Распад ртути. В номере „Die Naturwissenschaften“ от 18-го июля 1924 г. мы находим предварительное сообщение А. Miethе о наблюдении им разложения ртути с образованием золота.

Автор заметки в течение многих лет занимался опытами переокрашивания прозрачных минералов действием ультрафиолетовых лучей, а также лучей большой длины волны. Для этих опытов ему приходилось пользоваться ртутной лампой обычного встречающегося в продаже типа. Зимой 1924 г. он познакомился с новой ртутной лампой Jaenicke, которая оказалась весьма подходящей для его целей. Особенность этой лампы заключается в том, что материал электрода сообщается с внешним воздухом. Изучая совместно со своим сотрудником Stammreich'ом лучеиспускание этой лампы, они заметили, что при слишком большой нагрузке она дает черный внутренний налет, причем лампа быстро стареет и выход энергии быстро убывает. Он заподозрил, что здесь происходит загрязнение ртути железом и углем приносимыми током. С другой стороны Jaenicke сообщил им, что, при дистилляции ртути из старых ламп, они обнаружили остаток, химическую природу которого ему не удалось определить. Сделанный автором сообщения анализа предоставленного ему Jaenicke остатка от 5 мг. ртути, который составлял 0,5 гр. и был похож на амальгаму, показал среди многочисленных загрязнений, попавших, вероятно, еще в исходную ртуть, золото. Заподозрев, что это золото произошло от разложения ртути, Miethе произвел ряд опытов, которые подтвердили его предположение.

Опыты производились в следующих условиях:

Во всех употребленных лампах анод сообщался с внешним воздухом; благодаря этому устанавливалась определенная разность потенциалов. Ширина трубки только незначительно влияет на падение потенциала. При успешных опытах напряжение потенциала было всегда около 170 вольт на электродах. При этом лампа брала в зависимости от условий опыта от 400 до

2000 watt. Ток пропускался от 20 до 200 часов. Для устранения сомнений каждый раз производился анализ исходной ртути, взятой в тех же количествах, что и для опыта. Было также, само собою разумеется, доказано, что золото не могло приноситься током. По окончании опыта оказывалось, что ртуть содержит обычное количество золота. После удаления ртути дистилляцией в вакууме золото устанавливалось в остатке следующим образом: металл, оставшийся после растворения остатков ртути в азотной кислоте, был золотого цвета и состоял из аггломерата хорошо образованных с блестящими поверхностями кристаллов в виде кубиков и октаэдров. Металл, остающийся при испарении ртути при температуре красного каления, состоял при обработке азотной кислотой из почкообразных и виноградообразных корочек сияющего золотого цвета. В обоих случаях металл был мягок при воздействии стали и давал золотую черту. После двойного отражения света от поверхности полированной металлической пленки (Häutchen) показывалась известная окраска остаточного луча цвета чистого золота. В царской водке растворение шло без затруднения и после выпаривания раствора кристаллы имели форму и вид такой же как и у получающегося из соответственного раствора нормального золота. Кассиева проба протекала так же, как и для обычного золота. Определение атомного веса, так же как присутствия гелия или водорода или α и β излучения оказалось для автора сообщения трудно выполнимо. Но оно конечно имеет громадный теоретический интерес.

Опыты Miethе и Stammreich'a были произведены в фотохимической лаборатории Высшей Технической Школы в Charlottenburg'e.

В. Унковская.

Превращение ртути. В последние годы целый ряд исследователей занимается над вопросом о применении электрического поля высокого напряжения с целью вызвать распад тяжелых элементов и ускорить процесс радиоактивного распада. В № 7 -12 „Природы“ за 1924 г. уже сообщалось об опытах Miethe над распадом ртути. Позднее об одной из таких попыток сообщает японский ученый Nagaoka, который, совместно с другими учеными, в Токио также произвел опыт распада ртути. („Nature“, 18-го июля 1925 года, „Die Naturwissenschaften“, 31 июля 1925 г.). Опыты были начаты осенью 1924 г. Ртуть подвергалась действию поля высокого напряжения, которое создавалось с помощью индукционной катушки работы Klingeluss'a, с искровым расстоянием в 120 см. Разряд производился в парафиновом масле, благодаря которому удавалось довести напряжение поля до $15 \cdot 10^4$ вольт/см. Впоследствии исследователи остановились на трансформаторном масле, как на наилучшем для этой цели. В качестве электродов служило железо и очищенная ртуть, позднее авторы заменили железо вольфрамовой проволокой, свободной от окиси тория. При железном и ртутном электродах возникал дуговой разряд с непрерывным спектром, при этом обильно выделялся газ и частицы угля из масла; ртуть постепенно превращалась в мелкие шарики, пока масло и ртуть не смешивались в черную мазеобразную массу.

После действия четырехчасового разряда, полученный продукт был подвергнут Кассеновой пробе на золото, при чем результат оказался определенно положительным. Но, кроме того, полученная черная масса была исследована пробирером Jassuaola, которому удалось извлечь из нее маленькие золотые крупинки.

Так как критиками были высказаны сомнения относительно чистоты ртути и возможного присутствия следов золота в химической лаборатории, то ртуть была предварительно очищена обычными химическими средствами и трижды перегнана под вакуумом при температуре ниже 200° . Масло и химические реактивы были тщательно испытаны всеми возможными методами и для дальнейших опытов выбрана комната в физической лаборатории.

После целого ряда опытов с различной аппаратурой остановились на следующей установке. Разрядная трубка вместимостью около 2 литров и с толщиной стенок в 2 см. была снабжена двумя оттянутыми концами, коротким и длинным, для введения электродов; в нее был включен конденсатор общей емкостью около 6,002 микрофаряды, состоящий из большого числа стеклянных пластинок с прослойками из тонкой кожи. Один из электродов

состоял из вольфрамовой проволоки, свободной от окиси тория. Первичный ток в индукционной катушке был равен от 25 до 30 ампер и искровое расстояние в воздухе было более 1 метра. После пропускания разряда в течение 10 — 15 часов масса ртути, угля и масла переносилась в специальную дистилляционную колбу, где и производилось разделение этих веществ друг от друга. Ртуть отделялась от масла промывкою бензином и эфиром, от угля с помощью центрифугирования и дисциллировалась в вакууме. Обработанная таким образом ртуть обычно не содержала золота, но небольшую примесь белого металла, который, возможно, являлся другим продуктом распада ртути и химическую природу которого раскрыть пока не удалось, так как получалось его ничтожное количество. Золото, получающееся из ртути, повидимому, главным образом поглощается углем.

Для открытия золота применялся очень чувствительный метод получения рубинового стекла, которое можно наблюдать в металлографическом микроскопе в отраженном свете. Рубиновое стекло получалось нагреванием маленьких кусочков стекла с углем. В опытах Nagaoka рубиновое стекло обнаруживалось во многих местах на дне и на стенках упомянутой выше дистилляционной колбы при повторных нагреваниях ее до 600° . Иногда рубиновое стекло было покрыто тонкою пленкою золота.

Опыты с ферроураном, произведенные с целью проследить влияние сильного поля на ускорение процесса радиоактивного распада, не дали определенных результатов, т. к. в силу ионизации не удалось поддерживать напряжение поля достаточно продолжительное время.

В. Унковская.

Проверка опытов Miethe, Stammreich'a и Nagaoka с превращением ртути в золото. Riesenfeld и W. H. Haase („Die Naturwissenschaften“, 1925 г., 745) тщательными опытами показали источники ошибок в методике Miethe¹⁾. Пытаясь получить совершенно чистую ртуть, они показали, что вся находящаяся в продаже ртуть содержит золото. Для очистки они медленно перегоняли ртуть в высоком вакууме при 60–100°. Давление в дистилляционных аппаратах было менее $\frac{1}{10}$ мм.

В течение 24 часов было перегнано 1,2–1,5 кг. ртути. 1 кг. первого перегона содержал еще 0,091 до 0,135 мг. золота. 1 кг. вторичного перегона содержал еще 0,006 мг. золота. Лишь когда этот перегон подвергался особым образом модифицированной дистилляции, то в нем нельзя было обнаружить золота, т. е., 1 кг. этой ртути содержал менее, чем 0,0025 мг. золота.

Tiede, Schleede и Goldschmidt, перегоняя в химической лаборатории Берлинского Университета точно по данным Miethe и Stammreich'a ртуть, всегда находили в перегнанной ртути 0,3–0,17 mg золота, что примерно согласуется с данными Riesenfeld'a и Haase. О весьма интересных опытах упомянутых трех химиков ср. „Die Naturwissenschaften“, 1925, 745–746. Они приходят к заключению, что репродукция получения золота из ртути по данным Miethe и Stammreich'a трудна. Таким образом, во всяком случае вопрос нельзя считать окончательно раз-

¹⁾ A. Miethe и H. Stammreich. „Die Naturwissenschaften“ (1924) 597, 774, 1211; (1925), 635; Z. f. anorg. Ch. 140, 368 (1924); 148, 93; 149, 263 (1925); Z. f. techn. Phys., 6, 74 (1925); Physik Z. 26, 842 (1929).

решенным, и в последнее время замечается усиление скептического отношения к опытам Miethe, Stammreich'a и Nagaoka.

В Химическом Институте Берлинского Университета в настоящее время производится проверка опытов Miethe и Stammreich'a.

В „Nature“ от 8.VIII 1925 г. Aston сообщает, что ему удалось получить при помощи новой конструкции массового спектрографа следующие изотопы ртути—198, 199, 200, 201, 202, 204 (вместо прежде условно им принимавшихся 197—200, 202 и 204) и прибавляет: „Этот результат находится в непосредственной связи с утверждением, что при определенных условиях ртуть присоединением одного электрона к ядру превращается в золото (известное теоретическое объяснение Soddy опытов Miethe). Ясно, что если золото образуется таким путем, оно должно было бы иметь атомный вес не меньше 198, т. е. значительно более высокий, чем обычное золото (197,2). Точное определение этого атомного веса имело бы решающее значение для разрешения этой интересной проблемы“ (ср. „Die Naturwissenschaften“ 28/VIII 1925 г., 746). Интересно отметить, что 15/VI 1925 г. O. Höpfigschmid и E. Zintl произвели определение атомного веса полученного Miethe и Stammreich'ом золота и получили в среднем атомный вес синтетического золота = 197,26 = 0,2 („Die Naturwissenschaften“ 17 VII 1925 г., 644). *М. Блох.*

Гелид ртути. В №4–6 „Природы“ за 1925 г. была приведена заметка английского ученого Manley'a, в которой сообщалось о получении гелида ртути состава HgHe. Позднее в журнале „Nature“ от 20-го июня 1925 г., Manley указывает, что при его вычислении формулы полученного им гелида ртути вкралась ошибка. Гелид имеет состав HgHe₁₀.

В. У.

нерадиоактивных атомов действием электрических полей крайней интенсивности (ср. „Die Naturwissenschaften“. 1926. Heft 5,29/1, стр. 85).

Так как эти опыты требуют больших средств, то о повторении их мало известно, хотя на недавно состоявшемся съезде физиков в Данциге Гоосом указано на некоторые слабые стороны теоретических предпосылок Нагаока, а R. W. Woodом — и на ошибочность некоторых его опытных данных¹⁾.

В виду „золотой инфляции“ начинающей беспокоить Америку, перспектива трансмутации ртути в золото побудила журнал „Scientific American“ предоставить средства для проверки опытов Miethe „для установления истины как в интересах науки, так и государственных финансов“.

Исследования производились в Washington Square College Нью-Йоркского университета R. S. Esteyем под руководством проф. H. H. Sheldon'a.

Прежде всего было установлено, что ничтожные количества золота, постоянно встречающиеся в ртути, никаким известным способом перегонки не могут быть отделены от последней. Затем они исследовали природные залежи ртути, при чем им удалось найти ртуть, в которой они самыми чувствительными аналитическими реакциями не могли обнаружить золота. Эта ртуть подвергалась перегонке в вакууме и лишь затем применялась для опытов. Они пользовались точной моделью лампы, а также лампы, сконструированной ими по тому же принципу, но более предохраняющей, по их мнению, от загрязнений.

Несмотря на многочисленные опыты, им ни разу не удалось наблюдать золота, и они пришли к заключению, что ртуть Miethe предварительно содержала небольшие количества золота („Die Naturwissenschaften“. 1926. Heft 3,15/1, 50–51).

На упомянутом съезде физиков Miethe и Stammreich упорно возражали своим оппонентам. Для дальнейшей проверки было важно указание Miethe на то, что при спокойном горении его лампы не происходит образования золота, тогда как сравнительно значительное количество его образуется в случае беспокойного разряда.

К вопросу получения золота из ртути²⁾.

В прошлом номере „Природы“ сообщалось подробно о ряде работ по проверке опытов Miethe и Stammreich'a и Нагаока. Исходной задачей Нагаока была попытка ускорить радиоактивные превращения и искусственно вызвать распад

²⁾ Ср. „Природу“ 1924, № 7–12; 1925, № 10–12; 1926, № 1–2.

Мы не будем подробно останавливаться на многочисленных попытках объяснения происхождения золота, выявившихся во время дискуссии. Упомянем лишь, что A. Smekal, W. Schütz и др. предполагают, что следы золота находятся в ртути в такой форме, которая не может быть обнаружена ни химически, ни перегонкой, что происходит как бы превращение больших комплексов, а не одного крупного атома.

Среди работ, произведенных для проверки опытов Miethe и Stammreich'a и опровергающих их, особенного внимания заслуживает наблюдение, произведенное в научной лаборатории „Simens u. Halske“ и „Simens Schuckertwerke G. m. b. H.“.

Ничтожные, растворенные из ртути количества золота после нагревания при растворении в азотной кислоте и исследовании остатка под микроскопом в течение долгого времени не поддаются определению. После многомесячного стояния ртути они находятся, по методу A. Miethe и H. Stammreich'a, без предварительной электрической обработки ртути. Ср. E. Duhme и L. Lotz („Die Naturwissenschaften“. 1926, 26 II. 165).

Недавно проф. Габера в Kaiser Wilhelm Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften в докладе о превращении химических элементов, к которому мы еще вернемся, сообщил, что в Kaiser Wilhelm

Institut für Chemie были произведены тщательнейшие опыты с целью проверки работ Miethe, Stammreich'a и Nagaoka, причем результаты были получены определенно отрицательные. Найденные ничтожные количества золота не могли быть увеличены при удлинении опыта и зависели исключительно от ничтожных примесей золота в употреблявшемся материале, как в ртути, так и в металлах, употреблявшихся для электродов.

Таким образом, хотя теоретически превращение ртути в золото в настоящее время несомненно возможно, но практически следует признать, что до сих пор оно не удалось. Таков вывод Габера.

Единственный вывод, к которому можно прийти в данное время, метко охарактеризован E. Магх'ом в его заключительном слове на упомянутом выше съезде: „Нельзя ни считать доказанным, что происхождение золота объясняется превращением ртути, ни утверждать, что это опровергнуто, но самый факт, что эта проблема могла быть поставлена и подвергнута серьезному обсуждению, показывает, какой громадный сдвиг пережило понятие атома в XX веке.“

Может быть, небезынтересна будет историческая справка: в старинной книге по металлургии золота, серебра и меди, относящейся к 1590 г., Ercker'a— в приложении „...über Herrn Erckers zweytes Buch — Vom Ursprung, Wesen und Beschaffenheit des Goldes“ указывается, что ртуть может быть названа совершенно красным золотом и что золото не что иное, как совершенно „reiff u. fixes“ ртуть¹⁾.

М. Бл.

¹⁾ Ср. также замечания E. Tiede. Phys. Zeitchr. т. 26, № 22, стр. 842—847.

Микроструктура ртути в твердом, замороженном, состоянии изучалась в Англии в связи с изготовлением амальгам для зубных пломб. Замораживание производилось в смеси ацетона и твердой (в виде снега) углекислоты. Необходимая полированная поверхность металла получалась путем замораживания ртути в соприкосновении с гладким стеклом. Под микроскопом такая поверхность показывает плотно сросшиеся между собой полиэдрические зерна, большей частью несколько удлиненные в одном направлении, вроде неравностороннего прямоугольника. Никакого цементирующего вещества в шлифе не заметно.

Н. Я.

имеем дело не с распадом атома, но с предполагаемым присоединением электронов к ядру ртутного атома.

Если считать, что золото образуется из ртути, то естественно прежде всего приписать это распаду атома ртути, так как все до сих пор наблюдаемые превращения атомов обуславливались их распадом, и атомный вес золота меньше такового ртути. А. Miethе также ссылается только на возможность распада. Распад же атома под действием дуговой ртутной лампы по нашим теперешним понятиям и представлениям является совершенно непонятным.

Мое предположение основывается на следующих соображениях. Согласно Rutherford-Bohr'у, принадлежащие к одному атому электроны своим вращением вокруг ядра удерживаются от падения на ядро и от прочного с ним соединения. К одной из наиболее замечательных загадок атомной физики относится, однако, то, что и посторонние электроны, которые попадают вблизи ядра и не обладают необходимой центробежной силой, также, по видимому, не падают на ядро. А случаев для этого должно было быть немало, например, в ионизированном газе, как водород, который пронизывается лучами света короткой длины волны. Согласно законам как механики, так и из теории квант и принципа согласованности (Korrespondenzprinzip)²⁾, можно во всяком случае заранее предположить, что такие соединения могли бы происходить лишь крайне редко. Но все же можно допустить, что эти редкие случаи в действительности происходят. Таким образом, мы имеем бы дело с обратным β -излучением, которое должно сопровождаться очень твердым γ -излучением. Возможно, что Гессовское излучение (Hesssche Strahlung) и свидетельствует о таких процессах. Легче всего такие соединения должны были происходить у водорода, так как у всех других элементов электроны ядра и окружающие ядро электронные оболочки ядра представляют большие препятствия. Результатом таких процессов было бы образование изобарных элементов небольшого порядкового номера. Если бы, например, было возможно в лаборатории бомбардировкой электронами перевести аргон в изобарный хлор, то несомненно такое же превращение совершалось бы и в природе, по всей вероятности, при всяких грозовых явлениях в атмосфере. Тогда должны были бы быть изотопы хлора изобарные с изотопами аргона. Так как между тем существуют лишь изотопы хлора 35 и 37 и изотопы аргона 36 и 40, то из этого я заключаю, что по неизвестным нам основаниям соединение ядр аргона с одним электроном исключается как в природе, так и в лаборатории. Возможность такого искусственного превращения нужно искать лишь там, где и в природе имеются изобарные элементы. Почти полное отсутствие изобарных элементов доказывает нам, что, очевидно, существует закон природы, препятствующий образованию изобарных элементов. Этим как бы опровергается высказанная здесь гипотеза о превращении элементов присоединением к ядру электронов, если бы более тяжелые элементы в особенности не являли бы исключения из этого правила. Особенно часты они у радиоактивных элементов. Среди инертных элементов до сих пор доказаны изобары $\text{Ar}_{40} - \text{Ca}_{40} \text{SSe}_{78, 80}$, $\text{Kr}_{78, 80, 82}$, $\text{Sn}_{124} - \text{Xe}_{124}$ и $\text{Sn}_{121} (?) \text{Sb}_{121}$. Но одно требование существования изобаров еще не достаточно для того, чтобы превращение оказалось возможным,

Более подробное описание опытов Miethе дано Н. Stammreich'ом в журнале „Die Naturwissenschaften“ (№ 37, от 25 VII, стр. 744–745).

В том же журнале появились два письма Ф. Габера (№ 31, 1/VIII) и К. А. Hofmann'a (№ 44, 31/X), в которых оба немецких ученых категорически утверждают, что они никакого отношения к работам Miethе не имеют (в первых сообщениях Miethе встречалось указание на лабораторию Габера).

Из всех появившихся по поводу этого наблюдения статей, наиболее интересной является работа Антропова, касающаяся теоретических толкований этого факта, оставляющая, однако, совершенно в стороне правильность самого наблюдения.

Приводим краткое содержание его доклада, напечатанного в Ztschr. f. angew. Ch., 16 X, 1924, 827–828 под названием „О превращении ртути в золото“. Он пишет:

В лекции, читанной мною в Herder'sком Обществе в Риге в сентябре 1923 г., я указал на то, что при известных условиях возможен переход атомов в таковые более низкого порядкового числа, благодаря накоплению электронов в атомном ядре. Когда стало известным наблюдение А. Miethе и Н. Stammreich¹⁾ о превращении ртути в золото в ртутной лампе, то для меня было несомненным, что если, в действительности, таковое превращение происходит, то мы здесь

¹⁾ Naturwissensch. 12, 597.

²⁾ См., напр., В. F. Hund. Zeitschr. f. Physik, В. 241 (1928).

должны быть изобарными *соседние элементы*. Так, едва ли мыслимо, чтобы из Ca_{40} присоединением двух электронов образовался Ag_{40} , если отсутствует промежуточный член K_{40} . Таким образом, мы должны искать изобарные соединения элементов. К сожалению, таковые, исключая тяжелых радиоактивных элементов, которые не принимаются в расчет, не найдены, отчасти, по всей вероятности, потому, что массовой спектрограф Астона непригоден для более тяжелых элементов. Но существует *одна* соседняя пара, для которой почти с уверенностью установлено существование изобаров. Эта пара: *ртуть-золото*. До сих пор золото не было исследовано на его изотопы. Ртуть же имеет изотопы 197, 198, 199, 200 (по Астону все, по всей вероятности, существуют) 202 и 204. Атомный вес золота 197,2. Если допустить, что золото однородно (einheitlich) или составлено из изотопов, в обоих случаях кажется почти исключенным тот факт, чтобы золото и ртуть не имели бы изотопов одного атомного веса. Таким образом, согласно нашему представлению, ртуть в действительности могла бы быть элементом, для которого путем присоединения электрона было бы возможным превращение в элемент с более низким порядковым номером. Согласно современному состоянию исследований изотопов, она является также единственным элементом, для которого это превращение кажется возможным. Обобщение на все элементы (как кажется, предлагает Soddy) невозможно. Для подтверждения высказанной здесь теории было бы конечно ценным, если бы атомный вес полученного золота был равен атомному весу изотопа ртути. Впрочем, это не безусловно необходимо, так как все изотопы могли быть подвергнуты превращению, так что снова образуется смешанный элемент, интегральный атомный вес которого может быть даже равным атомному весу золота.

Интересно отметить, что, хотя самый факт нельзя считать окончательно разъясненным, уже возник спор о приоритете. В *Z. f angew. Ch.* 1924, № 35, от 28/VIII А. Gaschler указывает, что он уже в 1922 г. сделал аналогичные наблюдения и даже выдал патент, опубликованный 3 IV 1924 г. (G. 58940/21 g 19) на частичные результаты своих работ.

В № 52 журнала „Die Naturwissenschaften“ (1924) А. Miethе и А. Stammreich вновь возвращаются к заметке Габера и приводят сводку анализов, сделанных в лаборатории Габера.

М. Бас.