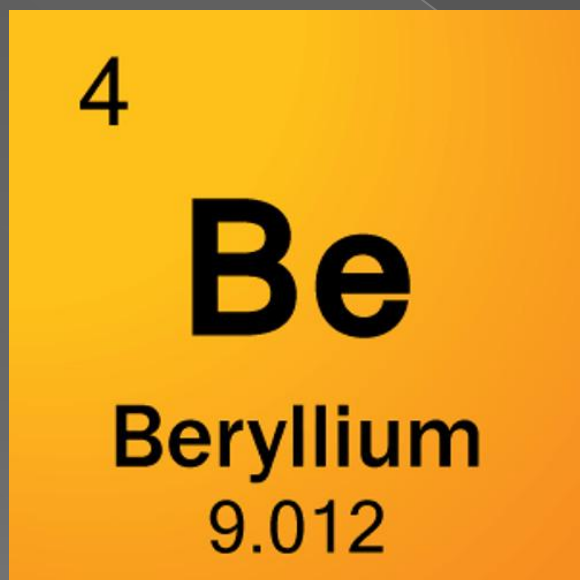


Берилій



Підготував
презентацію
учень 10-В класу
Базильчук Тарас

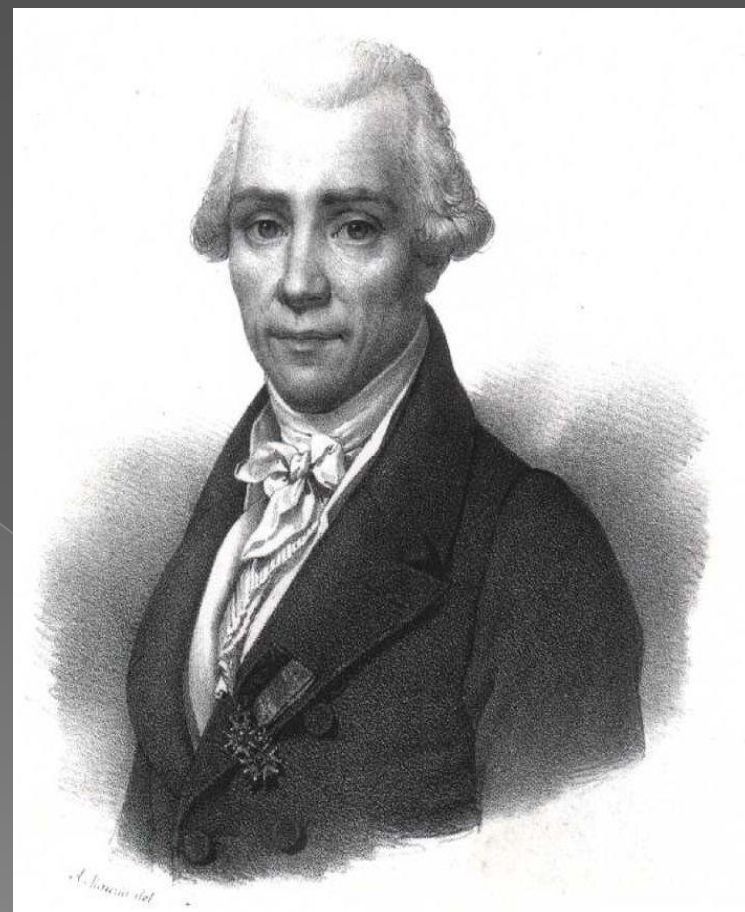
Знаходження в періодичній системі і основні характеристики



Бері́лій (хімічний символ — Be, лат. Beryllium) — хімічний елемент з атомним номером 4, який належить до 2-ої групи (за старою класифікацією — головної підгрупи II групи), 2-го періоду періодичної системи хімічних елементів, та є першим представником лужноземельних металів.

Історія відкриття елемента

Дослідження хімічного складу дорогоцінних мінералів цієї групи почалося, лише в кінці XVIII століття з настанням хіміко-аналітичного періоду. В той час мінерал берил був відомий багатьом хімікам XVIII століття. Перші аналізи (Клапрот, Біндгеймтощо) не виявили в берилі нічого особливого. В кінці XVIII століття відомий мінералог абат Рене-Жюст Аюї звернув увагу на повну схожість кристалічної будови берилу з Ліможу та смарагду з Перу. Берилій був відкритий в 1797 році французьким хіміком Луї Нікола Вокленом у вигляді берилісової землі (оксиду BeO), а саме тоді, коли займаючись порівняльним аналізом та з'ясуванням загальних особливостей хімічного складу двох дорогоцінних каменів берилу і смарагду, отриманих від Рене-Жюст Аюї, він виявив присутність оксиду невідомого хімічного елемента. Той був схожий на оксид алюмінію (глинозем), проте мав деякі відмінності. Оксид розчинявся у вуглекислomu амонії (оксид алюмінію такою властивістю не володів), сірчаною кислотою сіль даного елемента не утворювала галунів з сірчанокислим калієм (а сірчанокисла сіль алюмінію такі галуни утворює). Використовуючи різницю у властивостях оксидів Воклен розділив оксид алюмінію та оксид невідомого елемента. Після того, як оксид був отриманий, тривалий час не вдавалося виділити чистий берилій. Лише через три десятиліття, в 1828 році Велер Фрідріх в Німеччині і незалежно від нього Антуан Олександр Брут Бюссі у Франції отримали порошкоподібний металевий берилій, методом взаємодії металевого калію на хлорид берилію, правда в дуже невеликих кількостях.



Поширення в природі

Типово рідкісний літофільний елемент. Середній вміст берилію в земній корі складає 3.8 г/т ($2,6 \times 10^{-4}\%$ за масою), в морській воді 6×10^{-7} мг/л (надзвичайно низький) [6]. Його присутність збільшується від ультраосновних (0,2 г/т) до кислих (5 г/т) та лужним (70 г/т) породам. Зазвичай берилій зустрічається як незначна домішка в різних мінералах земної кори. Основна маса берилію в магматичних породах пов'язана з плагіоклазами, де берилій заміщає кремній. Проте найбільші його концентрації характерні для деяких темнокольорових мінералів і мусковіту (десятки, рідше сотні г/т). У лужних пегматитах берилій встановлюється в невеликих кількостях у складі рідкісних мінералів: евідиміту, чкаловіту, анальциму і лейкофану, де він входить в аніону групу. І все ж, якщо в лужних породах берилій майже повністю розсіюється, то при формуванні кислих гірських порід він може накопичуватися в постмагматичних продуктах — пегматитах та пневматоліто-гідротермальних родовищах (тобто родовищах, що утворилися в результаті взаємодії високотемпературних парів і розчинів з певними типами гірських порід). Постмагматичні розчини виносять берилій з магми у вигляді фторвмісних еманцій і комплексних сполук в асоціації з вольфрамом, оловом, молибденом і літієм. У кислих пегматитах утворення значних скупчень берилію пов'язано з процесами альбітизації і мусковітизації.

І лише незначна частина земного берилію сконцентрована у власних берилієвих мінералах. Їх відомо більше 50 (точніше поки 54), але тільки шість з них вважаються більш-менш поширеними (берил, хризоберил, бертрандит, фенакіт, гелівін, даналіт). Берилій утворює власні мінерали також і у пегматитах, але частина його (бл. 10%) знаходиться в ізоморфній формі в породотвірних і другорядних мінералах (мікрокліні, альбіті, кварці, слюдах, та ін.). А серйозне промислове значення набув поки тільки один берил, відомий людині з глибокої давнини. Берили зустрічаються в гранітних пегматитах, наявних майже у всіх країнах земної кулі. Це красиві, в основному зеленуваті кристали, що досягають іноді дуже великих розмірів. Відомі берили-гіганти вагою до тонни і завдовжки до 9 метрів. Деякі різновиди берилу вважаються дорогоцінними каменями: аквамарин — блакитний, зеленувато-блакитний; смарагд — густо-зелений, яскраво-зелений; геліодор — жовтий. Відомі ряд інших різновидів берилу, що розрізняються забарвленням (темно-сині, рожеві, червоні, блідо-блакитні, безбарвні та ін.), всі вони мають подібний хімічний склад — $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$, а колір їм надають домішки різних елементів. В даний час їх навчилися синтезувати штучно

Фізичні властивості

Берилій — легкий (в півтора рази легше алюмінію), твердий (один із найтвердіших металів у чистому вигляді (5,5 балів за Моосом) (поступається тільки іридію, осмію, вольфраму і урану) (їм можна різати скло)), відносно міцний (модуль пружності — 300 ГПа (у сталей — 200-210 ГПа)), але водночас немало крихкий (ударна в'язкість 10-50 кДж/м² (0,1-0,5 кгс·м/см²)) метал сріблясто-сірого кольору. В берилії дуже добре поширюються звукові хвилі — 12600 м/с, що в 2-3 рази більше, ніж в інших металах. До температури 1277 °С існує стійкий α -Be (гексагональна-щільноупакована ґратка з параметрами $a = 0,22855$ нм, $c = 0,35833$ нм), а при температурах, що передують плавленню металу (1277-1287 °С) переходить в β -Be з кубічною ґраткою. Берилій володіє найбільш високою зі всіх металів теплоємністю, 1,80 кДж/(кг·К) (0,43 ккал/(кг·°С)), високою теплопровідністю, 178 Вт/(м·К) (0,45 кал/(см·сек·°С)) при 50 °С, низьким електроопором, 3,6-4,5 мком·см при 20 °С; коефіцієнт лінійного розширення 10,3-131 (25-100 °С); межа міцності берилію при розтягуванні 200-550 Мн/м² (20-55 кгс/мм²), подовження 0,2-2%. Ці властивості залежать від якості і структури металу і помітно змінюються з температурою. Механічні властивості берилію залежать від чистоти металу, величини зерна і текстури, яка визначається характером обробки. Обробка тиском приводить до певної орієнтації кристалів берилію, виникає анізотропія, і стає можливе поліпшення властивостей. При цьому межа міцності у напрямі витяжки доходить до 400-800 Мн/м² (40-80 кгс/мм²), межа плинності 250-600 Мн/м² (25-60 кгс/мм²), а відносне подовження до 4-12%. Механічні властивості в напрямку, перпендикулярному витягці, майже не змінюються. Температура переходу берилію з крихкого стану в пластичний 200-400 °С. Виходить що берилій володіє одночасно і легкістю, і міцністю, і теплостійкістю.

З'ясовано, що його відрізняє малий перетин захоплення нейтронів і великий перетин їх розсіювання. Іншими словами, берилій (а також його окис) розсіює нейтрони, змінює напрямок їх руху і уповільнює їх швидкість до таких величин, при яких ланцюгова реакція може протікати більш ефективно. На всіх цих властивостях ґрунтується застосування берилію в атомній техніці — він один з найнеобхідніших її елементів..



Хімічні властивості

- Берилій — типовий амфотерний елемент (тобто має властивості і металу, і неметалу, однак металеві все ж переважають), в хімічних сполуках характерна тільки одна ступінь окиснення +2 (конфігурація зовнішніх електронів $2s^2$), та володіє високою хімічною активністю. За багатьма хімічними властивостями берилій більше схожий на алюміній, ніж на магній, що знаходиться безпосередньо під ним (прояв «діагональної подібності»).
- Водночас металевий берилій при кімнатній температурі відносно мало реакційноздатний (компактний берилій дуже стійкий проти корозії), і тому при кімнатній температурі берилій реагує помітно тільки з фтором, а при невеличкому нагріванні і з хлором, утворюючи фторид та хлорид відповідно:
- Він, як і алюміній, покривається при взаємодії з повітрям тонкою та міцною оксидною (BeO) плівкою, що захищає метал від дії кисню навіть при високих температурах (пасивація). Лише за порогом 600°C починає швидко окислюватися, а при температурі 1200°C металевий берилій згоряє яскравим полум'ям, перетворюючись у оксид BeO (білий порошок) та нітрид Be_3N_2 :
- Теж саме стосується і води, з якою та водяною парою берилій у компактному вигляді завдяки оксидній плівці не реагує навіть при температурі червоного розжарювання, хоча знаходиться в ряду стандартних потенціалів значно лівіше водню, з яким берилій також практично не реагує навіть при нагріванні до 1000°C . Через це гідрид берилію (полімер, стійкий до 240°C) доводиться отримувати непрямим шляхом, наприклад при розкладанні берилійорганічних сполук, чи наприклад за реакцією (проведеної в ефірному розчині):
- Відповідний гідроксид $\text{Be}(\text{OH})_2$ — полімерна, нерозчинна у воді, амфотерна сполука, причому як основні (з утворенням Be^{2+}), так і кислотні (з утворенням $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$) властивості виражені слабо:
- Дією на гідроксид берилію розчинами карбонових кислот або при упарюванні розчинів їх берилієвих солей отримують оксисолі берилію, наприклад, оksiацетат $\text{Be}_4\text{O}(\text{CH}_3\text{COO})_6$. Ці сполуки містять тетраедричне угруповання Be_4O , по шести ребрах цього тетраедру розташовуються ацетатні групи. Такі сполуки відіграють велику роль у процесах очищення берилію, так як вони не розчиняються у воді, але добре розчиняються в органічних розчинниках і легко сублімується у вакуумі.
- Вище 600°C берилій реагує з іншими галогенами та сірководнем, взаємодіє з азотом при температурі вище 650°C та аміаком при вище 1200°C , з якими утворює нітрид Be_3N_2 , а при температурі вище 1700°C з вуглецем, утворюючи карбід Be_2C :
- Мілкодисперсний порошок берилію може згоряти в парах сірки, селену, телуру:
- Всі ці реакції супроводжуються виділенням великої кількості теплоти, так як міцність кристалічних ґраток виникаючих сполук (BeO , BeS , Be_3N_2 , BeCl_2 та ін.) доволі велика. При високих температурах берилій взаємодіє з більшістю металів, утворюючи бериліди, з алюмінієм і кремнієм дає евтектичні сплави.
- Берилій легко розчиняється плавиковою, соляною, розбавленою сірчаною кислотами, слабо реагує з концентрованою сірчаною і розведеною азотною кислотами і як це не дивно, не реагує з концентрованою азотною (від неї як і від кисню, берилій захищений оксидною плівкою (пасивація)):

Добування



Добування берилію з його природних мінералів (в основному берилу) включає декілька стадій, при цьому особливо важливо відокремити берилій від схожого за властивостями і супутнього берилію в мінералах — алюмінію.

Основним методом виробництва берилію є відновлення його фториду металевим магнієм при 900-1300 °С:

При цьому фторид отримують з гідроксиду, а гідроксид з берилієвого концентрату. Вже перший прогін цих технологічних сходів складається з декількох ступенів: концентрат піддають термообробці, подрібненню, потім на нього послідовно діють сірчаною кислотою, водою, розчинами аміаку і їдкого натру, спеціальними комплексоутворювачами. Одержаний берилат натрію гідролізують, і на центрифугі відокремлюють гідроокис. Гідроокис перетворюється на фторид теж лише після кількох операцій, кожна з яких досить складна і трудомістка. Відновлення магнієм йде при температурі 900 °С, хід процесу ретельно контролюється. Важлива деталь: тепло, що виділяється в реакції, поглинається з тією ж швидкістю, що і виділяється. Отриманий рідкий метал виливають у графітові виливниці, але він забруднений шлаком, і тому його ще раз переплавляють у вакуумі.

За іншим методом можна також, наприклад, сплавити берил з гексафторосилікатом натрію Na_2SiF_6 :

В результаті сплаву утворюються кріоліт Na_3AlF_6 — погано розчинна у воді сполука, а також розчинний у воді флуороберилат натрію $\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$. Його далі вилуговують водою. Для глибшого очищення берилію від алюмінію застосовують обробку отриманого розчину, карбонатом амонію $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. При цьому алюміній осідає у вигляді гідроксиду $\text{Al}(\text{OH})_3$, а берилій залишається в розчині у вигляді розчинного комплексу $(\text{NH}_4)_2[\text{Be}(\text{CO}_3)_2]$. Цей комплекс потім розкладають до оксиду берилію BeO при прожаренні:

Застосування

Гайковий ключ з берилієвої бронзи (не створюють іскр)



Вогнетривкий виріб з оксиду берилію (99,9%)



Металургія[ред. • ред. код]

Вогнетривкий виріб з оксиду берилію (99,9%)

Берилій додається до багатьох сплавів, бо легко утворює сплави з багатьма металами, надаючи їм більшу твердість, міцність, жаротривкість та корозієстійкість. Добавки берилію облагороджують сплави на основі алюмінію і магнію. Лише невеличкі кількості берилію (досить 0,005%) набагато зменшують втрати магнієвих сплавів від горіння і окислення при плавці і литті. Одночасно поліпшується якість виливків, значно спрощується технологія тощо.

Окрім як вводячи берилій в ті чи інші сплави, для запобігання швидкого зносу деталей, їх іноді берилізують — насичують їх поверхню берилієм шляхом дифузії. Робиться це так: сталеву деталь опускають у берилієвий порошок і витримують у ньому при 900...1100 °C протягом 10...15 годин. Поверхня деталі покривається твердою хімічною сполукою берилію з залізом і вуглецем. Цей міцний панцир товщиною всього 0,15...0,4 мм надає деталям жаростійкість і стійкість до морської води і азотної кислоти.