

ЗОЛОТО ІЗ АТОМНОГО РЕАКТОРА

Mare tingerem, si mercuris esset

(Я море б перетворив на золото, якби воно складалося з ртуті)

Раймундус Луллус.

Трохи історії

Алхімія як мистецтво „творіння” золота виникла в Єгипті в III-IV століттях нашої ери, але особливо широке поширення вона набула в середні віки в Європі. Головна мета алхіміків полягала в отриманні „філософського каменя”, оскільки вважалося, що цей елемент здатний змінити структуру будь-якого металу і перетворити його в золото або срібло. У різних музеях світу і колекціях нумізматів чимало монет і медалей, прикрашених написами, які сповіщають, що ці монети були виготовлені із золота алхіміків. В реальності алхімії були переконані такі видатні вчені, як Авіцена, Френсіс Бекон, Лейбніц, Спіноза, Ісаак Ньютон, Альберт Великий, Теофраст Парацельс і багато інших.

Сучасний погляд на таємницю філософського каменя

З точки зору ядерної фізики в ядерному реакторі можливі перетворення одних речовин в інші (наприклад, залізо перетворюється в нікель, уран – в плутоній). Ми нарешті відкриємо таємницю філософського каменя і розповімо, як можна зробити золото. Підкреслимо при цьому, що провести „магічну” реакцію можна тільки вдавшись до перетворення ядер.

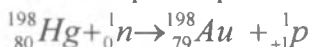
У 1935 році американський фізик Артур Демпстер вивчив ізотопний склад золота – речовини, що утворена хімічним елементом Аурум (Au), і виявив тільки один ізотоп Au з масовим числом 197. Тому бажаним штучним шляхом отримати цей благородний метал всі зусилля необхідно направити на синтез єдиного стійкого ізотопу – Au-197.

Здійснити синтез золота можна, використавши ртуть або платину. Перетворювати платину в золото не має сенсу, оскільки платина дорожча, ніж золото. Залишається тільки ртуть. Природна ртуть містить сім ізотопів Меркурію (Hg) в різних кількостях: 196 (0,146 %), 198 (10,02 %), 199 (16,84 %), 200 (23,13 %), 201 (13,22 %), 202 (29,80 %) і 204 (6,85 %). В 1940 році в лабораторіях ядерної фізики почали бомбардувати ртуть швидкими нейтронами. На

нарадї американських фізиків в Нешвіллі в квітні 1941 року Шерр і Бейнбрідж з Гарвардського університету доповіли про успішні результати таких дослідів. В результаті ядерного перетворення Меркурію було отримано три нових ізотопи Ауруму з масовими числами 198, 199 і 200.

Оманливе золото

В основі „трансмутації” ртуті в золото, проведеної Шерром і Бейнбріджем, лежить так звана (n, p) – реакція: ядро атома Меркурію, поглинаючи нейтрон n , перетворюється на ізотоп Ауруму і при цьому виділяється протон p :



Утворилося блискуче золото, яке неможливо відрізнити за зовнішнім виглядом від природного. З точки зору хімії це – справжнє чисте золото. Однак воно мало одну особливість: ізотопи Ауруму, що утворили це золото, не були такими ж стійкими, як природний ізотоп – Au-197. Їх період напіврозпаду – від кількох годин до кількох діб. Випускаючи бета-промені, вони через кілька днів знову перетворювалися в стійкі ізотопи Меркурію з масовими числами 198, 199 і 200:

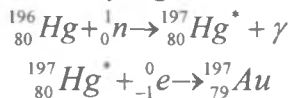


Отже, у сучасних прихильників алхімії не було приводу для тріумфу. Золото, яке знову перетворюється в ртуть, нічого не варте: це оманливе золото. Проте вчені раділи успішному перетворенню елементів. Вони змогли розширити свої пізнання про штучні ізотопи.

Безцінне золото із реактора

Оскільки Шерр і Бейнбрідж знайшли ізотопи Ауруму з масовими числами 198, 199 і 200, слід вважати, що останні виникли з ізотопів Меркурію з тими ж масовими числами. В березні 1947 року вони змогли показати, що ізотопи з масовими числами 196 і 199 володіють найбільшим перетином захоплення нейтронів і тому мають найбільшу ймовірність перетворення в ізотопи Ауруму. У якості „побічного продукту” своїх експериментальних досліджень вони отримали... стійке золото! Точно 35 мкг, отриманих з 100 мг ртуті після опромінення уповільненими нейтронами в атомному реакторі.

Це становить вихід 0,035 %, проте якщо знайдену кількість золота віднести лише до ізотопу Hg-196, то вийде солідний вихід в 24 %, бо стійкий ізоотоп Au-197 утворюється в результаті К-захвату (електрона з К-оболонки свого власного атома) з нестійкого ізотопу Hg-197, який не існує у природі і в свою чергу утворюється в результаті (n, γ)-процесу з ізотопу Hg-196:



Таким чином, група професора Демпстера синтезувала в атомному реакторі відчутні кількості штучного золота! Відтоді цей крихітний цікавий експонат прикрашає Чиказький музей науки і промисловості.

Відомості про успішні досліди з виготовлення штучного золота завжди викликали занепокоєння у фінансових і правлячих колах. Так було за часів римських імператорів, так залишилося і тепер. Незважаючи на це, синтез золота американськими фізиками нікого не стривожив, оскільки про нього дізналися лише вчені, які ретельно стежили за публікаціями в „Фізикл рев'ю”. Звіт був коротким, і мав заголовок, який ні про що не говорить: „Neutron cross-sections for mercury isotopes” (Ефективні перерізи захоплення нейтронів ізотопами Меркурію).

Однак через два роки, в 1949 році, занадто допитливі журналісти з чисто наукового повідомлення зробили світову сенсацію: В атомному реакторі можна з ртуті отримати золото! Це переконливий випадок алхімічного перетворення! Не дивно, що така новина викликала значне збурення в фінансовому світі: розпочався обвал цін на золото.

Проте штучне золото, отримане в атомному реакторі, змушувало себе чекати. Воно ніяк не збиралося затопляти ринки світу. До речі, професор Демпстер в цьому й не сумнівався. Поступово ринок капіталу знову заспокоївся. В цьому не остання заслуга французького журналу „Атоми”, який в січневому номері 1950 року помістив статтю: „La transmutation du mercure en or” (Трансмутація ртуті в золото). Хоча журнал визнавав можливість отримання золота із ртуті методом ядерної реакції, проте своїх читачів він запевняв в наступному: ціна такого штучного благородного металу буде у багато разів вище, ніж природного

золота, видобутого з найбідніших золотих руд! Розбагатіти, використовуючи даний метод, неможливо, адже синтезується мізерно мала кількість дорогоцінного металу, а ціна такого виробництва занадто висока.

Отже, тепер нам відомо, що у еру ядерної фізики можна зробити штучне золото. Однак золото, отримане в ядерному реакторі, безцінне.

Несподівані наслідки досліджень

Проте пошуки вчених не були марними: отримано нові знання про ізотопний склад елементів, закономірності їх взаємоперетворень.

Знайшло застосування і радіоактивне золото: ізотоп Аурум-198 успішно використовується в медицині для отримання радіограм людського тіла та лікування ракових пухлин і лейкозу.

Зовсім несподіваним є застосування протилежного процесу перетворення золота в ртуть. Якби про це в свій час дізналися б алхіміки, вони б нас точно не зрозуміли б. А справа в тому, що природну ртуть практично неможливо очистити від домішок. А із золота вдалося одержати надзвичайно чисту ртуть. Таку ртуть було використано для одержання точного еталона метра.

Значний інтерес вчених викликають інші штучно створені елементи – Францій і Астат. Францій отримують при бомбардуванні атомів Ауруму йонами Оксигену або Неону. Астат отримують, обстрілюючи атоми Ауруму ядрами Карбону.

Пошуки тривають

Така сучасна наука. Щоб отримати золото найважчим шляхом, потрібно скористатися усіма її досягненнями... Але може бути, все набагато простіше і просто хтось бажає, щоб ми думали, що це недосяжно для нас? Дослідження в цьому напрямку продовжуються і в наш час.

Література:

1. Гофман К. Можно ли сделать золото? Мошенники, обманщики и ученые в истории химических элементов. – Ленинград: Издательство «Химия», 1987. – 361 с.