.

Отчет Лавуазье стал первым документом такого рода; он являлся образцом лаконичности и ясности, относительно легким для чтения, хотя и состоящим из большого количества данных. Это была прекрасная основа для выработки стратегии развития страны. Лавуазье представил отчет Национальному учредительному собранию 15 марта 1791 года – в беспокойные дни, предшествовавшие падению монархии. Ученый действо-

маленький господин, имеющий ренту в 50 000 экю и известный лишь тем, что превратил Париж в тюрьму, преградив путь воздуху стеной, которая обошлась бедному народу в 33 миллиона, а также тем, что доставил порох из Арсенала в Бастилию в ночь с 12 на 13 июля, ведет дьявольские интриги для избрания в департамент Париж? Хорошее приобретение мы получим!»  
Участь Лавуазье была решена. Но ядовитое перо Марата предредило и его собственную судьбу: 13 июля 1793 года, когда он принимал ванну для успокоения кожной экземы, его настиг удар кинжала Шарлотты Корде, симпатизировавшей жирондистам.



Смерть Марата, картина Жака Луи Давида.

вал в качестве члена Национального казначейства, прообраза Банка Франции. Его отчет представлял собой первый шаг проекта амбициозной экономической реформы.

Но Лавуазье не увидел плодов своей работы. Двумя месяцами ранее Марат опубликовал ядовитое письмо против него в своей газете *«Друг народа»*. Все, что ученый сделал для страны и продолжал делать, не спасло его от смерти.

## ПУБЛИЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Самый удивительный и малоизвестный аспект работы Лавуазье в качестве общественного деятеля связан с публичным образованием, которое, по его мнению, должно было стать светским,

бесплатным и всеобщим, без социального и полового ценза. Здесь он оказался впереди всех революционеров, которые полагали, что сначала должны быть реализованы права мужчин.

Слова Лавуазье по поводу истории образования послужили основой для красноречивой речи в суде в его защиту и подчеркнули антиклерикализм ученого, тщательно скрывааемый частью его биографов. Так, в «*Размышлениях о плане публичного образования*» — отчете, представленном Талейраном Национальному учредительному собранию в сентябре 1791 года, — он утверждал:

«Публичное образование в том виде, в каком оно представлено почти во всей Европе, вероятно, существует не для воспитания граждан, а для того, чтобы учить священников, монахов и теологов. [...] Публичное образование не должно иметь целью образование священников, уже давно в колледжах учатся лишь те, кому уготован духовный сан; и поскольку церковный сан всегда был дорогой к почестям и состоянию, католические народы естественным образом разделились на два класса — церковный, в котором сосредоточено образование, и непросвещенный, составляющий остальную часть населения. [...] Духу Церкви противны всякие нововведения. [...] Именно поэтому — сначала по воле случая, а затем более чем осмысленно — все, что могло разрушить ошибки и предрассудки, было уничтожено руками тех, кто был заинтересован в их распространении. Этот период (почти 16 веков, потерянных для разума и философии), во время которого практически не было развития человеческого духа, а порой и вовсе наблюдалось движение назад, навсегда останется в истории человечества, и мы должны осознать, какими великими окажутся в глазах потомков те, кто разрушит эти старинные памятники невежества и варварства».

Заявив таким образом о своих намерениях, Лавуазье приступил к разработке национального плана образования по просьбе Консультационного бюро искусств и ремесел. Этот документ был представлен в августе 1793 года без упоминания

имени автора. Удивительно, что заботясь об авторском праве своих научных работ, Лавуазье проявлял равнодушие к своей известности как автора в других областях. В отчете было проанализировано не только все образование, но также наука и техника.

Нация, науки и ремесла которой пребывают в состоянии застоя, будет скоро превзойдена соперничающими нациями и постепенно лишится конкурентоспособности; ее торговля, сила, богатства перейдут в чужие руки, и она станет легкой добычей любого, кто захочет ее завоевать.

АНТУАН ДЕ ЛАВУАЗЬЕ

Первая часть отчета была посвящена первичному образованию и обучению профессиям. Хотя Лавуазье допускал, что каждый ребенок обладает разными талантами, он доказывал необходимость равных возможностей, выступая за бесплатное и всеобщее образование, включающее чтение, письмо, арифметику, элементы геометрии, ботанику, естественную историю и сельское хозяйство. В качестве отдыха он предлагал работу с деревом и металлом. Дальнейшее образование Лавуазье думал разделить на два вида: одно предназначалось для будущих государственных служащих и включало изучение языков и литературы, второе было связано с искусствами и ремеслами. Первое готовило для университета, а второе — для еще не существующих центров, которые должны были предоставлять техническое образование (как сегодняшние центры профессионального образования), доступное как для мальчиков, так и для девочек. По мнению ученого, подобных центров нигде не существовало, потому что ни одна нация серьезно не занималась профессиональной подготовкой квалифицированных специалистов.

Но у Лавуазье были еще более честолюбивые цели: его интересовало не просто образование отдельных индивидов, но образование целой нации и всего человечества. Он разработал детальные предложения, касающиеся первичного об-

разования, а также второй ступени — от начальной школы до университета, — указав количество и наиболее подходящие месторасположения школ и лицеев. Кроме того, содержание программы и организация центров предполагали педагогические правила, которые, кажется, скорее принадлежат XXI веку, а не XVIII столетию. Например, Лавуазье утверждал, что в начальной школе уроки по одному предмету не должны быть слишком длинными, потому что внимание детей сложно удержать надолго. К тому же он рекомендовал чередовать уроки чтения, письма и арифметики с уроками естественной истории, посвященными изучению животных и растений; также Лавуазье выступал за введение в учебный план экскурсий по достопримечательностям и природным объектам. Во времена, когда единственным образовательным принципом было телесное наказание, ученый предложил предоставить самим школярам право наказывать. Он также выступал за комплексную подготовку в области технических и гуманитарных наук.

С другой стороны, Лавуазье считал, что обязанность государства не ограничивается распространением знаний, но также заключается в их приумножении, и для этого он предлагал создать исследовательские институты. Он был сторонником сотрудничества науки и техники как залога развития страны. Более того, Лавуазье пошел еще дальше, утверждая, что научная деятельность — это работа команды и, следовательно, ученым необходимо идти на сотрудничество:

«Цель не будет достигнута, если ученые и ремесленники, призванные развивать человеческие знания, будут оставаться обособленными или продолжать жить среди людей, имеющих одинаковое образование, одну сферу деятельности и единый уровень знаний. Ведь все области знания связаны: одна область не может совершить большого прогресса, если другие отстают от нее; это оружие, которое должно работать на всех фронтах. Впрочем, большинство работ, которые нужно выполнить в науке и в ремеслах, требуют объединения и взаимодействия ученых. Геометр может прекрасно работать один, улучшая науку расчетов; но какая польза от этого, если физик и астроном не будут постоянно предоставлять ему

свои наблюдения и результаты опытов, которые он может применить? Что было бы с экспериментальной физикой и самой химией, если бы геометрия не ввела в обиход свои методы, строгость в умозаключениях и расчетах? Мы уже видели, что большое количество ремесел — и не самых незначительных для общества — нуждаются в поддержке почти всех наук; мы уже приводили в пример мореходное и военное искусство и могли бы привести в пример многие другие. Поэтому необходимо ученым и ремесленникам в короткие сроки объединить свои усилия, и нужно, чтобы их объединение собрало все знания, которые, кажется, не имеют между собой никаких отношений и связей».

Сегодня важность научных конференций для развития знания представляется очевидной, но поразительно, что Лавуазье настаивал на этом два века назад. Во время своей пламенной речи в Национальном Конвенте он сказал:

«Граждане представители, судьба Французской республики в ваших руках: только вы можете вывести Францию на такой уровень величия и процветания, которых еще никогда не достигала ни одна из известных нам наций. Устройте систему публичного образования со всеми его составляющими; дайте развитие ремеслам, наукам, промышленности, торговле. Посмотрите, с какой страстью нации, соперничающие с нами, ищут способы восполнить промышленностью свои недостатки в силе, населении, территориальных богатствах! Нация, науки и ремесла которой пребывают в состоянии застоя, будет скоро превзойдена соперничающими с ней народами и постепенно лишится своей конкурентоспособности; ее торговля, сила, богатства перейдут в чужие руки, и она станет легкой добычей любого, кто захочет ее завоевать. Великая китайская империя должна служить нам примером; сегодня там бытуют такие же ремесла, как и 2000 лет назад, потому что правительство остановило развитие научного гения и поставило границы, которые оказалось невозможно преодолеть. Законодатели, образование сделало Революцию; пусть оно останется среди вас залогом свободы!»

Пройдет меньше года, и граждане представители решат отрубить голову тому, кто так ревностно заботился о судьбе Франции, выступая за развитие образования и науки.

## Эпилог

Антуана де Лавуазье казнили на гильотине 8 мая 1794 года. Ему был 51 год, и он находился в самом расцвете сил. Он пал одной из последних жертв Террора, в котором захлебнулась революция, начавшаяся с водружения знамен свободы и равенства, а также взятия Бастилии 14 июля 1789 года. Затем последовала Декларация прав человека, написанная по образцу Декларации молодых независимых американских колоний. Король Людовик XVI поначалу был оставлен на троне, хотя его власть и ограничили, но подозрения в измене, голод и инфляция вызвали падение монархии и привели его на гильотину в январе 1793 года. Королеву Марию-Антуанетту постигла та же участь в октябре.

В конце концов Террор утонул в собственной крови, и Максимилиан Робеспьер, его главный вдохновитель, был казнен на гильотине 28 июля 1794 года. Но для Лавуазье это произошло слишком поздно. Он работал в столь ненавидимом учреждении, как Генеральный откуп, и у него было более чем достаточно причин лишиться головы в такое смутное время. Одна из них, стоящая особняком, заключалась в том, что ученый не был способен представить всю степень низости некоторых людей: даже не тех из них, кто обезумел от голода и нужды, а тех, кто занимал удобные посты и взращивал в себе подлость

и злопамятство. Лавуазье не сумел услышать предупреждений, которые давались ему одно за другим.

Первым «звоночком» была статья Марата в январском номере газеты *«Друг народа»*, избравшая ученого объектом своей ненависти. И это вполне объяснимо, так как Лавуазье являлся символом того, чего не смог получить Марат: признания коллег и места в храме науки. Лавуазье не обратил на его выпад никакого внимания и продолжил служить Франции, сформулировав свои взгляды на образование и науку в отчете, который представил Республике.

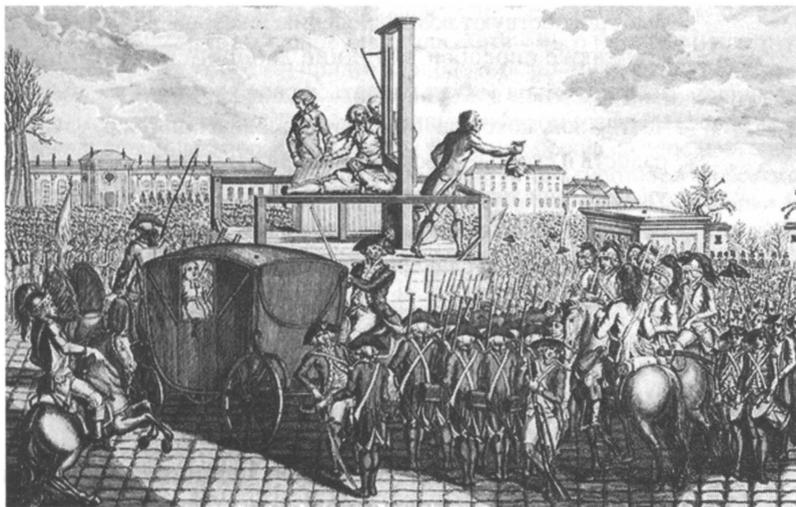
Вторым предупреждением стала инициатива его коллеги, химика Фуркруа, соавтора *«Метода химической номенклатуры»*, который в начале 1792 года предложил потребовать от академиков заявления об их лояльности Республике. Ответ Академии наук, несомненно, отражал мнение Лавуазье о том, что она оценивает не политические взгляды, а научные заслуги. Фуркруа не забыл своего унижения и стал одним из злейших врагов этого учреждения.

Однако именно красноречие художника Жака Луи Давида, друга Лавуазье, учителя Марии и их общего портретиста, нанесло решающий удар. В юности он был слишком оригинален для того, чтобы вписаться в чопорные рамки Академии художеств, и ему много раз отказывали в членстве по ничтожным причинам. И вот настал момент, когда художник произнес перед Национальным Конвентом страстную речь, в которой говорил о том, что Академия художеств, а вместе с ней и все другие академии представляют собой самый закостенелый символ старого режима, и попросил упразднить их «во имя справедливости, во имя любви к искусству и особенно во имя любви к молодости».

Декрет о закрытии академий был выпущен в августе 1793 года. Лавуазье не мог промолчать, наблюдая, по его мнению, за осквернением науки и за нападением на то, что было его домом большую часть жизни. Он сделал то, что умел делать лучше всего: стал писать послания, отчеты, меморандумы. Другие члены Академии, в отличие от него, осторожно храни-

## ГИЛЬОТИНА

Когда 1 декабря 1789 года врач Жозеф Иньяс Гийотен (1738–1814) заявил перед Национальным собранием: «Моей машиной можно снести голову в одну секунду, и вы не почувствуете боли», он не осознавал, что связал свое имя с самым крайним проявлением Революции. Этот прогрессивный медик, позднее внедривший вакцинацию во Франции, полагал, что использование этого устройства, которое он разработал вместе с хирургом Антуаном Луи, избавит приговоренных к смерти от страданий. До той поры смертная казнь выполнялась гораздо более жестоким образом: топор или меч, которые не срубали голову с первого раза, использовались для знати; простой же народ ждал повешение или четвертование. Изобретение, призванное, по мнению Гийотена, стать первым шагом к окончательной ликвидации смертной казни, превратилось в самое гнусное орудие времен Террора. От испытанного потрясения врач вместе с семьей сменил имя. Многие жертвы адской машины, среди которых были Людовик XVI и Лавуазье, лишились жизни на площади, названной площадью Революции. Лавуазье и Гийотен работали вместе в комиссии Академии, изучавшей в 1784 году случаи животного магнетизма, теорию которого создал доктор Месмер. Тогда комиссия признала Месмера шарлатаном.



Казнь Людовика XVI на площади Революции 21 января 1793 года. Позднее там же был казнен и Лавуазье.

ли молчание. Именно тогда Лавуазье как бывшего откупщика начали называть «кровопийцей» и требовать его смерти.

Ученый не отреагировал и на последнее предупреждение, когда 24 ноября вышел приказ об аресте откупщиков. Тогда у него еще была возможность бежать и спрятаться. Он не покинул Францию и даже не уехал из своего имения во Фрешине; напротив, Лавуазье написал письмо в Национальный Конвент. Оно было передано в Комитет общественного образования, который в то время возглавлял Гитон де Морво, еще один соавтор *«Метода химической номенклатуры»*. Этот «друг» не удостоил ученого ответом.

Тогда Лавуазье в порыве отваги или от нехватки здравого смысла сдался. Он был убежден, что Республика не может покарать одного из своих самых преданных и лояльных служащих, пусть он действовал и не на политической арене, а в своей лаборатории:

«Для заслуг перед человечеством и выплаты долга родине обязательно быть призванным на государственные должности, которые способствуют возникновению и возрождению империй. Физик также способен в тишине лаборатории и кабинета быть патриотом; он может надеяться своей работой уменьшить количество зол, которые поражают человеческий род, увеличить его радость и счастье. А если благодаря открытым им новым методам удастся продлить на несколько лет или хотя бы на несколько дней среднюю продолжительность жизни человека, он также может рассчитывать на славное звание благодетеля человечества».

## **ГРАЖДАНИН ЛАВУАЗЬЕ**

Существует множество документов, свидетельствующих о поведении Марии в мучительные годы Террора, рисковавшей жизнью ради спасения жизни мужа и отца. Она часто навещала их в тюрьме. Последнее письмо, посланное ей из тюрьмы, свидетельствует о благодарности Лавуазье за это отношение:

## ГРАФ ДЕ РУМФОРД

В 1804 году Мария вышла замуж за Бенджамина Томпсона, графа де Румфорда (1753–1814). Ее второй муж исправил единственную грубую ошибку Антуана: доказал, что никакого теплорода не существует. За исключением интереса к сущности тепла и окружающих физических явлений, у Лавуазье и Томпсона было мало общего, хотя их имена оказались связаны женитьбой на Марии. Тогда как самым большим стремлением Лавуазье было служение своей стране, граф предпочитал быть полезным самому себе. Румфорд побывал на грани смерти, когда в Массачусетсе его измазали дегтем и вываляли в перьях, обвиняя в измене соотечественникам; затем он был вынужден бежать из всех мест, в которых работал, обвиняемый во взяточничестве и бесчестном поведении. Но, в отличие



Граф де Румфорд, 1872 год.

от Антуана, умер граф в своей постели. Хотя у него и не было альтруистических намерений, он придумал и разработал множество полезных инструментов, дошедших до наших дней; его модель камина, например, используется до сих пор. Самым заметным вкладом графа Румфорда в науку является доказательство природы тепла как процесса передачи энергии. Оно опровергло похожую на теорию флогистона гипотезу о теплоходе, которую не смог развенчать Лавуазье. Отношения Румфорда и Марии — «женщины-дракона», как он ее называл, — закончились благодаря «теплороду», когда Мария обдала кипятком любимые розы графа...

«Моя карьера подходит к концу, и с тех пор как я узнал тебя, я наслаждался счастливым существованием, ты наполняла и наполняешь мои дни знаками своей преданности; и я навсегда сохраню чувство уважения и признательности по отношению к тебе. Моя задача выполнена, а ты еще можешь надеяться на длинную жизнь, не расточай ее понапрасну».

Но помощь Марии узникам не ограничивалась посещениями. До и после процесса она стучала во все двери, искала помощи друзей и знакомых внутри и за пределами Национального Конвента... Она требовала, угрожала, доказывала... просила справедливости, не милости. К несчастью, в тех обстоятельствах спасти Антуана де Лавуазье и Жака Польза могли только молитвы, жалобы и прошения — то, чего Мария делать не могла и не умела, будучи слишком гордой для того, чтобы унижаться перед якобинцами. И 8 мая 1794 года она видела, как ее муж и отец вместе с другими 26 откупщиками были казнены на гильотине в течение менее чем часа: на человека тратилось не более двух минут — машина доктора Гийотена действительно прекрасно работала. Из всех членов семьи присутствовала только Мария, жены других откупщиков бежали из Парижа, опасаясь, что нож гильотины может добраться и до их шеи.

Всего мгновение потребовалось им, чтобы срубить эту голову, но, может, и за 100 лет Франции не суждено породить еще одну такую.

**Жозеф Луи де Лагранж, 9 мая 1794 года**

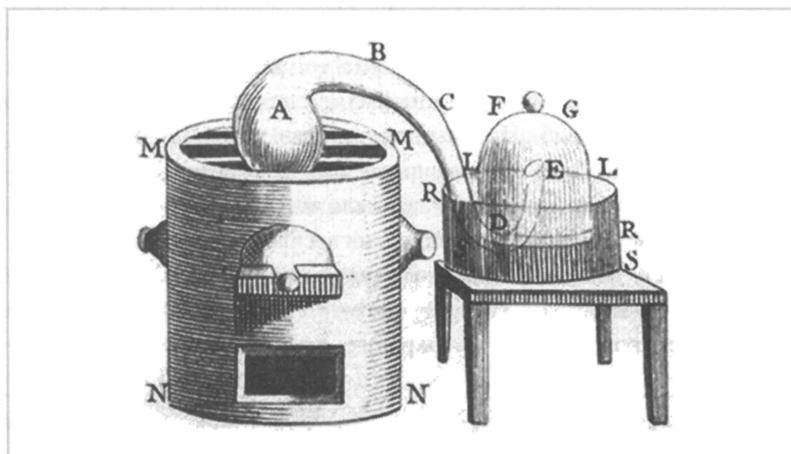
Гильотина не могла испугать Марию, арестованную после смерти мужа и отца, а после освобождения вынужденную жить на милости бывшего слуги. Когда ей было возвращены состояние и документы Антуана, она бросила все силы на то, чтобы реабилитировать имя своего мужа и завершить его работу, опубликовав *«Мемуары»* ученого. Она понимала важность наследия Лавуазье и не щадила сил на то, чтобы сохранить его. И ей это удалось.

## Приложение

### ОПЫТ ЛАВУЗЬЕ

Следующий текст представляет собой выдержку из «*Элементарного курса химии*» (1789) Лавуазье:

«Я взял реторту объемом приблизительно 36 кубических дюймов с очень длинной шейкой BCDE. Как показано на рисунке, я изогнул ее так, чтобы, поместив на печку MMNN, можно было конец



ее шейки E подвести под колокол FG, помещенный над ртутной ванной RRSS. В эту реторту я ввел четыре унции очень чистой ртути, затем, путем всасывания посредством сифона, который я ввел под колокол FG, поднял ртуть до определенного уровня LL; я тщательно отметил этот уровень полоской приклеенной бумаги, точно наблюдая при этом показания барометра и термометра. Я зажег огонь в печке MMNN и поддерживал его почти без перерыва в течение 12 дней, причем ртуть нагревалась до температуры, необходимой для ее кипения.

В течение первого дня не произошло ничего примечательного: ртуть, хотя и не кипевшая, находилась в состоянии непрерывного испарения и покрывала внутренние стенки реторты капельками, сначала очень мелкими, но постепенно увеличивающимися и, при достижении известного объема, падавшими от собственной тяжести на дно реторты и соединявшимися с остальной ртутью. На второй день я начал замечать плавающие на поверхности ртути небольшие красные частички, которые в течение четырех или пяти дней увеличивались в количестве и объеме, после чего перестали увеличиваться и оставались в неизменном виде. По прошествии 12 дней, видя, что прокаливание ртути несколько больше не прогрессирует, я потушил огонь и дал прибору остыть. Объем воздуха, содержавшегося как в реторте, так и в ее шейке и в свободной части колокола, приведенный к 28 дюймам давления и 10 градусам температуры<sup>1</sup>, был до опыта равен приблизительно 50 кубическим дюймам. По окончании операции тот же объем при том же давлении и той же температуре оказался равным всего лишь 42–43 дюймам; следовательно, произошло уменьшение приблизительно на одну шестую. С другой стороны, тщательно собрав образовавшиеся на поверхности красные частицы и отделив их, насколько было возможно, от жидкой ртути, в которой они плавали, я нашел их вес равным 45 грамам.

Мне пришлось повторить несколько раз это прокаливание ртути в замкнутых сосудах, потому что очень трудно в одном и том же опыте собрать и сохранить и воздух, в котором произво-

---

<sup>1</sup> Температурная шкала Реомюра, в которой лед тает при 0 градусов, а вода кипит при 80 градусах.

дился опыт, и красные частицы, или образовавшуюся известь ртути. Мне придется часто соединять таким образом в одном описании результаты двух или трех однородных опытов. Воздух, оставшийся после этой операции и уменьшавшийся вследствие прокаливании в нем ртути до пяти шестых своего объема, не был годен больше ни для дыхания, ни для горения; животные, вводимые в него, умирали в короткое время, горящие же предметы потухали в одно мгновение, как если бы их погружали в воду. С другой стороны, я взял 45 гранов образовавшегося во время опыта красного вещества и поместил их в маленькую стеклянную реторту, присоединенную к прибору, приспособленному для приема жидких и воздухообразных продуктов, которые могут выделяться. Когда я зажег огонь в печке, то заметил, что по мере того как красное вещество нагревалось, его цвет становился все более интенсивным. Когда затем реторта стала накаляться, красное вещество начало мало-помалу уменьшаться в объеме и через несколько минут совершенно исчезло, в то же время в небольшом приемнике собрался 41 гран жидкой ртути, а под колокол прошло 7–8 кубических дюймов упругого флюида, куда лучше способного поддерживать горение и дыхание животных, чем атмосферный воздух.

Когда, переведя некоторое количество этого воздуха в стеклянный цилиндр диаметром 1 дюйм, я опустил туда свечу, она загорелась ослепительным светом; уголь вместо того, чтобы спокойно тлеть, как в обыкновенном воздухе, горел сильным пламенем и с некоторым треском, подобно фосфору, притом с такой яркостью, которую глаза с трудом переносили. Этот воздух, который был открыт почти в одно время Пристли, Шееле и мною<sup>2</sup>, был назван первым дефлогистированным воздухом, вторым — огненным воздухом. Сначала я дал ему название в высшей степени легко вдыхаемого или весьма удобовдыхаемого воздуха; впоследствии оно было заменено названием жизненный, или живительный, воздух. Мы увидим сейчас, что надо понимать под этими названиями.

---

<sup>2</sup> Это запоздавшая отсылка к Пристли и Шееле не положила конец спорам, которые преследовали Лавуазье всю жизнь и продолжились и после его смерти.

Вдумываясь в обстоятельства, сопровождавшие этот опыт, можно видеть, что ртуть при прокаливании поглощает здоровую, годную для дыхания часть воздуха, или, выражаясь более точно, основное начало этой годной для дыхания части воздуха; оставшаяся часть воздуха представляет собой какое-то вредное выделение, неспособное поддерживать горение и дыхание; следовательно, атмосферный воздух состоит из двух упругих флюидов различного и, так сказать, взаимно противоположного характера. Доказательством этой весьма важной истины является то, что если соединить опять оба упругих флюида, полученных, как указано выше, отдельно один от другого, то есть 42 кубических дюйма вредного, негодного для дыхания воздуха и 8 кубических дюймов воздуха, поддерживающего дыхание, то получается воздух, во всем схожий с атмосферным, пригодный почти в такой же степени для горения и прокалывания металлов».

## Список рекомендуемой литературы

- ASIMOV, I., *Breve historia de la química*, Alianza Editorial, 2006.
- GAMOW, G., *Biografía de la física*, Madrid, Alianza Editorial, 2007.
- GRIBBIN, J., *Historia de la ciencia, 1543-2001*, Barcelona, Crítica, 2003.
- LAVOISIER, A.-L., *Tratado elemental de química*, Barcelona, Crítica, 2007.
- LEICESTER, H.M., «Lavoisier y la fundación de la química moderna», capítulo 15 de *Panorama histórico de la química*, Madrid, Editorial Alhambra, 1967.
- MARTÍN, G., *La química de Lavoisier*, La Orotava (Tenerife), Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2004.
- PELLÓN, I., *Lavoisier: un químico ilustrado*, Madrid, Nivola, 2002.



## Указатель

- Агрикола, Георг Бауэр 33  
азот 56, 84, 93  
алмазы 9, 13, 39, 43–47, 52  
алхимия 7, 8, 15, 28, 29, 33, 81, 83,  
91, 98, 114  
Амерваль, граф д' 35  
Анаксагор 97  
Англия 41, 59, 75, 120, 123  
Аристотель 29  
Арланд, Франсуа д' 73  
Арсенал, лаборатория 9, 13, 18, 39,  
65–69, 89, 107, 120  
ассигнации 92  
аэростаты 11, 73, 115
- Байен, Пьер 57  
Байи, Жан Сильвен 103  
барометр 23, 142  
Бастилия 92, 118, 125, 129, 135  
Бертолле, Клод Луи 68, 81, 83, 85,  
120  
Бехер, Иоганн Иоахим 30  
Блэк, Джозеф 46, 47, 49, 53, 54, 57,  
59, 71, 81, 97, 100, 104  
Бойль, Роберт 29, 30, 43, 84  
больницы 11, 13, 123
- Бриссон, Матюрен Жак 44  
брожение 49, 53, 94, 96, 97  
Буке, Жан-Батист 35, 67
- Ван Гельмонт, Ян Баптист 30, 36,  
48, 49, 91  
весы 11, 38, 69, 87, 96  
Вилле-Котре 17, 124  
вода 31, 36, 74–78, 115  
обеспечение водой 13, 21, 123  
разложение воды 13, 78, 93,  
115  
водород 73, 75, 84, 88, 93, 94, 98,  
108, 109  
воздух 7, 9, 29, 30, 42, 43, 46, 47, 49,  
68, 77, 83, 84, 102, 108, 117, 129,  
142–144  
азотистый 60, 62  
горючий 9, 74–77, 94  
дефлогистированный 62, 76,  
86, 143  
обычный 9, 49, 51, 54, 59, 60–  
62, 70, 74, 91  
удобовдыхаемый 62, 69, 70, 71,  
144, 144

- фиксируемый 9, 10, 46, 51, 54, 62, 71, 102, 105–106
- газ 30, 42, 46–50, 56, 58, 60, 65, 70, 73, 75–77, 90, 91, 93, 94, 102, 107
- газометр 11, 65, 69, 87, 96, 97
- Галилей 32
- Гейлс, Стивен 46–49, 51, 53, 54, 58–59
- Генеральные Штаты 17, 92
- Генеральный откуп 9, 11, 34, 35, 41, 113, 116–118, 124, 135
- геология 20, 22, 23
- Геттар, Жан-Этьен 8, 13, 20, 22–24, 28, 33, 124
- Гийотен, Жозеф Иньяс 103, 137, 140
- гильотина 137, 140
- гипс 13, 24–25
- Гитон де Морво, Луи Бернар 42, 83, 85, 138
- горение 10, 32, 42, 47, 49, 51, 54, 58, 61, 62, 69, 70, 71, 72, 76, 102, 105
- Давид, Жак Луи 41, 89, 129, 136
- Дарсе, Жан 43, 103
- Декларация прав человека и гражданина 135
- десятичная метрическая система 100–101
- Дидро, Дени 68, 82
- диоксид углерода 10, 46, 52
- дыхание 10, 13, 79, 88, 89, 92, 100, 109, 113, 125, 133, 137
- Дэви, Гемфри 98
- Дюпон де Немур, Пьер Самюэль и Элетер Ирене 121
- животноводство 71, 124–127
- животный магнетизм 11, 103, 137
- Жюссю́е, Бернар де и Антуан Лоран де 20, 103
- закон сохранения массы 10, 52, 97, 98
- известь 26, 32, 37, 42, 48, 50, 51, 54, 60, 62, 69, 70, 71, 78, 85, 86
- Кавендиш, Генри 30, 75–77, 93, 97
- Каде де Гассикур, Луи Клод 43, 44
- Калонн, Шарль-Александр де 117
- Кант, Иммануил 32
- Керр, Роберт 88
- Кирван, Ричард 55, 66
- кислород 9, 10, 13, 32, 39, 47, 52, 55, 56, 58, 60–62, 69, 70, 71, 74, 77, 84, 86, 91, 93–95, 99, 102, 105–108
- кислоты 47, 48, 56, 59, 71, 75, 76, 84, 88, 93, 95
- колледж Мазарини 7, 13, 15, 18–21, 27, 31, 89, 98
- Кольбер, Жан-Батист 27
- Комиссия мер и весов 13, 87, 100
- Кондорсе, Жан-Антуан де 68
- королевская медаль 8, 26, 28, 33
- Королевский институт 75, 100
- Королевский сад 18, 20, 44
- Королевское общество 27, 30, 57, 59, 75
- Кофиналь, Жан-Батист 102
- Кюри, Мария 90
- Лавуазье, Жан-Антуан де 17
- Лавуазье, Мария (Мария Анна Пьеретта Польз) 9, 10, 12, 13, 35, 41, 57, 65–69, 89, 91, 96, 107, 121, 136, 138–140
- Лавуазье, Мария Эмилия 18
- Лагранж, Жозеф Луи 140

- Лакайль, Николя Луи де 8, 20, 33, 98
- Лаплас, Пьер Симон де 10, 13, 68, 77, 81, 102
- ледяной калориметр 96, 99, 102, 104
- линза Чирнгаузена 44, 45, 48, 54, 58
- Линней 20
- Лувр, дворец 27, 119
- Луи, Антуан 137
- Людовик XIV 7, 20, 27
- Людовик XV 7, 28
- Людовик XVI 7, 73, 92, 103, 109, 118, 121, 135, 137
- Майар 43, 44
- Макёр, Пьер Жозеф 43, 44, 91
- Марат, Жан-Поль 11, 117, 128, 129, 136
- Мария-Антуанетта 73, 118, 121, 135
- Мейоу, Джон 59
- Месмер, Франц Антон 11, 103, 137
- металлургия 33
- металлы 32, 48, 51, 55, 58, 70, 75, 84, 86
- «Метод химической номенклатуры» 10, 13, 85, 89
- Монгольфье, братья 11, 73, 115
- Монне, Антуан 24
- Национальное учредительное собрание 100, 128, 130
- Национальный Конвент 11, 27, 101, 111, 121, 128, 133, 136, 138, 140
- «Небольшие физические и химические исследования» 13, 54, 62
- Неккер, Жак 118, 120, 122, 123
- номенклатура 52, 72, 82–86, 88, 93, 98
- Ньютон, Исаак 29, 88, 114
- окисление 30, 32, 42, 62, 70
- окись свинца 48, 50, 51
- оксид 32, 47, 52, 58, 61, 70, 86, 93–95
- алюминия 46
- азота 59
- ртути 9, 13, 56, 58, 62, 69, 70, 86, 96
- свинца 48
- фосфора 52
- Парацельс 29, 30
- пеликан (аппарат) 13, 36, 37
- Пилатр де Розье, Франсуа 73
- Польз, Жак 35, 36, 140
- порох 10, 21, 39, 63, 64, 69, 92, 120, 129
- Пристли, Джозеф 9, 30, 46, 53, 55–62, 71, 72, 76, 77, 102, 143
- проект освещения 8, 13
- прокаливание 32, 42, 51, 142–144
- публичное образование 111, 129–134
- Пунктис, Эмилия и Констанция 7, 17, 18, 23, 35, 66, 72
- «Размышления о плане публичного образования» 130
- «Размышления о флогистоне» 13, 72
- распад 54
- Резерфорд, Эрнест 90
- Республика 13, 101, 119, 133, 136, 138
- Робеспьер, Максимилиан де 135
- ртуть 60–62, 68, 70, 81, 83, 84, 91, 142, 143
- известь ртути 60–62, 69, 70, 86
- оксид ртути 9, 13, 57, 58, 62, 69, 70, 86, 96

- Румфорд, граф де (Бенджамин Томпсон) 66, 139  
 Руссо, Жан-Жак 68  
 Руэль, Гийом Франсуа 8, 18, 20, 24, 33, 98
- свет 10, 39, 44, 56, 84, 91, 98, 128  
 свинец 47, 55, 84  
 Сеган, Арман 65  
 селитра 10, 64, 66, 69, 71, 120  
 сельское хозяйство 11, 71, 124–127  
 сера 32, 39, 47, 48, 49, 51, 62, 63, 84, 86, 91  
 серная кислота 48, 81, 86  
 солнечная печь 44, 47, 54  
 спирт 44, 45, 94
- Таллейран, Шарль Морис де 100, 130  
 теплород 91, 102, 107–108, 139  
 теплота 10, 25, 37, 43, 44, 47, 75, 84, 91, 98, 102, 104–108, 128, 139  
 Терре, аббат 35, 63  
*«Территориальное богатство французского королевства»* 13, 134  
 Террор 92, 121, 135, 137, 138  
 третье сословие 7, 113, 117, 126  
 Трюден де Монтины, Филибер 44  
 Тюрго, Жак 63, 118  
 тюрьмы 11, 13, 122, 138
- уголь 32, 42–44, 46–49, 51, 57, 58, 62, 63, 70, 71, 84, 86, 94, 102, 115, 143  
 Управление порохов и селитр 13, 64, 116, 118, 120, 128
- философский камень 29  
 флогистон 9, 30–33, 39, 47, 48, 51, 53, 55, 59, 61, 70, 72, 76  
 фосфор 39, 47, 50, 52, 62, 84, 86, 93  
 Франклин, Бенджамин 59, 66, 68, 72, 103  
 Французская академия наук 8, 9, 11, 13, 15, 18, 20, 21, 25–28, 34, 36, 39, 41, 57, 64, 66, 71–73, 77, 81–83, 85, 91, 100, 101, 103, 113, 115, 122, 124, 128, 129, 136  
 Французская революция 7, 79, 88, 89, 92, 100, 109, 113, 125, 133, 137  
 Фрешин, имение 11, 13, 71, 116, 124–127, 138  
 Фуркруа, Антуан Франсуа де 83, 85, 102, 136
- химическое уравнение 97
- Шееле, Карл Вильгельм 55, 56, 72, 76, 143  
 Шталь, Георг Эрнст 28, 30, 32  
 штукатурный гипс 24
- «Элементарный курс химии»* 10, 13, 65, 68, 69, 79, 85, 88–93, 96, 98, 99, 100, 106, 114, 141  
 элементы 7, 10, 29, 51, 55, 56, 77, 84–86, 90, 95–99, 121  
 огонь, земля, воздух и вода 7, 10, 29, 36, 77, 89  
 эликсир жизни 29  
 Эмпедокл 29  
*«Энциклопедия»* 10, 68, 83



**Наука. Величайшие теории**  
**Выпуск № 29, 2015**  
**Еженедельное издание**

**РОССИЯ**

**Издатель, учредитель, редакция:**  
ООО «Де Агостини», Россия  
**Юридический адрес:** Россия, 105066,  
г. Москва, ул. Александра Лукьянова,  
д. 3, стр. 1

*Письма читателей по данному адресу  
не принимаются.*

**Генеральный директор:** Николаос Скилакис  
**Главный редактор:** Анастасия Жаркова  
**Выпускающий редактор:**  
Людмила Виноградова  
**Финансовый директор:** Полина Быстрова  
**Коммерческий директор:** Александр Якутов  
**Менеджер по маркетингу:** Михаил Ткачук  
**Менеджер по продукту:** Яна Чухиль

**Для заказа пропущенных выпусков  
и по всем вопросам, касающимся информа-  
ции о коллекции, обращайтесь по телефону  
бесплатной горячей линии в России:**  
☎ 8-800-200-02-01

**Телефон «горячей линии» для читателей  
Москвы:**  
☎ 8-495-660-02-02

**Адрес для писем читателей:**  
Россия, 600001, г. Владимир, а/я 30,  
«Де Агостини», «Наука. Величайшие  
теории»  
*Пожалуйста, указывайте в письмах свои кон-  
тактные данные для обратной связи (теле-  
фон или e-mail).*

**Распространение:** ООО «Бурда Дистрибью-  
шен Сервисиз»

Свидетельство о регистрации СМИ в Феде-  
ральной службе по надзору в сфере связи, ин-  
формационных технологий и массовых ком-  
муникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-  
56146 от 15.11.2013

**УКРАИНА**

**Издатель и учредитель:**  
ООО «Де Агостини Пабблишинг», Украина  
**Юридический адрес:**  
01032, Украина, г. Киев, ул. Саксаганского,  
119  
**Генеральный директор:** Екатерина Клименко

**Для заказа пропущенных выпусков  
и по всем вопросам, касающимся информа-  
ции о коллекции, обращайтесь по телефону  
бесплатной горячей линии в Украине:**  
☎ 0-800-500-8-40

**Адрес для писем читателей:**  
Украина, 01033, г. Киев, а/я «Де Агостини»,  
«Наука. Величайшие теории»  
Україна, 01033, м. Київ, а/с «Де Агостіні»

Свидетельство о регистрации печатного  
СМИ Государственной регистрационной  
службой Украины  
КВ № 20525-10325Р от 13.02.2014

**БЕЛАРУСЬ**

**Импортер и дистрибьютор в РБ:**  
ООО «Росчерк», 220037, г. Минск,  
ул. Авангардная, 48а, литер 8/к,  
тел./факс: + 375 (17) 331 94 41  
**Телефон «горячей линии» в РБ:**  
☎ + 375 17 279-87-87  
(пн-пт, 9.00–21.00)  
**Адрес для писем читателей:**  
Республика Беларусь, 220040, г. Минск,  
а/я 224, ООО «Росчерк», «Де Агостини»,  
«Наука. Величайшие теории»

**КАЗАХСТАН**

**Распространение:**  
ТОО «КГП «Бурда-Алатау Пресс»

Издатель оставляет за собой право изменять  
розничную цену выпусков. Издатель остав-  
ляет за собой право изменять последователь-  
ность выпусков и их содержание.

**Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного  
электронного оригинал-макета  
в ООО «Ярославский полиграфический  
комбинат»**  
**150049, Ярославль, ул. Свободы, 97**  
Формат 70 x 100 / 16.  
Гарнитура Petersburg  
Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Печ. л. 4,75. Усл. печ. л. 6,156.  
Тираж: 20 000 экз.  
Заказ № 1509360.

© Adela Muñoz Páez, 2013 (текст)  
© RBA Coleccionables S.A., 2013  
© ООО «Де Агостини», 2014–2015

ISSN 2409-0069



Данный знак информационной про-  
дукции размещен в соответствии с требова-  
ниями Федерального закона от 29 декабря  
2010 г. № 436-ФЗ «О защите детей от ин-  
формации, причиняющей вред их здоровью  
и развитию».

Коллекция для взрослых, не подлежит обя-  
зательному подтверждению соответствия  
единым требованиям установленным Тех-  
ническим регламентом Таможенного союза  
«О безопасности продукции, предназна-  
ченной для детей и подростков» ТР ТС 007/2011  
от 23 сентября 2011 г. № 797

*Дата выхода в России 25.07.2015*

Антуан де Лавуазье считается основателем современной химии. В 1789-м, в год взятия Бастилии, он сформулировал закон сохранения массы, после чего средневековая алхимия уступила место новой науке — химии. Незадолго до этого Лавуазье открыл важнейший для жизни элемент — кислород, а несколько лет спустя предложил десятичную метрическую систему. Он был не только ученым, но и неутомимым общественным реформатором, считавшим, что современное государство должно управляться разумом, а его богатство — основываться на всеобщем образовании и науке. Государственная деятельность Лавуазье закончилась революционным трибуналом, по решению которого его казнили на той же площади, где был гильотинирован Людовик XVI.