

Из истории химических открытий

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

Поступки скверных людей приносят лишь временное зло, поступки же хороших людей дают лишь временное благо. Но открытия великих людей никогда не покидают нас; они бессмертны.

История цивилизации. П. Т. Бокль.

Лишь те народы, которые делают открытия, имеют будущность культуры.

Б. Ауэрбах.

«...Надо быть молодым, чтобы создать великие дела», так учил уже великий поэт-натуралист Гёте.

В своих исследованиях по биологии творчества гениальных людей W. Ostwald¹ высказывает несколько принципов, характерных для гения, а именно, как первое и всеобщее правило: преждевременную, раннюю творческую зрелость, а, как второе правило: отсутствие постепенного повышения процесса творческой силы. Лишь очень молодым индивидуумом совершается чрезвычайное действие, то, что им производится впоследствии, только редко является столь значительным, как это раннее блестящее действие. Это воззрение у Оствальда встречается во всех его исторических произведениях: «великие исследователи произвели свои главнейшие работы в очень юном возрасте» (Развитие электрохимии, стр. 73. 1910). Таким возрастом является возраст от 23—28 лет.

Юные годы человека, т. е. период от 15—25-летнего возраста, обозначают решительный период всего творческого в человеке, так еще недавно писал D-r Krische в весьма распространенном популярном научном журнале «Umschau» (1920): «...Молодость является первоначальным, творческим, а зрелый возраст—исполняющим и практически реализующим».

Для объяснения этого тезиса прибегают к биологии; мозг юного человека является весьма восприимчивым по отношению к новым формам, новым представлениям, внезапно возникающим от обильного притока новых картин из окружающего его мира; число и разнообразие этих воздействий извне не

¹ В. Оствальд. Великие люди. Русский перев. Изд. Н.Х.Т.И.

имеют ничего подобного в более зрелом возрасте. Свежий мозг сразу группирует, объясняет, или чутьем познает новое. Подобно тому, как весной цветы пышно распускаются, и у человека в юности происходит роскошный расцвет новых мыслей и идей. Физиологические процессы протекают в юном организме с поразительной скоростью и приводят к накоплению и даже к избытку физической силы. Чувство физической силы и свежести не может не повлиять на психические процессы, на восприимчивость, предприимчивость и духовное творчество.

Указывают на великого философа Kant' a (1724—1804), про которого пишут, что он, еще 23-летний, якобы в своем труде «Мысли о настоящей оценке живых сил» (1747) положил основание всей своей философии. Нам, однако, думается, что это не так.

Если мы имеем в виду заслуги K a n t' a в естествознании, мы должны отметить его труд «Всеобщая естественная история и теория неба» (1755), в котором 31-летний ученый развивает свою космогонию: —развитие строения вселенной из простейшего состояния природы лишь посредством механических законов. Когда другой великий строитель модели вселенной—Laplace (1748 — 1827) в 1796 г. издал свой труд «Exposition, du systeme du monde», ему было, однако, 47 лет. Но Kant-философ проявил свое необыкновенное творчество и основал свою систему лишь в зрелом возрасте, в период времени от 1781—1793 гг., когда ему было 57 — 69 лет. Его «критика чистого разума» появилась в 1781 г., и Kant сам писал M e n d e l s o n' y, что он посвятил этому труду 12 лет размышления, а написал его в продолжение 5 месяцев. Его «Метафизические начала естествознания» вышли в 1786 г., его «Критика практического разума»—в 1786 г. и т.д. Итак, философская система K a n t' a есть плод долгого и интенсивного размышления, есть творческий акт вполне зрелого мыслителя.

Далее приводится пример L a p l a c e' a, который уже 24-летним сделался членом Парижской Академии Наук, но нами уже было отмечено, что его знаменитая система мира (теория Кант-Лапласа) появилась лишь тогда, когда Лапласу было 47 лет. Упомянем, что другой великий философ L e i b n i t z (1646—1716)издал свои труды «Monadologie» (1714) и «Theodicee» (1710), содержащие его философскую систему, когда ему было 64—68 лет.

Несомненно поразительным примером ранней творческой силы является Isaac Newton (1643—1727), который в возрасте 22 лет открыл дифференциальное исчисление (1665); но его величайшее творчество, теория всемирного тяготения появилось в законченном виде лишь в 1687 г. («Philosophiae naturalis principia mathematica», London, 1687), когда гениальному ученому было 44 года.

В подтверждение тезиса о великом творчестве в юношеском возрасте приводится также пример знаменитого математика Гаусса (Carl. Friedr. Gauss, 1777—1855), который, будучи еще юным студентом, уже опубликовал открытия по математике. Это верно, но не менее верно другое: величайшие из его математических открытий относятся не к этому возрасту, а к более позд-

ним периодам его жизни. Напр., «теория наименьших квадратов» (1823), «общая теория плоскостей» (1827), «интенсивности магнитной силы земли»... (1832), «общие теоремы о силах притяжения и отталкивания, действующих в обратном отношении расстояния» (1840), устройство (совместно с Weber'ом) первого электромагнитного телеграфа (1833) и т. д.

Очевидно, Gauss проявил максимум творческой силы между 46—63 годами своей жизни. Начиная с своих первых математических открытий, Gauss проявляет все возрастающую силу творчества. «...Если Gauss не создал бы своей геометрии плоскостей, вряд ли она была бы открыта кем-нибудь другим», так выражается Einstein, считая геометрию плоскостей наилучшим актом творчества Gauss'a, а Gauss был тогда уже 50-летним ученым. Итак, мы должны и у Gauss'a отметить прогрессивное развитие его творчества и оригинальности. На примере Gauss'a, этого princeps mathematicorum, мы можем отметить еще другие особенности гениальных ученых, а именно, необыкновенное воодушевление и увлечение при изучении избранных ими предметов. Быть может, для нашего уха звучат своеобразно его слова, обращенные к слушателям студентам: «Сколько поэзии кроется в таблице логарифмов!» И доказательством его замечательной интуиции, его научного предчувствия, являются его слова во время размышления об одной сложной математической проблеме: «Я уже имею решение» но еще не знаю, каким путем я достигну его!»¹.

Среди юных творцов следует назвать самого Einstein'a (род. 1879); 26-летним юношей, в бытность свою техническим экспертом в швейцарском Patentamt'e, он публикует те исследования, которые составляют основание его частного принципа относительности (Spezielle Relativitat, 1905). Но его общая теория относительности, изменяя теорию всемирного тяготения, появилась лишь после 7-летнего напряженного мышления в 1915 году, на 36-году его жизни. Как пришел Einstein к принципу относительности вообще? внезапно ли в его голове появилась эта смелая мысль? Нет, отвечает на это сам Einstein. «Не верно, что этот основной принцип появился у меня, как первичная мысль, внезапно тут не имела места. Наоборот, я был приведен к нему шаг за шагом отдельными закономерностями, выведенными из опыта».

В связи с этим категорическим подтверждением значения настойчивости и продолжительности работы приведем еще слова философа-физика L. Poin-

¹ Небезинтересно вспомнить, что Gauss дважды (1802 и 1804 гг.) был приглашен в Петербургскую Академию Наук на кафедру математики. В Петербурге в 1812 г. П. Шиллинг ф. Канштадт (1786—1837) устроил первый электрический телеграф, а впоследствии в 1833 г. Gauss'ом (совместно с Weber'ом) вновь был изобретен электрический телеграф. Какое развитие получил бы телеграф, если Шиллинг и Gauss (в случае переселения в Петербург) совместно взялись бы за решение проблемы телеграфирования! Мы столь часто рассматриваем роль случая, как катализатора, увеличивающего скорость развития человеческих знаний, поэтому не излишним является указание, что тот же случай нередко и есть тормоз, задерживающий это развитие на десятилетия В 30-годах Gauss стал изучать русский язык и был бы не прочь переселиться из Göttingen'a в Петербург.

care: «Вероятно, что в будущем, как и в прошлом, самые крупные открытия, т. е. те, которые неожиданно раскрывают вполне неизвестные области и новые горизонты, будут сделаны некоторыми гениальными исследователями, в уединенном мышлении настойчиво продолжавшими свою работу и нуждавшимися лишь в простейших опытных средствах, чтобы демонстрировать верность своих смелейших мыслей».

Как на яркий пример из современников, указывают на W. Nernst'a (род. 1864), создавшего термодинамическую и осмотическую теорию гальванических элементов (1889); это действительно гениальный творческий акт 25-летнего ученого. Но и тут можно противопоставить другой, быть может, еще более выдающийся творческий акт Nernst'a, а именно, открытие «третьего теплового закона» (1906), когда творцу новой теории было 42-года. Ведь в первом случае Нернст имел великого предшественника в лице Н. v. H e l m h o l t z'a, которому, впервые, было суждено выяснить в 1882 г. тайну гальванического тока или «...связь между электродвижущей силой обратимых гальванических цепей и химическими превращениями, происходящими в них», а именно, посредством термодинамики и кругового процесса. Н. Helmholtz'y (1821—1894) тогда, при создании первообраза теории цепи, было с лишком 60 лет.

Не менее блестящий пример представляет Sv. Arrhenius (род. 1859); впервые он высказал свою знаменитую теорию электролитической диссоциации в 1884 г.; подробное развитие и обоснование последовало в 1887 г., когда творцу этой теории было лишь 28 лет. Но не забудем, что тот же Arrhenius прославился своими трудами по космогонии, давшими теориям о происхождении нашей планеты и других миров новые научные основания (напр., особая роль давления светового эфира, возникновение жизни, причины и источники сохранения теплового равновесия вселенной и т. д.). Из его классических трудов в этой области назовем: учебник космической физики (1905), происхождение миров (1907). К ним прибавим еще труды A g g h e n i u s'a по иммунохимии (1907), которой он дает физико-химическое обоснование. Бесспорно имя Arrhenius'a навсегда сохранится как в электрохимии, так и в космической физике и иммунохимии. Если в электрохимии мы видели проявление творчества 28-летнего Arrhenius'a, то в космогонии и иммунохимии мы преклоняемся перед смелой творческой силой 46—48-летнего ученого.

Указывают также на пример самого W. Ostwald'a, уже 30-летним выполнившего выдающуюся работу по организации и критической систематизации физической химии (Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 1883—1885). Но и противоположное верно.

Свое учение о цветах и красках W. Ostwald развивает в продолжение 1916—1918 г., т. е. в возрасте 63—65 лет. Несомненно он проявляет в этом учении необыкновенную смелость и свежесть творчества, и лишь многолетний опыт, развивший его способности, мог привести его к этому новому циклу исследований и открытий.

В рядах гениальных химиков-творцов нашего времени должен быть назван также Alfred Werner (1866-1919), создавший координационное учение в неорганической химии и новое основание для стереохимии. Творческая деятельность Вернера весьма поучительна с нашей точки зрения, ибо она богата фактами, интересными для познания биологии творчества. В этой научной деятельности ярко вырисовываются следующие моменты:

1) постепенное развитие силы творчества, сказавшееся в расширении и углублении как теоретических оснований, так и экспериментальной проверки последних,

2) способность согласовать разнородные научные области,—кажущееся на первый взгляд многообразие и различие проблем, изученных то параллельно, то последовательно, впоследствии, благодаря последующей координации, оказывается направленными на одну и ту же общую проблему,

3) настойчивое и сознательное изучение этой проблемы в продолжение многих лет...

Молодой 24-летний W e r n e r начинает свои теоретические и опытные исследования (совместно с A. n a n t z s c h ' e m) в 1890 г. над органическими оксидами и расположением атомов в азотистых соединениях. Постепенно он самостоятельно переходит к вопросам строения неорганических тел. В 1893 г. он публикует свой труд «Материалы к строению неорганических соединений», в котором он уже проявляет полную самостоятельность химического мышления и необыкновенную смелость в создании новых воззрений. В 1894 г. начинается блестящая экспериментальная проверка этих теоретических оснований его координационной системы, т. е. разъяснения строения сложных аммиачных солей кобальта и т.п. Первые опыты вполне оправдывают теорию (в этот период научного триумфа, возбудившего в нем чувства глубокого удовлетворения и ускорившего темп научного творчества, совершается и другое событие, увеличившее его духовную энергию, а именно, его брак с любимой женщиной). Опытные проверки расширяются и дают все новые подтверждения теории. Но почти незамечено и параллельно ведется ряд исследований над (органическими) бензидрокарбовыми кислотами, — почти внезапно, однако, в 1899/900 г. этот ряд работ прерывается, а из предшествовавшего химического симбиоза неорганических и органических работ возникает новая постановка вопроса — стереоизомерия в комплексных кобальтовых соединениях, вследствие введения в таковые органических оснований (1901).

Возникает новый цикл опытных работ. Появляется потребность в теоретическом углублении, в систематизировании фактов стереохимии/ вообще, и в пересмотре и переустройстве воззрений в неорганической химии в частности. Результатом этого являются два оригинальных труда: «Руководство, стереохимии» (1904) и капитальная книга «Новейшие воззрения в области неорганической химии» (1905). Но опытные, исследования по вопросу о стереоизомерных кобальтиаках настойчиво продолжаются, и число и разнообра-

зие последних все возрастают. Наконец, в 1911 г., после 10-летней неутомимой исследовательской и творческой работы, получается результат, сразу проливающий яркий свет на, глубокий научный смысл всех этих работ: первое расщепление минеральных солей на оптически деятельные составные части! Подобно тому, как в 1848г. P a s t e u r вызвал целую бурю в химии расщеплением (оптически недействительной) виноградной кислоты на две винные кислоты, одна из которых вращала плоскость поляризованного света направо, другая— налево, так в 1911 г. W e r n e r превратил искусственным путем оптически недействительную хлоро-амин-диэтилендиамин-кобальтовую соль в два изомера,—право и левовращающую соль! Но значение этого опыта шло еще дальше. Благодаря творчеству P a s t e u r'a, I. N. v a n t H o f f'a и L e B e l'я(1874), создалась стереохимия, т. е. учение о пространственном расположении; атому углерода была присвоена форма правильного тетраэдра, а органическая материя, т. е. углеродистые соединения, содержащие асимметрический атом углерода, являлась носителем оптической вращательной способности (напр., сахаристые, белковые вещества и т. д.) А что доказали опыты W e r n e r'a? Они доказали, во-первых, что же только органические, но и неорганические соединения могут обладать вращательной способностью, во вторых, что эта вращательная способность в данном случае вовсе не связана с присутствием какого-нибудь асимметрического центрального атома, а зависит лишь от асимметрии общей молекулы, и в третьих, что его теория о строении комплексных солей кобальта предусматривает такую асимметрию молекулы и требует для нее вращательной способности. Координационная теория требовала и для соответственных солей хрома, железа, родия и платины синтетического получения зеркально-изомерных (оптически деятельных) типов,—а опыты действительно и последовательно обогатили химию этими солями! Всемирная химическая наука достойным образом отозвалась на эти открытия W e r n e r'a, присудив ему в 1913 году Нобелевскую премию.

Итак, мы видим, что, исходя из своих первоначальных, робких творческих идей, W e r n e r последовательно расширяет и логически развивает эти свои основные идеи, последовательно проверяет таковые множеством опытов и, наконец, по истечении почти двух десятилетий неустанной работы, достигает максимума своего творчества, открывает никем не предвиденные новые научные истины.

Дальнейшая судьба W e r n e r'a содержит одно обстоятельство, правда, глубоко трагическое, но для объективного анализа творчества вообще—характерное. В жизни гениальных людей довольно часто наблюдается факт, что за максимумом духовной творческой деятельности следует упадок физических сил, расстройство организма, тяжелая болезнь. Вскоре после получения Нобелевской премии у W e r n e r'a наблюдается тяжелое заболевание (артериосклероз), внезапный упадок работоспособности, сильные страдания, а осенью 1919 г. наступает смерть, положившая конец этому гениальному творчеству.

Начало этого творчества относится к 24—28 летнему возрасту, наивысшее проявление—к 45-летнему, а конец— к 53-летнему.

Из приведенных примеров уже явствует, что высказанные выше тезисы о научном творчестве лиц юного возраста вряд ли соответствуют действительности; правда, они находят свое приложение во многих случаях, но, кажется, имеется еще большее число противоположных примеров. Рассмотрение этого вопроса в более обширном размере не только является интересным для биологии научного творчества вообще, но и практически важным. Им затрагивается право на существование нынешних научных учреждений, руководимых исследователями зрелых лет, а равно значение исследований планомерных и терпеливых, вообще конструкция и производство научно-исследовательской работы нашего времени.

Если мы принимаем вышеприведенные принципы за выражение действительности, тогда вопрос о воспитании юношества, о культивировании юного творчества представляется в совершенно новом освещении и становится одним из важнейших вопросов в деле развития умственных сил человечества вообще. Вслед за ним возникает вопрос о судьбе и роли старых или более старых представителей научной деятельности. Являются ли они лишь «терпимым злом» в храме науки?

Действительно ли только в молодости удаются блестящие открытия? Или творческие силы и способности подлежат в определенном лице естественному процессу постепенного развития и искусственному повышению, вследствие навыка, систематического упражнения в продолжение времени?

Помимо значения вопроса для выяснения продуктивности отдельного индивидуума, решение этой проблемы касается и смысла человеческой жизни вообще. Бели великие творческие акты являются достоянием лишь молодой жизни, какой смысл имеет тогда жизнь за этим отдельным выдающимся событием данного изобретателя, а равно жизнь всех тех индивидуумов, которые не оказались в роли таких юных счастливых-изобретателей, но уповают на более зрелые годы жизни?

Но этот комплекс вопросов затрагивает также интересы общественные и государственные, непосредственно касаясь народного хозяйства. Отвечает ли государственным интересам, что народные средства тратятся на содержание, напр., «старых» ученых-исследователей, т. е. всех тех, годы жизни которых превышают вышеуказанную роковую цифру 15—23—25—27 лет?

Не будем затрагивать других вопросов, прямо или косвенно связанных с выше поднятой проблемой творчества. Очевидно, что рассмотрение научного творчества с этой точки зрения имеет глубокий смысл как по своему теоретическому интересу, так и по чисто практическому значению. Поэтому наше изложение потребует сравнительно много места, чтобы осветить всю проблему с достаточной полнотой, избрав для анализа одну определенную отрасль научного творчества, а именно, исследовательское творчество по химии современной и химия недавнего прошлого.

В связи с проблемой о возрасте исследователей нам хотелось бы еще рассмотреть другие вопросы, сопряженные с научным творчеством, а именно, как делаются научные открытия, какие внешние условия способствуют

новым открытиям, как проявляет «случай» свою роль и т. д.? Нам думается, что более правильное изображение значения всех этих факторов на химическое научное творчество может получиться рассмотрением целых групп, а не отдельных, друг от друга оторванных научных открытий, чтобы раскрыть ту внутреннюю связь, которая существует между отдельными творческими актами. Для этой цели нами избран комплекс открытий, давших нам за 100 лет наши современные химические элементы, а равно приведших в 20-м столетии к электронной теории строения материи.

Период открытия химических элементов аналитическим путем.

Сто лет назад началось количественное изучение природных тел. Первоначально потребовалась выработка новых и точных аналитических методов. Особым творчеством в этом отношении отличались три химика, положивших основание современной аналитической химии. Они обладали не только особым искусством в точном наблюдении и производстве опытов, но и особым «чутьем» в подборе исследуемых ими природных тел. Систематическое изучение последних приводит этих мастеров «пробирного искусства» к наблюдению новых реакций, а химическое их чутье и смелость мысли позволяют им интерпретировать новые явления и открыть новые элементы.

Химики, о которых мы говорим—Klaproth¹ (1743— 1817) в Берлине, Vauquelin (1763—1819) во Франции, Berzelius (1779—1848) в Швеции. Klaproth открыл в смоляной руде уран (или окись урана) в 1789 году, в цейлонских цирконах—элемент циркон (точнее, цирконовую землю) в том же 1789г., в венгерском рутиле—элемент титан (т. е. окись титана) в 1795 г., оправдав таким образом высказанное Gregory в 1791 г. предположение о присутствии новой окиси в менаканите. В 1798 г., независимо друг от друга, Klaproth и Vauquelin открыли элемент хром в красной (сибирской) свинцовой руде,— первый анализ этой руды был произведен Биндгеймом в Москве еще в 1791 г., который, однако, считал новое вещество идентичным с молибденом! Одновременно Klaproth и Berzelius² открыли в 1803 г. церий (точнее, окись церия). Vauquelin открыл в 1797 г. элемент бериллий (точнее, окись

¹ Vauquelin—профессор химии в Ecole des mines и в Ecole polytechnique в Париже, директор Ecole de pharmacie; Klaproth— по профессии аптекарь, впоследствии профессор химии в Берлинском университете, Berzelius—доктор медицины, затем профессор химии и фармации в Стокгольмской Медицинской Школе.

² В своей автобиографии Berzelius с видимым удовольствием отмечает тот факт, что на него—24 летнего—выпала доля разделить честь открытия Klaproth'a, „честь более точного исследования нового тела, нежели было достигнуто этим величайшим химиком-аналитиком (Klaproth) Европы". Более точное исследование церия, действительно, дал Berzelius. Что подобного рода открытия никак не могут считаться делом легким, видно из того факта, что проба открытой новой окиси Berzelius'ом была передана на проверку обоим профессорам химии вУпсале, которые, однако, признали в ней смесь итровой земли, окиси бериллия и окиси марганца.

бериллия) в минерале берилле. В 1798 г. Klaproth установил элементарный характер теллура; этот элемент был открыт уже в 1782 г. австрийским естествоиспытателем Muller'ом von Reichenstein, или, точнее, в самородном виде, как *aurum paradoxum* или *metallum problematicum*, найден (в Венгрии) и описан; знаменитый шведский аналитик Bergman, которому была послана проба этого тела, не решился признать его однородным и новым металлом или дать ему особое название. Впоследствии M. v. Reichenstein обратился к Klaproth'у, который после тщательного изучения проб теллуристых руд подтвердил в 1798 г. данные M. v. Reichenstein'a, признал вещество элементарным и предложил для нового элемента название Tellurium. Точное исследование соединений теллура, однако, дал Berzelius (1832). Упомянем еще, что стронций (окись) Klaproth'ом был признан в 1792 г. за самостоятельный элемент, соответствующий кальцию (или извести). Berzelius впервые выделил элементарный кремний Si (1821), элементарные тантал Ta (1824) и цирконий Zr (1824), открыл в свинцовых камерах элемент селен Se (1818); в 1828 г. им же был открыт элемент торий Th. В лаборатории Berzelius'a, его учеником Arfvedson'ом в 1817 г. был открыт элемент литий (точнее, гидроксид лития), как составная часть многих минералов (напр., петалита).

Обозревая перечень этих открытий, сделанных лишь тремя учеными в течение сравнительно короткого периода, поражаешься необыкновенным числом новооткрытых элементов. Какая необыкновенная творческая сила была присуща этим трем химикам! В чем заключалась тайна их успеха в деле открытий? Ведь не забудем, что их метод исследования был очень несложный, а именно, анализ сухим путем (с помощью паяльной трубки у Berzelius'a) и анализ мокрым путем, а работа велась ими самолично, без ассистентов или ученых помощников. По нашему мнению, причин успеха этого светлого химического трехзвездия несколько.

Очевидно, более находчивыми и продуктивными были Klaproth и Berzelius. Блестящие открытия Klaproth'a. относятся к периоду с 1789—1803 г.г., когда ему было 46—60 лет Приведенные открытия Berzelius'a обнимают период с 1803, точнее 1818—1832 г.г., т. е. падают на 39—53 годы его жизни. В обоих случаях, следовательно, мы видим перед собою не юных и богатых фантазией и энергией химиков, а двух специалистов, жизнь которых стоит в зените, протекала в многолетнем общении с химической практикой и снабдила их необыкновенным опытом в производстве химических анализов. Ход анализа, методы, приемы и приспособления этого анализа ими же создавались. Они не только обладали всеми химическими познаниями данного периода, но знали и умели больше, чем остальные химики. Все это делало их способными к точным исследованиям и к оценке значения наблюдаемых ими — хотя бы незначительных — отступлений от нормального отношения обыкновенных тел. Другой характерной чертой является внутреннее спокойствие при этих работах,—они работали не спеша и не опасаясь научных конкурентов, с видимой любовью предаваясь своим задачам. Этим классикам-

аналитикам, благодаря зрелому возрасту, их аналитическая работа давала счастье, не взирая на всю монотонность ее.

При открытиях, сопровождавших такого рода систематическую научную деятельность, случаю не е т настоящего места. Быть может, случай лишь в том смысле оказал содействие, что он снабжал подходящих людей подходящими объектами. Хронологически упомянутые исследования и открытия совпадают с новой ориентацией в изучении минералов. Период собирания полезных ископаемых—минералов постепенно уступает место периоду классификации и изучения состава минералов. Последние рассматриваются, как индивидуумы, для которых проводится систематизация, с одной стороны—на основании химического состава (напр., Cronstedt'ом, Kirwan'ом, в 1784 г.), с другой стороны — на основании кристаллографического изучения. В последнем отношении особо выделяется R. I. Haüy (1743—1822, учитель физики и профессор минералогии в Сорбонне и при Musee d'histoire naturelle в Париже), который считается основателем научной кристаллографии. В 1784г. вышла его «теория структуры кристаллов», в 1815 г. его «закон симметрии», в 1802 г. появился в 4 томах его учебник минералогии. Н а у создал свои законы и свою кристаллографическую систему, когда ему было 41 — 72 года.

Но оставим «отца научной кристаллографии» и вернемся к «отцам научного химического анализа». В них сочеталась осторожность и точность при работе с уверенностью и смелостью в научных суждениях. Природа синтезировала этих исследователей из столь многих высоких качеств,—но эти исследователи щедро отплатили природе, ибо своим творчеством значительно способствовали прогрессу науки о природе! Достоинно быть отмеченным, что этот тип индивидуальных изобретателей работал при весьма скромных внешних (лабораторных) условиях, доказав, что и с помощью малых; средств достижимы великие научные успехи.

В частности, на примере Berzelius'a мы видим великое значение индивидуальности при химических открытиях. Несомненно он обладал настоящей виртуозностью в деле открытий и изобретений. Несомненно отдельные из его выдающихся учеников усвоили себе приемы великого учителя, напр., Н. Rose, E. Mitscherlich, Fr. Wohler. В особенности Fr. Wohler (1800 — 1882), обучавшийся в 1823-1824 г.г. у Berzelius'a, отличался своими открытиями в органической химии. Но ни Wohler, ни его знаменитый друг J. v. Liebig (1803—1873) не прославились открытиями новых элементов*¹). Было бы ошибочно думать, что оба великих химика-органика не имели достаточного соприкосновения с неорганической химией, чтобы обогатить последнюю новыми элементами. Нет, причина к этому лежит в индивидуальности как

¹ а) Впрочем, Wohler в 1827 г. по предложению Oerstedt'a, впервые, добыл алюминий в виде порошка, действуя металлическим калием на хлористый алюминий. По тому же способу Wohler выделил в 1827 г. также металл бериллий в порошкообразной форме.

того, так и другого великого химика. Чтобы это пояснить, остановимся более подробно на следующих фактах из их жизни. Эти факты интересны и для, биологии открытий вообще.

В 1830 г. Sefstrom открыл в шведском железе новый элемент ванадий V (точнее, окись ванадия). Когда весть об этом открытии дошла до Wohler'a, он вспомнил, что им же еще в 1828 году был произведен анализ бурой свинцовой руды из Мексики; при этом он обнаружил нечто новое, «etwas Apartes»; заболев, он бросил эту работу. При сопоставлении описания свойств нового элемента S e f s t r o m'a с своими лабораторными заметками Wohler был поражен сходством этого элемента с найденным им же телом в вышеупомянутом минерале. Он послал пробу изолированного в 1828 г. тела Berzelius'y, с просьбой установить, действительно ли он имел в руках ванадий или нет? Вот психологически интересное письмо Berzelius'a с ответом на этот вопрос:

«Стокгольм, 22 янв. 1831».

«...Что касается присланной маленькой пробы с веществом, обозначенным Вами через ?, то позвольте мне рассказать Вам следующую историю: «На высоком севере когда-то жила богиня Vanadis, красивая, любезная. Однажды кто-то постучал в ее дверь. Богиня была свободна и подумала: пусть постучат еще раз. Однако, стук не повторился, посетитель ушел. Богиня любопытствовала узнать, кто отнесся столь равнодушно к ней, подскочила к окну и посмотрела на уходящего. Ох, сказала она, это—шалун Wohler! Ну, это ему по заслугам, если он придает столь мало значения посещению меня.

— Несколько дней спустя опять кто-то постучал в дверь, но настойчиво и сильно. Богиня сама пошла открыть дверь: вошел Sefstrom,—а плодом этой встречи было рождение ванадия». — Ваша проба с обозначением ? на самом деле есть окись ванадия...»

Но это не единственный упущенный, так сказать, случай в жизни Wohler'a.

Выше нами было сообщено, что в 1828 г. В e r z e l i u s' o м был открыт новый металл т о р и й. Когда в 1832 г. Wohler проанализировал минерал пирохлор, привезенный А. в. Н u m b o l d t' o м из Сибири, он открыл в нем присутствие тория. И на этот раз он вспомнил, что еще в 1826 г. им же был произведен анализ минерала пирохлора из Норвегии и пропущен торий (таковой, действительно, встречается в норвежском пирохлоре)! И снова он пишет В e r z e l i u s' y (23 мая 1832 г.) с иронией:

«Не сомневаюсь, что я не заметил ториевой земли в пирохлоре из Laurwig'a..., итак, аналогичная история с богом Тор'ом, как с богиней Vanadis».

И в третий раз повторилась та же история «в 1845 г., когда Svanberg открыл элемент Норий (Norium, в Норвежских цирконах, впоследствии оказался смесью). И снова Wohler пишет Berzelius'y:

«С норием поздравляю S v a n b e r g'a и утешаю себя тем, что подобно ванадию и ниобию (?), и этот элемент у меня был отнят из под носа».

Если подобные «истории» могли случаться с Wohler'ом, этим классиком среди изобретателей-ученых, который столь внимательно, настойчиво и точ-

но изучал все явления, можем ли мы тогда удивляться, что и знаменитый Liebig испытал подобную неудачу. Liebig, этот романтик среди ученых, про которого его друг W o h l e g еще в 1Р30 г. писал, что «он частью страдает ошибками французской школы, а именно, строит свои вычисления на не вполне достоверных опытах и вообще очень опрометчив в вычислениях». Как поучительный пример, приведем и историю неудачи открытия нового элемента (вопрос идет о бrome) Liebig'ом. В 1825 г. Liebig изучает воду минеральных источников в гор. Kreuznach'e и открывает в ней присутствие значительного количества йода; об этой находке он сообщает в Париж Gay-Lussac' у. Наряду с твердым йодом Liebig получает еще бурюю жидкость, чрезвычайно неприятного запаха, которую он принимает за соединение йода с хлором (JCI).

В 1826 г. некий аптекарь(в Montpellier, Ant. Jer. Balard (1802—1876), более подробно исследует явление, до него уже известное, а именно, что маточные рассолы морской воды, при насыщении хлором, окрашиваются в красный цвет. Balard наблюдает, что при этом выделяется красная жидкость, которую он извлекает эфиром; он связывает ее едкой щелочью, а из полученной соли, посредством перекиси марганца и серной кислоты, выделяет жидкость желто-бурого цвета и с противным запахом,—эта жидкость есть новый элемент бром. Внешние свойства брома В a l a г d'a и жидкости L i e b i g'a показывают большую аналогию, но— не только аналогия, даже полная идентичность тотчас может быть установлена Liebig'ом, который с помощью своего мнимого хлориода даже определяет атомный вес брома!

Понятна поэтому досада Liebig'a, выразившаяся, в его словах: «Balard не открыл брома, а бром открыл В a l a г d' a» (Balard, действительно, до открытия брома не был известен в химической науке, но и после открытия научная деятельность Balard'a протекла в скромных рамках)¹*). Но важнее для нас тот вывод, который сделал Liebig из этого события. В критической статье, посвященной много лет спустя «теории Laurent'a об органических соединениях», он пишет следующее:

«Не может быть большего несчастья для химика, как то, когда он сам неспособен освободиться от предвзятых идей, а старается дать всем явлениям, не сходящимся с этим представлением, объяснения, не основанные на опыте... Я знаю химика, который много лет назад предпринял исследование маточных рассолов в Крейцнахе. Он открыл в них йод и далее наблюдал, что, простояв ночь, цвет (синий) йодистого крахмала перешел в желтый. Это явление поразило его; он добыл большое количество рассола, насытил его хлором и получил при перегонке в значительном выходе жидкость, окрашивающую крахмал в желтый цвет и обладающую внешними свойствами хлористого йода, “хотя она отличалась от последнего в некоторых химических реакциях. Но он объяснил это различие удовлетворительно для самого себя — он создал теорию. Несколько месяцев спустя он получил статью В a l a г d'a, и в

¹ Достоинo упоминания, что Balard открыл в органической химии соединение амилнитрит.

тот же день он был в состоянии опубликовать серию опытов, касающихся реакций брома с железом, платиной и углеродом, ибо бром Balard'a стоял в его лаборатории, с этикеткой «жидкий хлор-иод»! С тех пор он не высказывает никаких теорий, если они не поддержаны и не подтверждены несомненными опытами,—и я положительно не могу утверждать, чтобы результаты его работ страдали от этого» *¹).

Рассказанная, здесь «история» — чистосердечная исповедь великого ученого. Но она содержит также серьезный урок для изобретателей вообще. Нам думается, что сообщенные нами примеры с Wohler'ом и Liebig'ом, т.е. с двумя, бесспорно гениальными химиками, наглядно показывают, что открытие новых элементов не всегда выпадает на долю самых заслуженных, так сказать, изобретателей *par excellence*. Их неудача частью нас примиряет с тем нелестным фактом, что русскими химиками конца XVIII и начала XIX века не был открыт ни один новый элемент, хотя сибирские и уральские минералы (и металлы платиновые) ждали исследователей и в руках химиков западной Европы, дали не один новый элемент.

Итак, что не было суждено открыть одному W o h l e r' у, тогда 26—28-летнему, было открыто опытным и терпеливым аналитиком Berzelius'ом или малоизвестным практиком Sefstrom'ом. То, что гений 22-летнего L i e b i g' а принял за уже известное, по счастливой случайности 24-летний скромный аптекарь B a l a r d обнаружил, как вполне новое и важное вещество. Но слепой случай, как бы шутя, иной раз поднимает из мрака неизвестности в мир славы и делает всеобщим знаменитым и того, кто не только не помышлял об открытии нового элемента, но, открыв таковой, поневоле оказывается вполне беспомощным перед своим открытием и неспособным к его научной обработке и оценке. Такая «история» открытия связана с элементом йодом. Аптекарь и селитровар Courtois в Dijon'e наблюдал в 1811 г., что остатки маточных рассолов (от обработки золы морских водорослей) при приливании серной кислоты выделяли фиолетовые пары, которые сгущались в кристаллы серого цвета (анекдот того времени передает дело так, что кошка, за которой погнались в помещении завода, опрокинула банку с купоросным маслом, которое, разлившись по полу, выделило вдруг с остатками — солями, фиолетовые пары йода!). С аммиаком это вещество дало взрывчатое тело. Лишь благодаря классическим исследованиям. Gay-Lussac'a (1778 — 1850), произведенным в 1814 г., была установлена элементарная природа этого тела, для которого он предложил название Iod и дал образцовое описание его физических и химических свойств. Gay-Lussac уже прославился тогда открытием закона для газов (1802), открытием элемента бора (1808), открытием в 1815 г. свободного циана CN и т. д.

История йода весьма поучительна; в связи с ней возникает вопрос, чья заслуга больше перед наукой: Courtois, который, впервые, наблюдал своеоб-

¹ Любопытен еще тот факт, что история химии называет еще третьего химика, аптекаря Lowig'a (1803--1890, впоследствии проф. химии в Бреславле), который независимо и одновременно с Balard'ом открыл бром и вслед за ним опубликовал свойства брома

разный пар, или Gay-Lussac'a, который впервые обогатил химию действительно своеобразным элементом—йодом? У кого из обоих лиц творческая сила выражается в большей мере, у Courtois, который не сумел вдунуть жизнь имеющемуся в его руках веществу, или у Gay-Lussac'a, который заставил это вещество проявить все свои скрытые свойства и сродства?

Нам думается, что не может быть двух мнений по этим вопросам. Но если это так, тогда не Courtois, а Gay-Lussac подарил химии йод, изучив впервые как свойства элементарного йода, так и характер и свойства разнородных его соединений с другими элементами. Другого рода заслуга Courtois. Несомненно и другие до него уже наблюдали появление фиолетовых паров, но Courtois впервые со вниманием относится к этому явлению и посредством опытов (хотя не вполне удовлетворительных) старается выяснить причину этого явления. Эти слабые попытки действуют в роде духовного катализатора: в ноябре 1813 г. Clement делает в «Institut de France» краткое сообщение о загадочном веществе, а уже в 1814 г. печатается обширное исследование Gay-Lussac'a о новом элементе йоде. Платиновые металлы представляют другую категорию химических открытий. В Перу с давних времен добывали золото амальгамационным путем, посторонний металл— спутник золота, называемый платиной (platina по-испански маленькое серебро), при этом отбрасывали¹), ибо не умели его применять! Через англичанина W o o d' a европейские ученые, впервые, в 1740 г. познакомились с платиной, а в 1748 г. испанский математик (сочлен французской градусной комиссии в Перу) Antonio del Ulloa дал подробное описание металла—платины. С тех пор стали собирать «отбросы», а к началу XIX века их набралось уже до 2000 фунтов, которые по поручению испанского правительства были отданы в Париже на переработку. Интерес химиков датируется, именно, этим временем и привел в короткий промежуток к очень интересным открытиям. Оказалось, что платина—не есть однородный химический элемент, а сумма многих и похожих друг на друга элементов, как бы представляющих собою химический симбиоз. История их открытия довольно своеобразна; в частности весть о новом открытии появляется в форме, не вполне привычной в химии. А именно, в апреле 1808 года появилось в Лондоне анонимное объявление, в котором сообщалось об открытии нового металла с указанием некоторых из его свойств и адреса одного из Лондонских торговцев минералами (F o r s t e r), у которого можно покупать новый металл, 1 гран за 1 шиллинг! Апрельская ли шутка, научная мистификация или реклама спекулятивно настроенного изобретателя?—Один из известных в то время английских химиков—Chenevix—отправился к указанному торговцу, нашел там, действительно, «новый металл», под названием палладия, и купил главнейшие запасы последнего. По испытанию металла он мог подтвердить сообщенные незнакомцем свойства его металла, но он отрицал его однородность, утверждая, что металл этот

¹ Служащим испанского правительства было предписано по мере накопления выбрасывать платину в море.

состоит из 2 частей платины и 1 части ртути, а ртуть в сплаве якобы так крепко связана, что она не выделяется даже при сильнейшем накаливании и её присутствие вообще не может быть доказано.¹⁾ В оправдание своего (довольно странного) утверждения Chenevix писал, что «новый металл» можно получить из раствора платины, нейтрализуя таковой окисью ртути, восстанавливая железным купоросом и сплавляя полученный черный порошок! Казалось, что вопрос этим был окончательно решен в неблагоприятном для анонимного изобретателя смысле. Но дело приняло другой оборот. Незнакомец выступил со вторым объявлением: он обещал 20 фунтов стерлингов тому, кто покажет, что он из платины и ртути, действительно, получил новый металл,—счастливцев может получить премию у того же торговца Forster'a! Напрасно F o r s t e г ждал этого изобретателя—ни сам C h e n e v i x, ни другие химики-специалисты, заинтересовавшись этой загадочной историей, не сумели синтезировать палладий из платины и ртути. Тогда в 1804 г. незнакомец снял с себя маску: некий Will. H. Wollaston опубликовал в «Philosophical Transactions» статью, в которой он признался в авторстве вышеупомянутых объявлений и сообщил, что палладий им же был открыт в природной платине при попытках получить ковкую платину, и что, кроме палладия, им открыт еще один новый платиновый металл—родий. Кто был Wollaston? Wollaston (1766 — 1828) был по специальности врач, но скоро, в 1800г., взялся за изучение физики и химии, построил в Лондоне первый завод для переработки платины, открыв два новых платиновых элемента и ковкость платины; независимо от Dalton' а он открыл закон кратных отношений (1808) и первый предложил при вычислении атомных весов за единицу кислород (= 16); он усовершенствовал микроскоп, построил гониометр отражения и дал метод полного отражения для определения светопреломления (1809); в электричестве он построил особый гальванический элемент; он изобрел криофор и т. д. Итак, самоучка-аноним оказался в действительности гениальным химиком и физиком, который на 37-м году своей жизни (1804) обогатил науку новыми открытиями.

Но курьезы с открытием новых платиновых металлов продолжаютя. Подобно тому как Wollaston сразу открыл два новых металла в платине, так и Smithson Tennant прославил свое имя открытием одновременно двух элементов: осмия и иридия. И там, и здесь наблюдался химический симбиоз—оба элемента встречаются вместе в природном осмистом иридии. И тот, и другой опубликовали свое открытие в 1804 г., а именно, в тех же «Philosophical Transactions», несколько страниц перед статьей Wollaston'a! Tennant'y (1761—1815) было 43 года, когда он сделал свои открытия, его интересы были сосредоточены на химико-технических проблемах.

Итак, благодаря все совершенствующемуся методу химического исследования, в продолжение полувека из одного металла платины было получено

¹ Как Chenevix, так и другие химики в начале предполагали, что «новый металл» в сущности есть продукт обработки платины с помощью ртути по способу, который предложил граф А. Мусин-Пушкин(1760—1805, вице-президент Берг-Коллегии).

5 платиновых металлов. И снова, через 40 лет, научный мир облетела весть об открытии 6-го платинового металла. В Казани С. С. С1 а u s открыл в платиновой руде элемент рутений (1844). И с новым элементом С1 а u s' а повторилась история, частью похожая на историю с палладием. Ведь казалось неправдоподобным, чтоб после всестороннего изучения платины и платиновых металлов, изучении, в котором столь интенсивно участвовал сам Berzelius, мог быть открыт еще новый незамеченный элемент. При этом имя автора, никому не известного в химических кругах Запада, не внушало доверия к новому открытию. Проба, которую он послал Berzelius'у, последним была охарактеризована, как «проба нечистого иридия»! Потребовались новые экспериментальные исследования Claus' а (1846), чтобы убедить Berzelius'a в однородности и элементарности рутения. Claus (1796— 1864) продолжал свои исследования рутения и платиновых металлов до своей смерти. Claus был по профессии аптекарь, участвовал, как ботаник, в научных экспедициях, сделался ассистентом и профессором химии в Казани и умер профессором фармации в Дерпте. С1 а u s'у, когда он открыл рутений, было 48 лет. Подобно тому, как у Tennant'a, и у Claus'a творческая энергия сосредоточилась на одном чрезвычайном акте, лишь в одном определенном периоде жизни; повторения проявления чрезвычайной творческой деятельности на других научных проблемах не замечается.

Спектральный анализ и открытие новых элементов

В 1860 г. В u n s e n (1811—1899) и K i r c h h o f f (1824—1887) обогащают науку новым мощным орудием исследования материи—спектральным анализом. Этому знаменательному открытию предшествовала систематическая работа каждого из обоих ученых в отдельности, пока она не сошлась в одном общем русле. Bunsen и Roscoe исследовали закон светового поглощения (1857), Kirchhoff, установил закономерность между способностью светоиспускания и светопоглощения тел (1859), и совместно они основывают «химический анализ посредством спектральных наблюдений» (1860). Они создают аппаратуру для этого нового аналитического метода, показывают приемы его применения и пределы его замечательной чувствительности, расширяют возможность его применения как к вопросам геологических формаций земли, так и к строению небесных светил, а равно отмечают значение этого метода и при открытии новых, еще неизвестных элементов, хотя бы таковые встречались на земле в чрезвычайно ничтожных количествах. «В деле открытия еще неизвестных элементов спектральный анализ приобретает важное значение», писали Bunsen и Kirchhoff в 1860 г.». Упомянем, что существенную часть аппаратуры составляет открытая Винсен'ом (1857) газовая горелка, дающая высокую температуру пламени.

Интенсивно занимаясь этими оптическими вопросами и обмениваясь добытыми результатами, оба исследователя, но всей вероятности, в общих бе-

седах изучают эти результаты, а равно оптические методы в их пригодности для химического познания тел. Вернее всего предположить, что при этом химику Bunsen'у интуиция подсказывает идею о спектральном анализе, что физик Kirchhoff своим творчеством создает способ и прибор, а интуиция обоих намечает пути дальнейшего применения нового метода как для изучения строения небесных светил, так и для открытия неизвестных элементов.

Мы имеем здесь одно из великих изобретений, сделанное вполне обдуманно, планомерно, при этом выработанное изобретателями во всех технических деталях и охарактеризованное ими во всем его значении. Bunsen'у тогда было 50 лет, Kirchhoff'у—37 лет.

Итак, новое орудие ждало приложения и химиков, призванных открыть с его помощью новые элементы. Первым на этот новооткрытый путь вступил сам Bunsen. Среди солей, подвергнутых спектральному анализу в пламени газовой горелки, были также соли из маточных рассолов некоторых минеральных вод,—ведь чувствительность метода обещала обнаружить даже следы новых металлов, а Bunsen'у казалось вероятным, что в природных продуктах . могли бы встречаться еще металлы, аналогичные щелочным металлам—литию, натрию и калию. И действительно, Bunsen (1861) обнаружил посредством спектрального прибора в пламени две характерные, новые, голубые линии: это были линии элемента цезия Cs, а, кроме того, красные и фиолетовые линии другого щелочного металла—рубидия Rb.

Успехи Bunsen'a побудили и других химиков к подобным исследованиям. Кому не хотелось открыть новый элемент и вместе с тем занять прочное место в истории химии? И казалось не трудным прославиться, так «как приемы исследования были весьма несложны, а весь успех зависел лишь от счастливого подбора испытуемого-предмета. Скоро нашлись двое таких счастливых: в 1861 г. William Crookes при исследовании отложений, которые получают при сжигании колчеданов, напр., в свинцовых камерах, обнаружил элемент таллий Tl, обладающий характерной зеленой спектральной линией, а в 1863 г. Theod. Richter (учитель в Фрейбергской Горной Академии), совместно с Reich'ом в поисках за тем же таллием в Фрейбергских цинковых обманках, случайно наблюдал в спектре, вместо искомой зеленой линии, новую яркую индигово синюю: новый элемент получил поэтому название индий—In. Гениальный W. Crookes (1832—1919)сделал открытие таллия на 29-м году своей жизни и оказался впоследствии одним из плодотворнейших изобретателей вообще; и Richter'у (1824—1898) при открытии индия, прославившего его имя, было 39 лет, а о дальнейших его научных открытиях не приходится упоминать.

Но спектральный анализ обогатил химию еще другими элементами. Известный французский ученый, Lecoq de Boisbaudran (род. 1838), много трудившийся в области спектроскопических исследований, наблюдал в 1875 г. в цинковой обманке (из Pierrefitte) присутствие нового тела, на основании спектральных линий; количество нового элемента было настолько ничтожно, что было получено только несколько долей сантиграмма (0,001 проц.)! Но-

вый элемент получил название—галлий Ga. Открытие галлия не только прославило 37-летнего Lecoq de Boisbaudran'a, но еще более Д. И. Менделеева, который сразу узнал в новом элементе предсказанный им в 1870 г. экаалюминий! Дальнейшими экспериментальными исследованиями Lecoq, действительно, мог подтвердить тождество свойств галлия с предсказанными свойствами экаалюминия. В связи с этим присовокупим, что открытие в 1879 г. элемента скандия Nilson'ом (1840—1899) и Cleve (1840—1905), двумя выдающимися шведскими химиками - экспериментаторами, оправдало другие предсказания Д. И. Менделеева, ибо Cleve тотчас же (1879), а Nilson в 1880г. признали, на основании своих исследований, скандий идентичным с экабором Д. И. Менделеева, предсказанным и охарактеризованным в 1870 г. Скандий был открыт попутно, при исследовании соединений иттербия (из минерала гадолинита и иттриотитанита); при дробной кристаллизации и кальцикации азотнокислых солей $NiSO_4$ получил фракции с все уменьшающимся молекулярным весом. «... Так как Thalen (проф. физики в Упсальском университете), исследовавший спектр этого продукта, при этом нашел несколько спектральных линий, чуждых уже известным элементам, я попытался изолировать присутствующее тело», —так пишет сам Nilson. Как Lecoq, так Nilson и Cleve не искали новых элементов, а открыли их, будучи весьма опытными экспериментаторами, планомерно продолжая свои исследования в области малоизученных минералов. Nilson'у и Cleve было 39 лет, когда они открыли скандий.

В сентябре 1885 г. в одной из копей саксонского города Фрейберга был найден минерал, содержащий серебро. Минералу было дано название «аргиродит», а для количественного изучения его состава он был передан профессору Фрейбергской Горной Академии Clemens Winkler'у.. Этот опытный аналитик находит качественно: серу и серебро в значительном количестве, а ртуть, железо и мышьяк в следах. Количественное определение всех упомянутых элементов, однако, дает недостаток приблизительно в 7 процентов!

Ошибки, казалось, при анализе не могло быть и при ходе анализа не было обнаружено ни малейшего указания на присутствие еще какого-нибудь постороннего тела. Несмотря на все это, Winkler был убежден, что недочет в анализе вызван присутствием еще неизвестного элемента с новыми свойствами. После неутомимой 4-х месячной работы он, действительно, открыл этот новый элемент—германий, и вместе с тем он блестяще подтвердил прогноз Д. И. Менделеева, ибо открытый в 1886 г. германий оказался в своих химических и физических свойствах тождественным с предсказанным Д. И. Менделеевым в 1870г. эка-силицием. Cl. Winkler'у (1838—1904) тогда было 48 лет.

Из истории открытия благородных (инертных) газов

«Иногда и счастливый случай может придти на помощь и раскрыть неизвестное соотношение, но случай вряд ли найдет применение, если тот, кто его встречает, не собрал уже в своей голове достаточно наглядного материала, чтобы убедить его в правильности предчувствованного».

H. v. Helmholtz.

На примере аргона и гелия резко наблюдается значение тех факторов, которые или способствуют, или мешают новому открытию. Во-первых, предвзятое мнение,— оно убивает охоту и возможность открыть новое. Ведь, казалось, в продолжение целого столетия, вполне немислимым допустить сложность атмосферного азота,—десятки самых авторитетных химиков точнейшим образом установили состав воздуха, как же можно было допустить в последнем присутствии еще нового газа! Предвзятое мнение, основанное на вере в авторитет, действует вроде отрицательного духовного катализатора, уменьшающего скорость реакций, приводящих к открытиям. Наоборот, некоторая свежесть и смелость в комбинации фактов, а равно фантазия при комбинации всех возможных явлений,—они существенно готовят, настраивают к открытию. Если к этому настроению и желанию открыть новое присоединяется тонкое умение в наблюдении явлений и способности к систематическим исследованиям вообще, способность уловить счастливый случай и интерпретировать таковой, тогда заключительным звеном исследования природы непременно окажется открытие новой истины.

При точном анализе атмосферного воздуха в 1785 г. Cavendish произвел ряд опытов; через смесь воздуха с кислородом (в определенном количестве прибавленном к обыкновенному воздуху), помещенную над раствором едкого натра, он пропустил электрические искры; образовавшиеся при этом окиси азота (азотистый и азотный ангидриды) были поглощены щелочью. Когда объем газовой смеси при дальнейшем пропускании искр не уменьшался, он ввел в трубу серный цвет, дабы избыток кислорода был абсорбирован, «...после этого остался не поглощенным лишь небольшой объем азота, который наверное был, не более $1/120$ объема введенного в трубку азота, и если в азоте нашей атмосферы есть, некоторая часть, которая—после удаления кислорода, воды и углекислоты—не может быть превращена в азотный и азотистый ангидрид, то она наверное не более $1/20$ доли общего количества» (Cavendish).

Когда в 1894 г. William Ramsay повторил опыты Cavendish'a, т.е. подверг чистый атмосферный азот, смешанный с кислородом, действию электрических искр, над раствором едкого калия, он наблюдал часть газа, не абсорбируемого щелочью, а количество этого газа-остатка «было пропорционально количеству взятого воздуха». Ramsay открыл новый элемент аргон, устано-

вив, что на 100 объемов атмосферного азота встречаются в воздухе 1,2 объема аргона, или на 100 объемов воздуха 0,937 объема аргона.

Итак, получается следующая картина: в атмосферном воздухе была уже в 1785 г. открыта новая недействительная составная часть. Однако, она не подвергается дальнейшему исследованию, а факт, открытый Cavendish'ем, забывается. Снова этот загадочный газ наблюдается R. Bunsen'ом (1857), который повторяет опыты Cavendish'a. И опять, факт, как маловажный, предается забвению. Природа, однако, пробует в новой форме привлечь внимание исследователей к своим тайнам, пытливому и наблюдательному она охотно показывает эти тайны. Как бы особыми сигналами она многократно извещает о существовании новых благородных газов-элементов! В 1868г. Janssen, Lockyer и Frankland, впервые, наблюдают в спектре протуберанцев солнца особую желтую линию (с длиной волн D_3 — 587,5 pp.); она не присуща ни одному из земных элементов, а потому приписывается гипотетичному элементу Helium (helios—солнце). В 1882 г. Palmieri снова наблюдает ту же яркую желтую линию при спектральном исследовании лавы Везувия. В то же время Hillebrand в Америке наблюдает, что некий урановый минерал (клевитит) при кипячении с серной кислотой выделяет газ, который по своим свойствам очень похож на азот. Но никого дальше не интересует ни присутствие «гелия» на земле, ни странное присутствие свободного азота в минералах!

Действительно, странной ныне представляется своеобразная индифферентность ученых по отношению к этим, столь явным манифестациям этих еще не открытых элементов. Очевидно, формы, в которых новые газы до этого проявляли свое существование при исследованиях химиков, лежали вне пределов тех методов и задач, которые лежали именно в сфере интереса химиков.

Лишь тогда, когда точная исследовательская работа физика снова обнаружила присутствие новых газов в атмосфере, а именно, при определении веса (массы), и когда испытанный в точных исследованиях физико-химик приступил к выяснению наблюдаемых физиком аномалий, лишь тогда наступил «триумф третьего десятичного места», триумф смелой идеи и точнейшей исследовательской работы, подарившей науке в продолжение немногих лет 0894—1898) пять новых элементов, как постоянных спутников атмосферного азота. При каких обстоятельствах произошло все это?

Выдающийся английский физик, Lord Rayleigh, был занят точным определением удельного веса чистых газов. Между прочими газами он подвергает взвешиванию и азот. Для контроля чистоты своих газовых препаратов он prepares азот как из атмосферного воздуха, так и разложением из аммиачных соединений. При этом он наталкивается на неприятный факт, что азот, добытый из химических соединений, имеет другой удельный вес, нежели азот, извлеченный из атмосферы. Правда, разница в весе небольшая, лишь в третьем десятичном знаке, но, все-таки она существует, а именно:

1 литр азота из воздуха весит . . . 1.2572 гр.,

1 литр азота из химич. соединений 1.2505 грамм.

Эти результаты взвешивания докладываются в Royal Society (1893), а в числе присутствующих на заседании членов оказывается также Will. Ramsay.

И тут повторяется явление, столь характерное для биологии открытий. Многие слушали этот доклад, многих или всех занимает этот вопрос об аномалии. Но лишь у одного лица мозг оказывается столь чувствительным резонатором, чтобы от услышанного придти в особого рода сильную вибрацию, результатом которой является смелая творческая идея. Этим лицом был W. Ramsay. После доклада он тотчас и с уверенностью объясняет Rayleigh'у, что причиной разногласия чисел служит находящийся в атмосферном воздухе неизвестный тяжелый элемент, для открытия которого он предлагает свое содействие. Rayleigh встречает эту идею с явным недоверием, но, после некоторого колебания, все-таки, решается на совместную экспериментальную проверку идеи R a m s a y'a,—результаты исследования атмосферного азота уже через несколько месяцев могут быть сообщены на заседании того же Royal Society: Rayleigh и Ramsay (1894) выделили из азота воздуха новый, действительно, более тяжелый, чем азот, газ (1 литр весил 1.78 гр.)— элемент аргон!

Почти с уверенностью можно сказать, что (как это видно из примеров открытия других новых элементов) история открытия благородных газов претерпела бы перерыв, если бы аргон не был открыт Ramsay'ем, а другим талантливым химиком. Ведь открытие нового элемента и точное его изучение представляют собою несомненно крупный акт научного творчества, сопряженный с значительным израсходованием физической энергии, поэтому признательность ученого мира является вполне заслуженной наградой, а временная приостановка творческой деятельности изобретателя или перевод этой деятельности на совершенно другое поле почти нормально сопровождают— как явления творческого последствия—пережитое напряжение. Но совершенно другое наблюдается у R a m s a y'a, этого изобретателя *par excellence*. Вместо того, чтобы открытие аргона и решение столетней загадки играли в его жизни и творчестве роль максимального действия, они, наоборот, являются началом необыкновенно многосторонней и знаменательной творческой деятельности, которая позволяет ему развить и приложить все гениальные способности: мастерство в экспериментальном искусстве, удивительное химическое чутье, смелую химическую фантазию, пытливость и находчивость, а равно настойчивость при преследовании намеченных целей.

Вслед за открытием аргона Ramsay задает вопрос: где и в каких соединениях встречается этот инертный, т. е., неспособный к химическому соединению, элемент в природе? Ведь, как составная часть воздуха, он окружает землю,— он попал, быть может, из земли в воздух. Тут сказывается его способность смелой комбинацией наблюдений прежнего времени с новым открытием аргона сразу попасть на верный путь. Hillebrand (а за ним и другие) давно наблюдали выделение «азота» из редких минералов, но почему этот мнимый азот не может быть аргоном? Ramsay подвергает | минерал клевету действию серной кислоты, собирает выделяющийся при этом газ, но не под-

вергает его химическому, изучению, как Hillebrand, а спектроскопическому. И, действительно, спектроскоп показывает в «азоте» знакомые линии аргона. Итак, земной источник аргона открыт. Но при этом открывается еще новое, и за разъяснением одной старой загадки следует новая загадка: вместе с характерными спектральными линиями аргона наблюдается новая яркая желтая линия! Какому элементу соответствует эта загадочная линия? Измерение длины волн с несомненностью доказывает идентичность этой линии с элементом гелием, наблюдаемым в 1868 г. в солнечной атмосфере! Немного спустя Ramsay уже имеет в достаточном для всестороннего физического исследования количестве этот земной гелий (1895).

Новый научный триумф Ramsay'a, однако, усиливает его творческую деятельность. А непосредственной причиной является периодическая система элементов Д. И. Менделеева. R a m s a y, открыв два новых элемента, считает своим научным долгом указать им соответственное место, снабдить их, так сказать, правом гражданства в строго организованной системе остальных элементов.

Всматриваясь в периодическую систему, мы легко убедимся, что аргону (как элементу с атомным весом = 40) есть место в VIII группе (за хлором = 35,5); но так как гелий такой же химически недействительный элемент, как, аргон, то и гелий должен быть помещен в VIII группу выше аргона, так как атомный вес гелия = 4. Но элементы VIII группы встречаются в триадах (по три в одном горизонтальном ряду), а сравнивая разницу атомных весов аргона и гелия ($40 - 4 = 36$) с близ лежащими элементами VII, VI, V и IV групп периодической системы, не трудно заметить повторение этой разницы $\Delta = 36$ во всех группах. Отсюда Ramsay вывел заключение, что тогда эта аналогия указывает на существование еще других инертных газов, а именно, одного за фтором (F = 19), примерно с атомным весом = 20, другого за бромом (Br = 80) с атомным весом = 82, а третьего за йодом (I = 127) с атомным весом = 129. Итак, Ramsay, руководимый закономерностью периодической системы, подобно творцу последней—Д. И. Менделееву, выступает в роли научного пророка, но не только пророка, который представляет оправдание своих предсказаний судьбе или будущим изобретателям; Ramsay настолько, преисполнен верой в периодический закон и в собственную творческую энергию, что он тотчас же приступает к поискам этих новых элементов. В сотрудничестве с Travers'ом он в продолжение нескольких лет с каким-то фанатизмом работал над отысканием этих недостающих элементов. Где были они скрыты? В минералах, в источниках, в метеоритах? Вот как Ramsay сам описывает эту работу: «Они (Ramsay и Travers) нагревали более сотни различных минералов, чтобы узнать, не содержат ли они какие-нибудь новые газы и если да, то какие? Им, однако, не удалось найти ни одного нового газа, а они только установили, что многие минералы при нагревании выделяют гелий! Далее, подвергались выпариванию многие минеральные воды, и были исследованы выделявшиеся при этом газы, но и здесь были найдены лишь гелий и аргон. Нагревались даже метеориты или «падающие звезды», но и из них только

один при нагревании выделил газ, не вступающий в соединения с другими элементами; при ближайшем исследовании, однако, и этот газ оказался лишь смесью из тех двух газов...» Присовокупим, что была предпринята поездка в Исландию, чтобы собрать пробы газов, выделяющихся из тамошних горячих источников. Равным образом Ramsay отправился в Пиренейские горы, чтобы исследовать газы тамошних минеральных источников.

Однако, все эти попытки оказались тщетными, и следов новых газов не было найдено! После такой неудачи было бы неудивительно, если бы Ramsay, разочарованный и утомленный этими безрезультатными поисками, отказался от своей идеи и бросил бы, вообще, занятия с этими благородными, но неблагодарными газами. Ничего подобного не имело место у Ramsay'a. К его замечательному творческому гению присоединились еще замечательная методичность и работоспособность, а равно необыкновенная настойчивость при преследовании намеченной научной цели. Очевидно, его вера в правильность прогноза новых элементов не могла быть поколеблена всеми неудачами.

И Ramsay обращается к исследованию нового вещества или, вернее говоря, возвращается к исследованию старого, уже раньше им же изученного атмосферного воздуха. Но прежние его исследования обнаружили в воздухе лишь аргон. Следовательно, новое исследование должно было быть организовано на новых экспериментальных началах. При этом сказывается та крупная роль, которую оказывают на успешный исход творческой работы по химии новые усовершенствования и технические изобретения в области механики и физики. В 1895 г. инженер и профессор машиностроения в Мюнхене, С. Linde (род. 1842 г.), изобрел простую машину для сжижения воздуха,— отметим, что профессору Linde было тогда 53 года. В том же году (1895) Hampson в Англии изобрел другой тип машины для добывания жидкого воздуха. Новое техническое изобретение не только обогатило химию жидким кислородом и азотом, но и расширило пределы химических исследований до очень низких температур (а именно, до -195°). Благодаря этому новому техническому успеху оказалось возможным привести в исполнение то, что без него вообще не явилось бы осуществимым. Ramsay и Travers добывают большое количество аргона из воздуха и—охлаждая его жидким воздухом—превращают его в бесцветную жидкость. Ход их мыслей следующий: «Была надежда на то, что, если в аргоне содержатся еще какие-нибудь газы более высокой или более низкой точки кипения, то их удастся отделить от него простой перегонкой...» Применяв еще более низкие температуры, а именно, точку кипения жидкого водорода ($-252,5^{\circ}$), и подвергнув испарению большие количества жидкого воздуха, Ramsay и Travers в скором времени (1898), действительно, выделяют и точно изучают три новых неактивных газа, а именно:

неон с атомным весом = 20	
криптон . . « « - «	= 81,8
ксенон . . . « « «	= 128

Какое мастерство в экспериментальном искусстве потребовалось, чтобы открыть, выделить и исследовать эти благородные новые газы, станет очевидным, если мы примем во внимание их количества в воздухе, а именно, на 100 весовых частей воздуха имеется:

0,000056	вес. частей гелия,
0,00086	“ “ неона,
0,005	“ “ ксенона,
0,028	“ “ криптона,
1,3	“ “ аргона.

В истории открытия химических элементов найдется мало подобных случаев столь смелых предсказаний, на основании заключений по аналогии, и столь блестящих подтверждений, на основании опытов, одним и тем же лицом, соединившим в себе и дар пророка, и дар экспериментатора. Можно ли найти лучшую иллюстрацию для правильности изречения: «Ищите, да обрящете!»

В каком возрасте был Will. Ramsay, проявивший столь необыкновенную научную находчивость, энергию и фантазию при открытии этих 5 элементов? Will. Ramsay (1852 — 1916) открыл новые благородные газы в продолжение 1894—1898 г., когда ему было 42—46 лет от роду. По поводу открытия предсказанных Д. И. Менделеевым трех элементов, Ramsay писал, что это открытие представляет «триумфальную колесницу»^{1*} нашего учителя Менделеева, более блестящую, чем таковая же блаженного Василия Валентина. Но не менее блестящей триумфальной колесницей для творчества Ramsay'a является открытие им же 5 новых элементов, при этом газообразных, лишенных химического сродства и встречаемых в воздухе (исключая аргона) в необыкновенно малых количествах!

Итак, у R a m s a y'a проявление творческой силы наступает лишь в зрелом возрасте; это творчество сказывается с необыкновенной интенсивностью. Наступает ли после достигнутых триумфов, вследствие чрезмерного напряжения духовной энергии, истощение творчества?

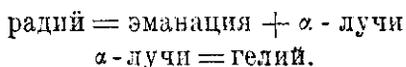
По примеру многих других исследователей подобное явление и психологически, и физически было бы довольно понятно.

Но те же благородные, химически инертные газы представляют мост к другой, вполне самостоятельно возникшей области научных познаний, к учению о радиоактивности.

В 1902 г. Rutherford и Soddy при исследовании эманации тория и радия пришли к заключению, что эти эманации с химической точки зрения похожи на инертные газы, открытые Ramsay'ем. Они высказывают гипотезу, что в радиоактивных элементах атомы самопроизвольно, распадаются на атомы более легких элементов, «... выбрасываемая с огромной скоростью α -частица состоит из атома, масса которого тяжелее массы водородного атома.. Вероятно, этот атом есть атом гелия».

¹ Намек на известный труд Bas. Valentinus'a: „Currus triumphantis Antimonii". 1604.

В 1903 году Ramsay (совместно с Soddy) экспериментальным путем доказывает верность этой смелой спекуляции, т. е. впервые экспериментально показывает следующие реакции распада элемента—атома:



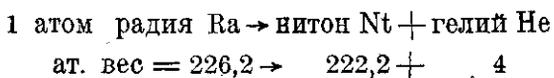
Посредством спектрального анализа устанавливается, что газы, выделяющиеся из водного раствора бромистого радия, содержат гелий, что эманация, подобно газам, может (посредством жидкого воздуха) быть сгущена в жидкость, и что эманация, первоначально не показавшая и следов гелия, через несколько дней, однако, дает спектр гелия, т. е., что элемент гелий постепенно образовался из другого элемента (из радия через эманацию).

Огромное значение этого открытия для нашего мировоззрения вообще, а в частности для химии — очевидно; тысячелетнее понятие об атоме оказалось несостоятельным, атом, как нечто неделимое, оказался делимым; понятие об элементе, как веществе, не подлежащем дальнейшему разложению на более простые составные части, это понятие было опровергнуто наблюдениями над радием и эманацией радия, т. е. элементом нитон: элемент нитон превращается в элемент гелий.

Не подлежит сомнению, что эти опытные исследования Ramsay'a, подобно удару молнии, разрушили часть старого здания; физической науки, одновременно вскрыв вход в новые тайники! И также не может быть сомнения в том, что открытие элемента гелия Ramzay'ем в 1895 г. представляет первую часть этой великой научной симфонии, т. е. современной электроники и радиоактивности, финал которой нам еще неизвестен. Не было бы гелия, не было бы и той техники, которую выработал Ramsay, изучив минимальнейшие количества этого элемента с физической и химической стороны!

В 1908 г. Ramsay и Gray производят точное физическое исследование газообразной эманации, для которой устанавливается точка кипения = -62° , эманация признается за новый элемент нитон, принадлежащий к группе благородных газов гелия —аргона, а определение атомного веса нитона дает величину = 222,2.

Итак, распадение атома радия соответствует следующему количественному уравнению:



Присовокупим, чтобы иллюстрировать тонкость методов Ramsay'a, что, напр., определение объемных отношений жидкой эманации (или жидкого нитона) было произведено над объемом жидкости = 0,00025 кубич. сан-

тим., а взвешивания производились посредством микровесов, давших чувствительность до 1/250000 миллиграмма (Ramsay и Gray, 1910)!

В связи со всеми этими открытиями Ramsay развивает (1908) смелую теорию: он рассматривает электрон, как настоящий химический элемент, тогда, напр., металлический натрий есть соединение электрона с еще неизвестным (и лишенным своего электрона) веществом. Поэтому представляется вполне логическим, если Ramsay утверждает, что в случае введения больших количеств энергии, напр., посредством ___ лучей (электронов), в атомы обыкновенных элементов—последние пересинтезировались бы в новые элементы, т. е., «что трансмутация элементов больше не является бессмысленной мечтой, и камень мудрецов был бы открыт...» (1908). (Укажем на образование золота из ртути, Miethe, 1924).

Мы особенно подробно остановились на изложении истории открытия благородных газов—элементов; нам думается, что для биологии творчества и изобретателей пример благородных газов — школьный пример о сочетании самых разнообразных факторов, обуславливающих открытия и побуждающих изобретателя к необыкновенному проявлению творчества. Одновременно пример этот демонстрирует взаимную зависимость открытий друг от друга, их логическую последовательность и духовное последствие. Далее, пример Ramsay'a рельефно показывает нам, как определенными условиями вызывается скрытая до этого творческая сила и возвышается до необыкновенных размеров, и как проявление такого творчества происходит на склоне лет, в возрасте от 50—60 лет. Наконец, из этого примера явствует, как выдающийся ум, первоначально пользуясь «случаем», постепенно придает своим открытиям последовательность и одно случайное наблюдение' превращает в строгую систему открытий.

Открытие гальванического электричества и электролиза

В 1791 г. появилась в Изданиях Академии в Bologn'e тоненькая книжка под названием: «Aloysii Galvani de Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius, Bononiae 1791», оповестившая научный мир об открытии, которое было признано всеми современными учеными за одно из прекраснейших и удивительнейших.

Автору трактата, Al. Galvani (1737—1798), профессору специалисту-медику и физиологу, в то время было 54 года. Он объясняет движение мускула препарированной лягушки вблизи электрической машины предвзятой теорией, что в препарате уже заранее существует электрический заряд; он создает учение о животном электричестве, которое в роде электрической жидкости вырабатывается мозгом, и, основывая на этом умении особую электрическую терапию. Его открытие, само по себе — одно из важнейших и богатейших по своим последствиям, его теория—одна из крупных научных ошибок или недоразумений. Это открытие и характерно для биологии научного твор-

чества. Какие обстоятельства привели маститого медика к столь фундаментальному физическому открытию? Вот что пишет сам Galvani: «Дело началось так: я сецировал лягушку, препарировал ее и положил ее, - снабдив себя всем необходимым, на стол, на котором стояла электрическая машина, на далеком расстоянии от ее конденсатора...» В то время, как он..., сам был занят совершенно другими делами и погружен в думы», одно из лиц, помогавших ему при этом, случайно дотронулось скальпелем до внутренних нервов ножки и заметило контракцию мускулов, а другому постороннему лицу показалось, что контракция имела место именно тогда, когда электрическая искра выскочила из конденсатора. « ...После этого я был увлечен невероятным усердием и желанием все это исследовать и раскрыть тайну того, что было скрыто...»

Итак, фундаментальное наблюдение впервые было сделано «посторонним лицом» (присовокупим, что таковым считали— M-me Galvani, которая и воспевалась в стихах). В действительности первоначально сам Galvani был «посторонним лицом» при этом открытии. Но анализ этого несложного рассказа показывает нам еще и другое психологически важное обстоятельство. Galvani сознается, что от этого наблюдения он пришел в чрезвычайное возбуждение и был охвачен «невероятным усердием и желанием» выяснить новый феномен. Его мозг, следовательно, оказался весьма чувствительным инструментом, как бы прореагировавшим на новое явление сильными и продолжительными вибрациями. И в этом сказалась его творческая сила, его несомненная способность к открытиям. Ведь ему не могло быть неизвестным, что уже до него были наблюдаемы мускульные контракции, вызванные электрическими разряжениями. Ведь и он мог—подобно другим в аналогичных случаях—составить себе «теорию» о причинах наблюдаемого им же феномена и на этом считать все «объясненным». Однако, руководимый гениальным чутьем, он— неясно для самого себя—усматривает нечто новое и вступает на тернистый путь опытов.

По мнению гениального J o h. Wolf. Goethe, поэта-натуралиста, в каждой ветви физических наук следует искать «первоначальный феномен» (Urphanomen), чтобы потом свести на таковой все остальное разнообразие явлений.

Не предчувствовал ли G a l v a n i близости этого « Urphanomen'a», при виде которого он пришел в необыкновенное душевное состояние? Чувство приятного возбуждения и счастья пережил каждый исследователь, достигший после долгого искания новых результатов. Berzelius сообщает про себя, что, занимаясь перегонкой дымящейся азотной кислоты, он наблюдал выделение газа; собрав таковой над водой в пустых банках, он приступил к его исследованию. «...Редко я переживал минуты столь чистой и глубокой радости, как те, когда я видел, что лучина воспламенилась в этом газе и осветила мою темную лабораторию необыкновенным ярким светом». Этот газ—чистый кислород, который случайно наблюдал молодой Berzelius в своей темной студенческой каморке (1798)!

В тесной связи с открытием Galvani стоит открытие Volta. Если первый при своих работах руководствовался убеждением, что электричество есть принцип жизни в организме, то второй, начав свои исследования с воздушного электричества (в 1782 г. он изобрел особый конденсатор), постепенно переходит к электричеству соприкосновения и, первоначально вполне присоединяясь к теории Galvani, скоро устанавливает, что при опытах Galvani препарат лягушки играет лишь роль весьма чувствительного электроскопа («животного электрометра»), а с 1792 г. изучает возбуждение электричества при соприкосновении металлов-проводников I класса между собою и между проводниками II класса или жидкостями. Наступает 8-летний перерыв в научных сообщениях Volta. Наконец, в письме от 20-го марта 1800 г. из г. Сото, на имя президента Royal Society в Лондоне, он сообщает суть того открытия, которому было предназначено создать в физических науках один из самых блестящих отделов,—учение о гальванизме, а равно преобразовать XIX век в век электричества. «...Лишь немногие открытия вызвали в истории естественных наук столь громадный интерес самых широких кругов, как Вольтов столб, т. е. изобретение гальванического элемента»,—так характеризует W. Nernst это открытие. А сам Volta, предчувствовал ли он все значение своего открытия и понимал ли он действие своего прибора? Вот что он пишет в упомянутом письме: «После долгого молчания... имею честь сообщить Вам, а через Ваше посредство Королевскому Обществу, некоторые поразительные результаты, к которым я пришел при продолжении моих опытов над электричеством, которое возбуждается простым соприкосновением разнородных металлов или даже других, но также между собою различных проводников... Самым существенным в этих результатах... есть конструкция особого аппарата, который своим действием, т. е. ударами, производимыми в руках и т. д., похож на Лейденскую банку или, скорее, на слабо заряженную электрическую батарею, однако, непрерывно действующую,— другими словами, который содержит неисчерпаемый заряд, постоянное действие на электрическую жидкость...» Очевидно, что великий изобретатель был проникнут убеждением, что его столб есть настоящий *perpetuum mobile*! О химических процессах, протекающих внутри его столбиков или наблюдаемых между концами проволок столбиков, мы не находили у Volta, ни малейшего упоминания. Alessandro Volta род. в 1744 г. в гор. Сото, умер там же в 1827 г.) сделал свое открытие на 55-м году. Вместо *perpetuum mobile* Volta открыл аддитивность электрических напряжений; путем многократного повторения своей комбинации из трех разнородных проводников он получил напряжения, которые явились суммой всех отдельных напряжений. Усиление напряжения обещало и усиление эффектов, производимых Вольтовым столбиком, т. е. гальваническим током.

Какое действие оказывает этот ток на химические соединения? Этот вопрос был тотчас же поднят и вызвал целый поток экспериментальных исследований, новых открытий и новых теорий. И хотя Volta более, чем на два десятилетия пережил свое открытие, он оставался в стороне от тех замеча-

тельных научных течений, которые были непосредственным приложением открытого им столбика.

Чем объясняется это явление, которое, к сожалению, наблюдается довольно часто в истории великих изобретателей-ученых? Этот индифферентизм к дальнейшему развитию созданных ими же истин, есть ли он результат истощения духовных сил, вследствие чрезмерного напряжения таковых в период открытия? Частью это несомненно так, но тогда следовало бы ожидать, что за некоторой паузой отдыха, перерыва работ и реставрации запаса духовной энергии, снова возобновится творческая деятельность. Из числа многих примеров приведем лишь один характерный из жизни знаменитого Berzelius'a. Berzelius (1779 — 1848) провел время от 1803—1818 г.г. в очень интенсивной научной работе, проложив для химии новые научные пути. Открытие новых элементов, электрохимические исследования (1803), издание большого руководства по химии (I и II тома были окончены в 1812 г.), серия определений атомных весов и его классический труд «Попытка открыть определенные и простые отношения, по которым связаны между собою составные части неорганических тел» (1811—1812), далее его «Попытка основать чисто научную систему минералогии приложением электрической теории и учения о химических пропорциях» (1814), создание химической символики, т.е., современных химических знаков (1813 и сл. г.), третий том его руководства по химии (1818),— вот перечень главнейших научно экспериментальных работ за этот 15-летний период. Отметим, что признание великих научных заслуг Berzelius'a выразилось в назначении его в 1818 г. постоянным секретарем Стокгольмской Академии Наук и возведением его в дворянское достоинство (1818). Как отразилось все это на психическом и физическом состоянии В е г з е л и у с'а?;

Напряженная многолетняя творческая работа, с одной стороны, все возрастающая научная слава и общественная признательность, с другой стороны! Но пусть сам Berzelius нам расскажет о своем состоянии: «Весною 1818 г. прибавился еще другой род болезни (к частым головным болям). Я впал в состояние равнодушия ко всему,... сделался вполне неспособным к занятиям, и всякий род научной работы стал мне противен».

Лечение этой своеобразной болезни обыкновенными лекарствами не имело успеха. И это вполне понятно. Причины—переутомление физическое и психическое, «пересыщение» интеллекта, чрезмерное израсходование творческой энергии. Противодействующими средствами могли лишь быть: временный перерыв в занятиях, отдых организма, постепенное восстановление нарушенного духовного равновесия накоплением новых сил. Путешествие, предпринятое Berzelius'ом летом 1818 г. и продолжавшееся до декабря 1819 г., оказалось вполне удовлетворительным для восстановления нарушенной творческой силы. И снова наука химическая обогатилась целым потоком химических открытий Berzelius' a.

Но вернемся к Volta. После произведенного в 1800 г. великого открытия его гений как бы вполне замолк. Не кроется ли причина этого в неспособно-

сти приспособляться к новому повороту исследований, начало которым было положено именно трудами данного ученого? Быть может, что продолжительные занятия по одной узкой, специальной идее, по одному определенному вопросу настолько сузили кругозор, что ученый, сделав открытие, благодаря такому углублению в специальную идею, считает всякое отклонение от его идеи неправильным, всякую попытку дальнейшего развития этой идеи личной для себя обидой и неблагодарностью со стороны современников? И этот мотив встречается в жизнеописаниях великих творцов науки. Но, кроме того, необходимо указать еще на одно обстоятельство, на одну человеческую слабость, нередко являющуюся причиной того равнодушия к научному прогрессу, которое мы наблюдаем у Volta. Это—слава, созданная успехом открытия; она часто сопровождается самодовольством и переменной общественного положения, а равно слабостью—переоценкой значения последнего. Volta отказался от своей профессуры в 1804 г., Наполеон I произвел его в графское достоинство, назначил его сенатором итальянского королевства и учредил в его честь особую золотую медаль—премию за научные заслуги.

Первое исследование химического действия гальванического тока посредством столбиков Вольта было сделано в 1800 г.: Nicholson (1753—1815) (был последовательно коммерсант, чиновник, учитель, инженер, натурфилософ и издатель журнала «*Journal of natural philosophy, chemistry and arts*»), узнав от лондонских физиков (еще до напечатания статьи Volta) о его новом приборе, построил—совместно с Carlisle—подобный столб и погрузил концы проволок от обоих крайних металлических пластинок в свежую речную воду: вода была разложена на составные части, и при этом наблюдалось на конце одной проволоки выделение водорода, а на конце другой—выделение кислорода («... это не мало удивило нас, это новое явление для нас еще необъяснимо (пишут оба автора), оно, кажется, указывает на какой то общий закон действия электричества при химических процессах»). Итак, открывается при помощи того же вольтова столбика первое разлагающее действие тока—электролиз, и первый закон электролиза, что продукты разложения выделяются одновременно, но, в отдельных местах. Nicholson'у было 47 лет, когда им был открыт электролиз.

Изучению действия тока была посвящена серия исследований В. В. Петрова, опубликованная в 1803 г. под заглавием: «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков» (СПб. 1803). При помощи этой огромной батареи Петров открывает Вольтову дугу (дуговой электрический свет) между двумя кусками древесного угля! В. В. Петров был самоучка-физик, впоследствии сделался профессором физики и математики Военно-Медицинской Академии в Петербурге. Петрову (1762 — 1834) был 41 год, когда он сделал свое открытие.

Nicholson и Carlisle, проложившие путь к электрохимии, не продолжали своих работ в новой области. Фундаментальная истина была дана: электрический ток разлагает соединения или разъединяет прочным средст-

вом связанные составные части тел,—эта новая истина могла быть испытана и на других химических соединениях. Ведь принципиально нет разницы между сложным телом в роде воды или какой-нибудь солью. Принципиально можно ожидать разложения и соли, если разложение воды посредством электрического тока доказано. Далее, если при разложении воды ток дает те же простые вещества, из которых вода синтетически, добывается, иными словами, если электричество не производит новых элементов, но только разлагает соединения на составные их части —элементы,—тогда можно при разложении—электролизе—других соединений, например, едких земель и щелочей, ожидать выделения составных частей этих земель и щелочей.

Очевидно, что подобные идеи и задачи напрашиваются сами по себе; в частности, относительно земель и щелочей, эти идеи являлись в начале XIX века тем более заманчивыми, что и земли, и поташ, и сода, и борная кислота причислялись к «телам простым, коих химик не мог еще разложить».

Тот, кто первый подверг эти идеи и проблемы опытной проверке, сумел довести эти опыты до блестящего конца и на основании выпавших при этом на его долю новых открытий приобрел всемирную славу, был Humphry Davy. Вместо комнатной температуры (как в опытах Nicholson'a) он работал при повышенной температуре, ибо его объекты электролиза были твердые вещества, поэтому предварительно нужно было их превратить в жидкости; вместо чистой воды (H_2O) он подверг электролизу в расплавленном состоянии едкий натр ($NaOH$) и едкое кали (KOH) и, впервые, получил при этом металлические калий и натрий (1807). Одновременно он предпринял электролиз земельных окисей в расплавленном виде, а именно, едкого бария ($Ba(OH)_2$) и стронция ($Sr(OH)_2$), предварительно сплавив их с борной кислотой, затем извести $Ca(OH)_2$, барита, стронциана, а равно окиси магния (магнезию MgO), сплавив их с сухим едким кали. Таким образом» он получил в последнем случае сплавы всех земельных металлов с металлическим калием (1808). Он пробовал разложить и алюминиевую окись (глинозем Al_2O_3), но имеющиеся в его распоряжении токи оказались слишком слабыми, чтобы разложить расплавленный глинозем (1807).

Действительно блестящие открытия в продолжение 1—2 лет! Блестящие, как подтверждение и новые доказательства необыкновенной дисгрегирующей силы электрического тока. Блестящие, потому что обогатили химию целым рядом новых элементов, необыкновенные, потому что эти элементы (напр., калий и натрий) представляли собою вполне новый род металлов, столь непрочных и активных, что они разлагали воду, столь легких, что они были легче воды.

Открытия были важны и для химической теории и систематики, ибо прежние простые тела—окиси и земли—оказались сложными, но они относились одинаково при действии электрического тока, следовательно, их сложность соответствовала одинаковому типу, т. е., эти окиси и земли имели химическое строение, сходное или идентичное. Открытия Davy были знаменательны и по своим последствиям как в теоретической электрохимии, так и

в технической, в частности — в электрометаллургии. Итак, то, что «...химик еще не мог разложить» в 1806 г. и считал простым телом, было легко разложено в 1807—1808 г.г.

Кто был Н. Davу? Какие особые факты предназначили, именно, его, а не других, к этим открытиям? В его лице мы снова видим самоучку, сохранившего всю оригинальность и смелость мысли, которая, не взирая на научные традиции, не считаясь с научной догмой о теоретической невозможности, с гениальным легковерием приступает к разрешению задач, считаемых до него неразрешимыми, лишь полагаясь на свои собственные силы и способности. Davу (1778—1829) не имел ни законченного среднего образования, ни специального—по химии. Покинув школу, как малоуспевающий, он попал в учение к врачу помощником при приготовлении медикаментов. Но и в роли ученика-слуги любовь к физико-химическим опытам была сильнее прямых обязанностей: в свободное (и не свободное) от прямых обязанностей время он экспериментирует, строит приборы для своих опытов. В 1797 г. он попадает ассистентом в “Пневматический Институт” в г. Bristol'e для изучения физиологических¹ (медицинских) свойств газов, открытых в это время (напр., водород кислорода, хлора, окиси и закиси азота). Здесь исходный пункт славы Davу, здесь были произведены его опыты с закисью азота N₂O (или с, так назыв., веселящим газом), который как по своей постановке, так и по физиологическим результатам, а равно и по образному изложению самого автора, «сразу превратили 20—21-летнего юношу в знаменитость ученого мира, даже всех кругов английского королевства. Не подлежит сомнению, что это всеобщее внимание не столько было обусловлено химико-научной стороной его опытов (существенно нового для химии в них нет), сколько внешними обстоятельствами и психологическим действием на широкие круги. Как настоящий спортсмен рискует жизнью, чтобы создать новый рекорд, так и молодой Davу с настоящей отвагой, о презрении всех опасностей для собственной жизни производит свои исследования. Он вдыхает этот газ и открывает его анестезирующее действие, которое, однако, по истечении 10 минут проходит. Он решается на крайнее: желая аккомодироваться к возбуждению, вызываемому этим газом, он включает себя в герметически закрываемую камеру, наполненную тем же газом, и проводит в ней 1 час с четвертью. Оставим описание действий (потеря памяти о внешнем мире, появление галлюцинаций, перемена душевных настроений и т. д.) и приведем лишь первые слова Davу по возвращении к нему спокойствия и нормального состояния: «Кроме мысли ничего другого нет! Вселенная состоит из ощущения, воображения, радости и боли». - Свои опыты вдыхания записи азота Davу продолжал несколько месяцев. Описание этих опытов появилось в печати в 1800 г. под характерным заглавием: «Chemical and philosophical researches chiefly concerning nitrous oxide and its respiration. London. 1800».

¹ В этом „Институте“ D-г Beddois'a или лечебнице для чахоточных и других больных лечение велось посредством вдыхания этих газов.

В 1801 г. молодая знаменитость приглашается в доценты химии при «Royal Institution» в Лондоне, т. е. в частное общество, только что основанное любителями естественных наук. В этой новой должности он продолжает опыты, начатые еще в «Пневматическом Институте», а именно, опыты с Вольтовым столбиком. Ведь годы 1800—1801 проходили под знаменем действия гальванического тока и опыты Nicholson'а (см. выше) не могли не повлиять на восприимчивый гений Davu. Поэтому вполне естественно, что, именно, эти опыты над разложением воды и служат исходной точкой для собственных опытов Davu, начатых также в 1800 г. и касающихся электролиза воды. Но вместо подражания, его опыты значительно превосходят опыты Nicholson'а.

Последний—а за ним и другие исследователи—наблюдали, что при электролизе воды то в большем, то в меньшем количестве получались и кислота и основание. Davu положил конец всем догадкам о происхождении последних, доказав при помощи остроумных и образцовых опытов, что «химически чистая вода в золотых сосудах и в разреженном пространстве при электролизе разлагается только на кислород и водород (1806)». Продолжением этих опытов является изучение действия тока на водные растворы солей, щелочей и т. д., т. е. разложений и химических превращений в зависимости от природы тел. В результате получается следующее: «...водород, щелочные вещества, металлы и некоторые металлические окиси притягиваются отрицательно - заряженной металлической плоскостью..., а кислород и кислоты притягиваются положительной заряженной, а отталкиваются отрицательно заряженной металлической плоскостью...» (1806).

Подготовившись изложенным образом в изучении действий тока на химические соединения, исследовав в 2 этапах: воду отдельно, воду + соли (щелочи и т. д.), он приступает к третьему этапу: щелочи или окиси, или соли отдельно. Итак, мы подошли к тому классу открытий, который соответствует зениту его творческой силы и научной славы, к открытию щелочных металлов и металлов щелочных земель (1807, 1908). Через некоторое время, достигши 30 лет, этот самоучка превратился из неизвестного молодого человека в европейскую знаменитость, которой заинтересовался весь культурный мир, хотя последний в это время испытывал необыкновенно сильные потрясения, но даже тот, кто был причиной этих потрясений, Наполеон Бонапарт, преклонялся перед гением Davu, дав ему, как единственному англичанину, разрешение приехать и доложить в Парижской Академии Наук о своих опытах!»

Имел ли случай место и значение в открытиях Davu? Нам думается, что нет. Но другой вопрос, быть может, еще интереснее. Какое развитие дал сам Davu своим классическим исследованиям? Ведь он прожил еще 20 лет после этих открытий; затронутых в его исследованиях вопросов было много, выяснение последних и количественные изучения действия тока обещали много нового. К сожалению, Davu, как бы утомленный или истощенный предшествовавшими открытиями, покидает область гальванизма, круто обрывает свою прежнюю планомерную научную работу на этой новой ниве и посвящает

дальнейшие годы своей жизни разрешению практических проблем, более или менее случайного характера, напр., вопросу об элементарной природе хлора (1810), о новом элементе йоде (1814), о Вольтовой дуге (1813, см. выше: В. В. Петров), о предохранительной лампе (1817, 1828).

Очевидно, в открытиях 1806—1808 г.г. амплитуда творчества у Davy достигла своей максимальной величины. В течение немногих лет этот гений, благодаря необыкновенной энергии, широкому научному кругозору и смелой независимости научных воззрений, достигает в науке выдающихся успехов и в жизни величайших почестей и общественной славы. Наполеон I вручает ему за его электрохимические работы большую золотую медаль, учрежденную в ознаменование открытия $V o l t a$; английский король производит его в дворянство с титулом Sir Humphry Davy; ученые общества и академии всего мира соперничают между собою в избрании его почетным своим членом. Действительно, головокружительный успех, если вспомнить, что за **лет ю** [^] до этого тот же Davy был еще учеником-слугою, что всемирной знаменитости было лишь 30 лет от роду. Приходится сказать, что гений, видя такое чрезмерное возвышение своих любимцев, закрывает свое лицо и — покидает их. Чистое идейное служение науке не согласуется с атмосферой тщеславия и развлечений. Подобная атмосфера притупляет и истощает творческую энергию в большей мере, чем самое интенсивное служение науке.

Видя поразительно быстрый подъем творчества, истощение сил, и затем быстрое падение творческих сил, нам вспоминается судьба другой знаменитой личности, — М. В. Л о м о н о с о в а, и как бы напрашивается сравнение этого гениального человека с D a v y.

Но у Davy явился преемник, который продолжал в гениальной форме его исследования по электрохимии. Это — его соотечественник Mich. Faraday (1791—1867). Подобно знаменитому Davy, и знаменитый Faraday—самоучка и дитя бедных родителей. В качестве ученика у переплетных дел мастера в Лондоне он изучает книги, отданные в переплет. Счастливым случаем в его жизни является получение нескольких входных билетов на лекции, читаемые Davy в Royal Institution (см. выше). Увлеченный лекциями, он посылает свои записки с рисунками великому учителю и просит о предоставлении ему возможности научных занятий. Таковые он, действительно, получает, поступая (в 1813 г.) в его лабораторию в качестве ассистента—лаборанта. По истечении 14 лет тот же Faraday, в качестве профессора химии при том же Royal Institution уже является преемником Davy.

Первые открытия Faraday'я находятся в зависимости от его служебного положения и показывает явное влияние научных интересов патрона на выбор тем ученика. Но его научная самостоятельность и изобретательность уже проявляются в методах работы и достигнутых результатах. Подобно своему гениальному учителю, и Faraday начинает свою творческую деятельность изучением газов. Достигнутые им научные результаты, правда, не вызывают сенсации в широких кругах, но зато для учения о газообразном состоянии имеют историческое значение. В 1823 г. он превращает в жидкость следую-

щие газы: C_1 , HC_1 , C_0_2 , H_2S , S_0_2 , $(CN)_2$, NH_3 . Его аппаратуру составляет коленообразная запаянная трубка, одно колено которой содержит вещества, дающие при нагревании газ, а другое колено погружается в охлаждающую смесь и служит для собирания жидкого газа, он пользуется таким образом повышенным давлением и низкою температурою. Но уже до этой важной работы Faraday проявил себя и выдающимся химиком-органиком. В 1821 г. он наблюдал, что в этилене C_2H_4 происходит на солнечном свете, при действии хлора, и присоединение хлора, и замещение водорода хлором (металепсия была открыта в 1834 г. известным французским химиком Dumas), т. е. он открыл углеводороды C_2C_16 и C_2C_14 .

В 1825 г. им был открыт (в цилиндрах, служащих для транспорта светильного газа) бензол C_6H_6 , открытие, которое Berzelius приветствовал, как «одну из важнейших химических работ, обогативших в 1825 г. науку». В 1826 г. он открыл сульфурирование нафталина, получив действием серной кислоты на нафталин две сульфокислоты (два изомера). Уже в предыдущем году, при открытии бензола, им было сделано открытие, знаменательное в истории изомерии и полимерии: он выделил углеводород бутилен C_4H_8 , имеющий одинаковый состав с этиленом C_2H_4 , но удвоенный молекулярный вес¹. В 1828 г. он совместно с Hennel'ем синтезирует спирт из этилена и серной кислоты (гидролизом этилсерной кислоты). Кажется, было бы достаточно этих фундаментальных открытий, чтобы имя F a r a d a y'a, как точного исследователя и выдающегося физико-химика и органика, было записано в истории химии. Но большинство из тех, кто произносят имя Faraday, ничего не знают об его химических открытиях. Его слава основывается преимущественно на открытых им законах, являющихся основными законами электрохимии и первым числовым и количественным выражением электрохимических явлений. Эти законы F a r a d a y'a были открыты в 1833 г., когда F a r a d a y'ю было 42 года. Для оценки творческого гения Faraday'я, однако, важен тот факт, что Faraday, впервые, приступил к исследованию электрохимических явлений лишь в 1831 г., т. е. за два года до своего фундаментального открытия он был еще почти новичком в той физической области, которую он вполне революционировал, с одной стороны, своими открытиями и опытами, с другой стороны, созданием новых понятий и названий и, наконец, — созданием новой теории электромагнетизма и связи его со светом. Эти классические исследования занимают Faraday'я с 1831—1850г. и напечатаны в 33 сериях. В них проявляется вся особенность Faraday'я, как осторожного, методического, терпеливого и точного экспериментатора и классика, в противоположность романтику D a v y. To work, to finish, to publish,—так Faraday выразил секрет своих многочисленных трудов и открытий.

Как пришел Faraday к этому открытию, что послужила исходной точкой? Последняя состояла в вопросе: идентично ли электричество трения с элек-

¹ В связи с этим упомянем, что понятие об изомерии и полимерии было создано лишь в 1830 г. В e g z e l i u s'o м, а сульфурирование бензола было открыто Митччерлихом в 1832 г.

тричеством, добываемым по способу Volta или нет? В первых сериях своих исследований Faraday качественными путями доказывает идентичность обоих родов электричества, и затем приступает к их сравнению количественными путями, причем ищет для обоих электричеств «общего масштаба или известного соотношения». Таковым оказалась степень химического разложения вещества. Итак, создан первый закон: количества разложенного вещества пропорциональны количеству проходящего через жидкость электричества. Варьируя природу подвергаемых разложению химических соединений, он открывает свой второй закон: количества одновременно выделившихся веществ пропорциональны их химическим эквивалентам (или химически эквивалентные количества веществ переносят одинаковые количества электричества).

Параллельно с открытием этих законов Faraday совершает еще другую знаменательную творческую работу: он создает новую научную номенклатуру и новые научные понятия для изучаемой им же области явлений. Понятия: электролиз, электролит, электроды (анод и катод), ионы (анион, катион) — являются результатом этой стороны его творчества.

Проявление этих необыкновенных творческих актов у Faraday относится к 42-му году его жизни. Наступило ли после этого истощение его творчества? Или можно отметить в его дальнейшей научной деятельности новые максимумы творчества, проявившиеся как бы после некоторой паузы, отдыха, или после накопления новой духовной энергии? Ответ должен быть утвердительный. Подобно классику в науке Berzelius'у, и классик Faraday может служить доказательством в пользу того воззрения, что научная творческая сила может быть сохранена в продолжение многих лет, проявляясь при этом многократно в форме выдающихся открытий, что она не столько зависит от возраста, сколько от индивидуальности. В 1846г. Faraday, в то время 55-летний ученый, делает новое открытие, а именно, магнитное вращение плоскости поляризации света: определенные вещества способны вращать плоскость поляризованного света, если они переносятся в магнитное поле. Он различает тела диамагнитные и парамагнитные. Он создает новую картину для электрических и магнитных явлений; суть последних заключается лишь в переменных, происходящих в световом эфире, и решающую роль при этом играет среда, которая окружает, напр., наэлектризованное тело. Уже в 1838 г. Faraday открыл—при изучении зависимости емкости электрического конденсатора от окружающей его среды— эту роль среды и создал понятие о диэлектриках и о диэлектрическом действии. Упомянем, что картина Faraday'я о явлениях электричества и магнетизма приняла в руках С1. Maxwell'a математическую форму, выразившуюся в его «электромагнитной теории света». Знаменитый физик С1. Maxwell (1831—1879) дал развитие Faraday'евских силовых линий в своем труде «Electricity and Magnetism» (1873), т. е. когда ему было 42 года.

В чем кроется тайна необыкновенного творчества самоучки Faraday'я?

Подобно Goethe, и Faraday был врагом отвлеченных понятий, с которыми он не умел оперировать. Н. в. Helmholtz (1892) характеризует Faraday'я следующим образом: «Его взгляды на физику были основаны на наблюдении явлений, а при объяснении последних он старался устранить все то, что не было непосредственным выражением наблюденных фактов. Быть может, что чудесное чутье F a g a d a y 'я в деле открытия новых феноменов было связано с этой непричастностью и независимостью от теоретических предрассудков - тогдашней науки...»

Посетителю Royal Institution'a показываются сохранившиеся до наших дней несложные и собственноручно сделанные приборы F a g a d a y 'я, при помощи которых им были произведены его гениально придуманные опыты.

Электрон. Изотопы.

Понятие об электроне или смелая по своей концепции идея об атомистическом строении электричества, идея, вызвавшая полный переворот в современном мировоззрении, впервые, встречается в речи Helmholtz'a, произнесенной 60-летним ученым в 1881 году в честь Faraday'я перед Лондонским Химическим Обществом. «Если мы принимаем атомы химических элементов, мы не можем не заключить, что тогда и электричество как положительное, так и отрицательное делится на определенные элементарные кванты, которые относятся друг к другу, как атомы электричества»^{1*}). Впоследствии для этих «атомов» электричества было введено название «электрон» (G.I. Stoney, 1891). Дальнейшее изучение явлений электролиза, ионизации газов, радиоактивности, катодных лучей и др. заставило считаться с реальностью как отрицательных, так и положительных электрических элементарных частиц. Еще больше, — физикам удалось определить массу одного электрона (отрицательного), ведь вес одного электрона составляет $1/1845$ веса одного атома водорода, или иными словами, если атомный вес вещества водорода есть $H = 1.0078$, то атомный вес вещества электрона $E = 1.0078:1845 = 0.00055$.

Современная наука совершила дематериализацию материи, превратив ее в электричество и создав новую область: учение о строении атомов и материи из электронов. Кем и когда, впервые, было сформулировано это учение? Впереди всех стоит здесь знаменитый английский физик Sir J. J. Thomson (род. 1857), который в своих книгах «Electricity and Matter» (1904) и «The corpuscular Theory of Matter» (1907) с замечательной последовательностью проводит ту идею, что материя есть проявление электромагнитных сил, и атомный вес нейтральных атомов пропорционален числу находящихся в атоме элек-

¹ Быть может, смерть закрыла уста Helmholtz'a преждевременно, не разрешив ему высказать те смелые идеи, которые им были намечены в заголовке речи: „О прочных движениях и мнимых субстанциях“; эта речь была предназначена для съезда немецких естествоиспытателей и врачей в Вене, осенью 1894 г., — кончина Helmholtz'a последовала 8 сентября 1894 г.

тронов. С помощью этих идей о строении материи Thomson дает объяснение периодической системы элементов Д. И. Менделеева, — он впервые создает модель группировки электронов в электрически нейтральном атоме; столько же положительных, сколько отрицательных электронов помещается равномерно внутри шарообразного атома. «...Это электричество представляет собою шар постоянной плотности, в котором распределены электрические корпускулы. Это положительное электричество притягивает корпускулы к центру сферы, между тем, как взаимное отталкивание стремится, удалить их от этого центра...» Thomson решил проблему для того отдельного случая, когда электроны вращаются в кругах вокруг центра атома. При большом числе электронов (т.е. при большом атомном весе) последние распределяются на много кругов; устойчивость внешнего круга уменьшается с числом включенных в нем электронов. При воздействии более или менее сильных внешних сил наружное кольцо теряет одну, или две, или три и т. д. корпускулы, а остающаяся система обнаруживает один, или два, или три положительных заряда, т. е. является одно—двух—или трехвалентной. J. J. Thomson создал свою электронную систему химических элементов, когда ему было 47—50 лет. По этому классическому прототипу впоследствии были выработаны видоизменения, новые усовершенствованные модели, которые воспользовались новыми фактами, открытыми за последнее время. Упомянем, что успешнее всех развил эти идеи Niels Bohr (род. 1885 г.), дав новую модель структуры атома и развив (в 1921/22 г.) новую электронную периодическую систему элементов. N. Bohr создал последнюю на 36 году своей жизни, наибольшую услугу Bohr'у оказала теория P1 а п с k' а о квантах энергии (энергия воспринимается молекулами лишь в определенных квантах). Planck (род. 1858), впервые, сформулировал свою теорию в 1900 г., и развил таковую подробнее в 1906 и 1916 годах, т. е. в возрасте от 42—58 лет.

В таком же возрасте (на 56 году) J. J. Thomson'ом было сделано еще следующее знаменательное открытие. В 1913 г. он опубликовал труд под заглавием: «Rays of Positive Electricity and their Application to Chemical Analyses». В этой монографии дается описание нового метода для анализа тел посредством каналовых лучей (т.е. лучей Gold-stein'a или положительно заряженных материальных частиц).

Этот метод «парабол» позволяет определить массу, т. е. атомный вес (или молекулярный вес) составных частей газа. Изучая газ неон Ne (с атомн. весом =20,2), Thomson наблюдал (на фотографии парабол), наряду с линией для массы = 20, еще яркую линию, указывавшую на массу 22, т. е. в обыкновенном элементе неоне с атомным весом — 20,2 оказался газ с атомным весом — 20 и, кроме того, в меньшем количестве газ с атомным весом — 22.

Итак, замечательный новый аналитический метод сразу дал новые замечательные результаты: расщепление настоящего химического элемента на части с различными атомными весами, или, иными словами, атомы одного и того же химического элемента оказались обладающими различной массой. Это наблюдение ознаменовало начало нового учения об изотопах среди по-

стоянных (нерадиоактивных) элементов и вместе с тем учения о кратности чисел атомных весов и образования элементов посредством уплотнения из водорода (и гелия).

Быть может, не лишено научного и психологического интереса указать, как смотрел сам Thomson в 1913 г. на свое фундаментальное открытие! В своей речи в Royal Institution он сказал: «...Во всяком случае существует возможность, что мы при объяснении Менделеевской системы поступили слишком строго, и что в соседстве с неоном существует группа из двух или трех элементов с одинаковыми свойствами, подобно тому, как в другой части системы мы имеем группу железа, никеля и кобальта». Невольно хотелось бы сопоставить эту осторожность строгого и опытного экспериментатора, 56-летнего J. J. Thomson'a, со смелостью и дальновидностью 35-летнего Д. И. Менделеева, сразу уловившего глубокий закон в периодической системе и решившегося на предсказания новых элементов. Но роли тотчас меняются, как только меняется область научного мышления, как только вопрос заходит об электричестве. Здесь осторожность на стороне Д. И. Менделеева,— он считает электричество научной областью, которая недостаточно изучена, его осторожность доходит даже до того, что он отвергает учение об электролитической диссоциации, наоборот, J. J. Thomson с необыкновенной смелостью мысли приступает к созданию атома из электронов и с помощью остроумных методов определяет число электронов в атоме! Если, с одной стороны, эволюция научных идей привела нас к тому, что мы рассматриваем материю вообще и все химические соединения в частности, как агрегацию электронов, то, с другой стороны, следует также указать на попытку присвоить световому эфиру качества субстанции. Подобную смелую попытку предпринял не кто иной, как химик-философ Д. И. Менделеев, знаменитый основатель периодической системы элементов. В 1902/3 г. он опубликовал статью под заглавием: «Попытка химического понимания мирового эфира». На основании оригинальных теоретических соображений Д. И. выводит для светового эфира свойства элементарного вещества с атомным весом около 0.000.001, дает ему название «ньютоний (в честь Newton'a), указывает ему место в периодической системе элементов (O—ряд, 0—вой. группы). Д. И. Менделеев (1834—1907) высказал эту гипотезу на 68-ом году своей жизни. Присовокупим, что и другой великий мыслитель, Н. v. Helmholtz, еще в 1894 г. считал световой эфир относящимся к классу ведомых тел.

Катализ

Что основные наблюдения о каталитическом действии металлов вообще и о дифференцированном отношении платины, никеля и т. д., в частности, были сделаны лишь, благодаря случаю, это не подлежит сомнению. По поводу своего открытия каталитического действия окислов азота Clement и Desormes писали следующее.

Если рассмотреть метод, дающий серную кислоту (окись азота, сернистый ангидрид, воду и воздух), и слабую связь этих реакций со всеми известными до этого времени реакциями, то «...надо считать счастливым фактом, что случайное наблюдение приняло на себя все расходы по изобретению... и можно надеяться, что подобный род действия будет найден и при многих других реакциях, которые, по всей вероятности, еще не нашли правильного понимания» (1806).

Надежда эта, действительно, скоро оправдалась. Но и следующее знаменательное каталитическое открытие, не имеющее ничего аналогичного в химии, могло быть сделано лишь благодаря случаю. Вот как Кирхгоф сам описывает исходную точку своего открытия: «Высокая цена гуммиарабика побудила меня искать дешевого суррогата последнего. И мне казалось возможным и достижимым устранить желатинообразное состояние кипяченого крахмала посредством разбавленных минеральных кислот и теплоты» (1811).

Но и в открытии «зимазы»—действующего в дрожжах при спиртовом брожении фермента—случай сыграл выдающуюся роль. Н. Buchner, брат Е. Buchner'a, уже с 1890 г. занимался экстрагированием бактерий, а эти протеинообразные продукты впрыскивались животным, отчасти вызывая при этом лихорадку, отчасти предохраняя их от некоторых заразных болезней. К этому времени относятся и сообщения R. Koch'a о туберкулине. Возникло желание воспользоваться для терапевтической цели содержимым клеток бактерий в возможно неизменном состоянии. В 1893 г. оба брата Buchner пришли к результату, что эта цель должна быть достигнута механическим раздроблением клеток пивных дрожжей. Это, действительно, было достигнуто, и началось химическое исследование этого сока. При этом мысль применения его, подобно живым клеткам, для вызывания спиртового брожения, не была правдоподобна, ведь работами Pasteur'a, N a e g e l i и др. было доказано, что спиртовое брожение и произрастание дрожжей неразрывно связаны между собою. Так как оказалось, что сок, полученный прессованием из дрожжей, представляет жидкость, легко разлагающуюся, Н. В и с h n e г предпринял опыты консервирования посредством растворов тростникового сахара, подобно тому, как консервируются фрукты. В 1896 г., во время каникул, Е. Buchner приехал из Тюбингена к своему брату в Мюнхен; когда при этом было произведено подобное смешение сока дрожжей с сахаром, внимание Е. Buchner'a особо остановилось на том факте, который и до этого неоднократно наблюдался, а именно, что вскоре в почти прозрачной жидкости стало появляться сильное образование газов! Сразу он сообразил, что здесь имеет место спиртовое брожение с выделением углекислого газа в жидкости, свободной от клеток дрожжей!