

## Попытки искусственного превращения ртути в золото.

*Э. В. Шпольский.*

Весною 1924 года в общую прессу проникло известие о том, что Мите (A. Miethe) в сотрудничестве с Штамрейхом (H. Stammreich) удалось осуществить превращение ртути в золото, в количествах, доступных химическому анализу. Это известие было затем подтверждено в ряде статей Мите. Летом 1925 года опубликованы были сообщения Нагаока (H. Nagaoka), который также утверждает, что ему удалось превратить ртуть в золото, при условиях несколько отличных от тех, в которых поставлены были опыты Мите.

В настоящее время накопилось уже достаточное количество фактов, позволяющих сделать некоторые выводы относительно того, насколько соответствуют действительности заключения Мите и Нагаока.

Превращение ртути в золото, наблюдавшееся тем и другим исследователем, происходило при электрических разрядах. Принципиально говоря, уже самое электрическое поле может вызвать распад ядра. В самом деле, пусть мы имеем атом с атомным весом  $A$  и порядковым номером  $Z$ ; его ядро построено из  $A$  протонов и  $A - Z$  электронов. Если такое ядро поместить в интенсивное электрическое поле, то протоны и электроны должны сместиться в противоположных направлениях, и при достаточно интенсивном поле ядро может разрушиться. Конечно, для этого необходимы поля во много миллионов вольт на сантиметр.

Нагаока опирается еще и на ряд других соображений, касающихся специально тяжелых элементов. Изучение структуры спектральных линий показало, что линии элементов, близких в периодической системе к радиоактивным, вообще говоря, обладают тонкой структурой. Таковы спектры висмута, свинца, таллия, ртути. Нагаока детально изучал спектры таллия и ртути и пришел к заключению, что интервалы между спутниками в этих спектрах могут быть объяснены, если представить себе, что в ядре имеется протон квази-упруго связанный с центром ядра. Исходя из подобного рода представлений, Нагаока пытается объяснить тонкую структуру не-серийных линий ртути эффектом изотопии. Следует отметить, что к представлению о протонах — спутниках главной массы ядра пришел также и Рёзерфорд на основании своих опытов с искусственным разрушением элементов  $\alpha$ -частицами<sup>1)</sup>.

Но если так, то отрывание подобного протона-спутника от главной массы ядра требует затраты значительно меньшей энергии, нежели разрушение всего ядра. Припоминая, что ртуть и золото расположены в периодической системе рядом, Нагаока приходит к выводу, что их превращение друг в друга должно быть осуществимо при полях, доступных современной лабораторной технике.

Наконец, возможен еще более легкий путь для превращения ртути в золото (Содди [7]). Уменьшение заряда ядра на одну положительную единицу, необходимое для такого превращения, можно осуществить путем введения в ядро еще одного электрона извне. Вполне понятно, что этот электрон должен обладать лишь таким ускорением, которое позволило бы ему пройти отталкивающее поле одновременно заряженных внешних электронов атома; дальше он попадает в притягивающее поле ядра, которое его неизбежно захватывает.

<sup>1)</sup> Ср., например, его последнюю речь: Естественное и искусственное разложение элементов. — У. Ф. Н. т. V, вып. 1 — 2.

Первые наблюдения Мите были сделаны при следующих обстоятельствах.— Для своих фотохимических работ Мите пользовался ртутной лампой Енике (Jaenicke). Изучая работу этой лампы совместно со своим ассистентом Штамрейхом, Мите обратил внимание на быстрое старение лампы при перегрузках и на появление темного налета на ее стенках. Анализ остатков от перегонки ртути из старых ламп обнаружил присутствие в них золота наряду со многими другими загрязнениями. Опыт был повторен, при чем исходная ртуть подверглась анализу и, по утверждению Мите [4], была свободна от золота; равным образом исследовались электроды, — и также оказались свободными от золота. В конце опыта в ртути было обнаружено золото. Впоследствии сотрудник Мите, Штамрейх [3], опубликовал подробный протокол одного из опытов, из которого мы приводим ниже наиболее существенное. В кварце, служившем материалом для лампы, при анализе, обнаружено было незначительное количество серебра ( $6.10^{-6}$  г Ag в 14 г кварца) и полное отсутствие золота. Равным образом электроды содержали незначительное количество серебра и не содержали вовсе золота. Ртуть для наполнения лампы бралась от Кальбаума и подвергалась двукратной медленной дестилляции в вакууме (1 кг в день), после чего в ней нельзя было обнаружить ни золота, ни серебра. Для опыта было взято 1,52 кг такой ртути. Лампа горела 197 часов непрерывно при токе в 12,6 амп. и разности потенциалов в 160—175 вольт. По окончании опыта в ртути было обнаружено золото в следующих количествах:  $1,6 \cdot 10^{-7}$  г Au открыто было в капельках, осевших в виде кольца вблизи от катода;  $8,2 \cdot 10^{-5}$  г — в главной массе ртути, и кроме того, некоторое количество, не поддающееся количественному учету — в темном налете, осевшем изнутри на кварцевой трубке лампы. При дальнейших опытах Мите испытывались различные формы разряда, при чем оказалось, что золото получается также при пробое парафина между ртутными электродами и при пропускании достаточно сильного тока непосредственно через жидкую ртуть. Небезынтересно, впрочем, указание Мите, что некоторые лампы при спокойном горении в течение сотен часов совсем или почти совсем не давали золота, в то время как другие лампы, даже при непостоянном режиме горения, в короткий срок давали до 0,1 мг Au на килограмм ртути. К сожалению, протоколы опытов не приводятся (как и во всех почти сообщениях Мите), а из текста также не видно, употреблялась ли в этих случаях одна и та же ртуть или ртуть разного происхождения.

Нагаока сделал свои наблюдения не случайно. К мысли об экспериментальной осуществимости превращения ртути в золото его привело изучение тонкой структуры спектральных линий, упомянутое в начале этой статьи.

Кроме того, одно явление, наблюдаемое в связи с совершенно другой работой, привело Нагаока к выводу, что при электрических разрядах возможно осуществление полей колоссальной интенсивности. Изучая дуговые спектры металлов, Нагаока обнаружил в некоторых линиях эффект Штарка, свидетельствующий о возникновении вблизи электрода скачков потенциала в сотни тысяч вольт, в то время как дуга горела при вольтаже порядка 200 вольт. Это внушило Нагаока мысль, что при разрядах под высоким напряжением на капельках ртути должны осуществляться поля в десятки миллионов вольт на сантиметр.

Опыт был поставлен следующим образом.

Ртуть, предварительно очищенная двух- или трехкратной перегонкой в высоком вакууме при температуре ниже  $200^{\circ}$ , помещалась в толстостенном фарфоровом сосуде. Разряд большого индуктора Клингелфюсса (длина искры в воздухе 120 см) происходил между ртутью, поверхность которой покрывалась парафиновым или трансформаторным маслом, и вольфрамовым острием; при этом во вторичную цепь индуктора параллельно искровой промежутку включался большой конденсатор, и разряд совершался непрерывно в течение, примерно, четырех часов. В результате ртуть вместе с частью обуглившимся маслом образовывала сплошную массу, которая и подвергалась дальнейшему анализу. Первоначально с этой целью применялись обычные

чисто химические манипуляции, которые давали возможность извлечь золото в виде небольших крупинок. Впоследствии Нагаока получал окрашенное рубиновое стекло, помещая в тигель осколки колбы, где производилась дистилляция массы из ртути и обуглившегося масла, и подвергал эти осколки многократному прогреванию до красного каления. Подобным образом изготовленное рубиновое стекло обнаруживало характерную смену цветов, а микроскопическое исследование (при увеличении 1500 — 2500 раз) позволяло открыть мельчайшие частицы золота.

Какова достоверность результатов Мите и Нагаока? Разумеется, только многократное повторение этих опытов в различных лабораториях может дать окончательный ответ на подобный вопрос. Впрочем, в отношении опытов Мите уже имеется некоторый материал. Прежде всего, весьма сомнительной представляется возможность трансмутации ртути в золото при тех слабых полях (порядка  $20 \frac{\text{вольт}}{\text{см}}$ ), с которыми работал Мите. Далее, тщательные исследования химиков-аналитиков также приводят к неблагоприятным выводам.

Так Ризенфельд и Гаазе [<sup>12, 12a</sup>] показали, что даже при весьма медленной дистилляции золото (которое специально прибавлялось к ртути в ничтожном количестве) практически всегда переходит в дистиллат. Лишь многократная осторожная дистилляция может, по мнению авторов, освободить ртуть от золота совершенно. Еще интереснее результаты, полученные Тиде [<sup>13</sup>] и его сотрудниками. Ртуть, очищенная двукратной перегонкой по указаниям Мите и Штамрейха, не обнаруживала золота в количествах доступных химическому анализу. Если теперь эту ртуть „свободную от золота“ передистиллировать еще раз при значительно меньшем давлении и температуре так, чтобы 1 кг ртути дистиллировали в течение 90 часов, то в дистиллате вновь можно обнаружить золото. Необходимо дистиллировать ее еще раз при том же высоком вакууме и низкой температуре для того, чтобы золото исчезло окончательно. С подобной „совершенно свободной от золота“ („Sicherlich weitgehend goldfrei“) ртутью Тиде повторил опыты Мите, однако ни в одном случае золота получить не удалось. Отсюда с большой вероятностью можно заключить, что пропускание электрического тока через ртуть в опытах Мите лишь каким-то — еще не вполне понятным образом — изменяет физическое состояние находящихся в ней следов золота, благодаря чему они становятся доступными химическому анализу. Будущие исследования, которые, повидимому, не заставят себя долго ждать, должны окончательно выяснить этот вопрос.

Наконец, весьма существенным контролем может служить определение атомного веса „синтетического“ золота. Дело в том, что атомный вес золота, полученного в опытах Мите, должен быть равен атомному весу изотопов ртути. Эти последние атомные веса точно были определены Астоном [<sup>14</sup>] лишь совсем недавно, при чем им были получены числа: 198, 199, 200, 201, 202 и 204. Таким образом атомный вес золота Мите должен быть не меньше 198. Между тем, Гёнигсмит и Цинтль получили для него  $197,26 \pm 0,2$  [6] (а. в. обычного золота — 197,2).

Все это еще раз свидетельствует о том, что золото, полученное Мите, уже было в применявшейся им исходной ртути. Опыты Нагаока пока подверглись такой тщательной проверке, однако уже сейчас можно сказать вообще, что если трансмутация ртути в золото теоретически является вполне возможной, то экспериментальное осуществление ее есть дело большой трудности.

В заключение следует еще упомянуть о работе Смитса и Карссена [<sup>14</sup>], которые пытались осуществить искусственное превращение свинца. С этой целью они построили кварцевую лампу с расплавленным свинцом и заставляли гореть эту лампу при 30 — 35 амп. и напряжении на клеммах в 80 вольт. Через десять часов горения можно было констатировать появление наиболее ярких линий спектра ртути, а также — характеристических линий спектра таллия. Авторы полагают на этом

основании, что им удалось наблюдать превращение свинца в ртуть и таллий. Из всего сказанного выше следует, однако, с какой осторожностью нужно относиться к подобным заключениям.

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. A. Miethe, Der Zerfall des Quecksilberatoms. — *Die Naturwissenschaften*, 13, p. 597, 1924.
2. F. Haber, Der Zerfall des Quecksilberatoms. *Ibid.*, p. 635.
3. H. Stammreich, Der Zerfall des Quecksilberatoms. (Weitere Mitteilung.) — *Ibid.*, p. 744.
4. A. Miethe. Gold aus Quecksilber. *Zschr. für Techn. Phys.* № 2, 1925.
5. A. Miethe. Gold aus Quecksilber. — *Naturwissenschaften*, 13, p. 635. 1925.
6. O. Hönigschmidt und E. Zintl. Ueber das Atomgewicht des von Miethe und Stammreich aus Quecksilber gewonnenen Goldes. — *Ibid.*, p. 644.
7. F. Soddy. The Reported Transmutation of Mercury into Gold. — *Nature*, 113, p. 244, 1924.
8. H. Nagaoka, Y. Sugira and T. Mishima. The Fine Structure of Mercury Lines and the isotopes. — *Japanese Journal of Physics*, 2, № 6—10, p. 121, 1924.
9. H. Nagaoka, Y. Sugira and T. Mishima. Isotopes of Mercury and Bismuth revealed in the Satellites of their Spektral Lines. — *Nature*, 113, p. 459, 1924.
10. H. Nagaoka. Die Umwandlung von Quecksilber in Gold. — *Die Naturwissenschaften* 13, p. 684, 1925.
11. H. Nagaoka. Note preliminaire sur la transmutation du mercure en or. — *Journal de Physique et le Radium*, 6 (VI), p. 209, 1925.
12. E. H. Riesenfeld und W. Haase. Ueber Herstellung von goldfreiem Quecksilber. — *Die Naturwissensch.*, 13, p. 745, 1925.
- 12a. E. H. Riesenfeld und W. Haase. Über die Destillation von gol-haltigem Quecksilber. — *Berichte d. Deutsch. chem. Ges.* 30. p. 2828, Dezembr 1926.
13. Erich Tiede, Arthur Schleede und Frieda Goldschmidt. Zur Frage der Bildung von Gold aus Quecksilber. — *Naturwiss.* 13, p. 745, 1925.
14. A. Smits und A. Karssen. Vorläufige Mitteilung über einen Zerfall des Bleiatoms. — *Ibid.* p. 699.
15. F. Aston. The Isotopes of Mercury. *Nature*, 113, 1925.