

Ферум. Залізо

ПІДГОТУВАВ
УЧЕНЬ 8-Б КЛАСУ
ДУБАНИЧ ЮРІЙ

Історія заліза

Поки що не вдалося з'ясувати, коли, як і де вперше почали добувати залізо. Використання заліза почалося набагато раніше, ніж його виробництво. Перші залізні вироби мали космічне (метеоритне) походження і були виготовлені з уламків метеоритів ще в III—II тис. до н. е. Це засвідчує той факт, що стародавні мешканці Гренландії, які не мали жодної уяви про залізну руду, користувалися виробами із заліза. Час від часу знаходили шматки сірувато-чорного металу, який перековували на кинджал або наконечник списа, що був зброєю міцнішою і пластичнішою, ніж бронза, і довше тримав гостре лезо. Першим кроком у зародженні металургії заліза було отримання його шляхом відновлення з окису. Руда перемішувалася з деревним вугіллям і закладалася в піч. При високій температурі, створюваної горінням вугілля, вуглець починав з'єднуватися не лише з атмосферним киснем, але і з тим, що пов'язаний з атомами заліза. Після вигорання вугілля в печі залишалася так звана криця — грудка речовини з домішкою відновленого заліза. Крицю потім знову розігрівали і піддавали обробці куванням, вибиваючи залізо із шлаку. Таке залізо не відрізнялось твердістю та пружністю, тому мало обмежену галузь застосування.

Вперше залізо навчилися обробляти народи Анатолії.

Давньогрецька традиція вважала відкривачем заліза народ халібів, для яких традиційно вживалася стійка назва «батько заліза», і сама назва народу бере початок саме від грецького слова Χαλῦβας («залізо»). «Залізна революція» почалася на межі I тисячоліття до н.е. в Ассирії. З VIII століття до н.е. зварне залізо швидко стало поширюватися в Європі. Першими, хто почав на землях сучасної України виплавляти з болотної руди залізо, були кіммерійці (VII ст. до н.е.). У IV - III ст. до н.е. більша частина арсеналу зброї скіфських воїнів — мечі, кинджали, бойові сокири тощо було виготовлено з заліза. У III столітті до н.е. залізо витіснило бронзу в Галлії, у II столітті нової ери з'явилося у Німеччині, а в VI столітті нашої ери вже широко вживалося в Скандинавії. В Японії залізний вік настав лише в VIII столітті нашої ери. Побачити залізо у рідкому стані металурги змогли лише в XIX столітті, однак, ще на початку I тисячоліття до нової ери — індійські майстри зуміли вирішити проблему отримання пружної сталі без розплавлення заліза. Таку сталь називали булатом, але через складність виготовлення і відсутність необхідних матеріалів у більшій частині світу ця сталь так і залишилася індійським секретом на тривалий час.

Фізичні і хімічні властивості

Хімічний символ елемента Феруму — *Fe*.

Відносна атомна маса, $A_r(\text{Fe}) = 56$.

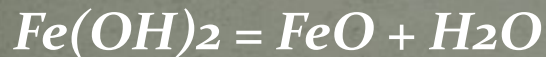
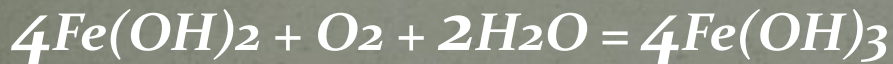
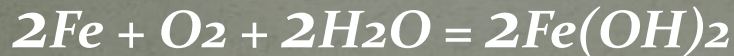
Валентність Феруму в сполуках — 2 і 3.

Хімічна формула простої речовини заліза — *Fe*.

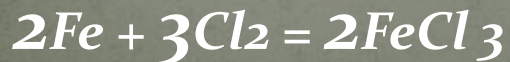
Відносна формульна маса заліза, $M_r(\text{Fe}) = 56$.

Залізо — блискучий сріблясто-білий важкий метал. Густина його 7,86 т/м³; температура плавлення 1538 °С, температура кипіння 2862 °С. Залізо досить пластичне. Воно легко кується, штампується, витягується в дріт і прокатується в тонкі листи, легко намагнічується і розмагнічується. Вище температури Кюрі (770 °С) втрачає феромагнітні властивості. До температури 912 °С існує в алотропній модифікації α -заліза з об'ємноцентрованою кубічною кристалічною ґраткою, за вищої температури — γ -заліза із гранецентрованою кубічною ґраткою, вище 1394 °С знову змінює тип ґратки на об'ємноцентровану кубічну (δ -залізо).

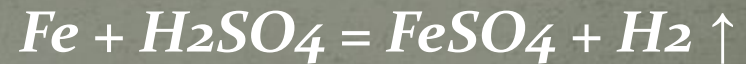
Ферум належить до восьмої групи періодичної системи елементів Менделєєва. У сухому повітрі за звичайної температури залізо досить стійке, але у вологому швидко іржавіє, вкриваючись товстим шаром іржі. Іржа є сумішшю оксидів і гідроксидів феруму. Основну частину іржі складає сесквіоксид заліза Fe_2O_3 і тригідроксид заліза $Fe(OH)_3$. Крім того, до її складу входить монооксид заліза FeO , дигідроксид заліза $Fe(OH)_2$ та інші сполуки. Процес ржавіння заліза можна зобразити такими приблизними рівняннями:



Іржа досить крихка і пориста. Тому вона не може ізолювати метал від атмосфери, через що процес ржавіння відбувається безперервно. При високій температурі залізо легко сполучається з киснем, утворюючи окалину Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$). В атмосфері кисню розжарена залізна дротина горить яскравим полум'ям, утворюючи теж окалину Fe_3O_4 . При нагріванні залізо може легко реагувати з хлором, сіркою та іншими неметалами:



В електрохімічному ряді напруг залізо стоїть лівіше від водню, тому воно легко реагує з розведеними хлоридною і сульфатною кислотами:

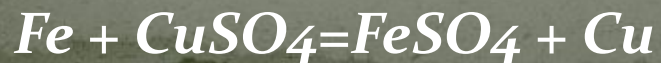


З розведеною нітратною кислотою залізо теж легко реагує:



Але з концентрованою нітратною і концентрованою сульфатною кислотами без нагрівання залізо не реагує. Воно стає «пасивним», вкриваючись тонкою оксидною плівкою, яка не розчиняється в кислотах і ізолює метал від дії кислоти. Завдяки цьому концентровану нітратну і концентровану сульфатну кислоту можна зберігати і транспортувати в залізній тарі.

Залізо може відновлювати менш активні метали з розчинів їхніх солей, наприклад:



Отримання

У промисловості залізо отримують із залізної руди, в основному з гематиту (Fe_2O_3) і магнетиту ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Існують різні способи отримання заліза з руд. Найбільш поширеним є доменний процес. Перший етап виробництва — відновлення заліза вуглецем у доменній печі за температурі $2000\text{ }^\circ\text{C}$. У доменну піч вуглець (у вигляді коксу), залізна руда (у вигляді агломерату або окатишів) і флюс (наприклад, вапняк) подаються зверху, а знизу нагнітається гаряче повітря. У печі вуглець у вигляді коксу окислюється до монооксиду вуглецю. Цей оксид утворюється під час горіння в умовах нестачі кисню. У свою чергу, монооксид вуглецю відновлює залізо з руди. Щоб реакція йшла швидше, нагрітий чадний газ пропускають через оксид заліза(III). Флюс додається для позбавлення від небажаних домішок (в першу чергу від силікатів, наприклад кварцу) у видобутій руді. Типовий флюс містить вапняк (карбонат кальцію) і доломіт (карбонат магнію). Для усунення інших домішок використовують інші флюси. Дія флюсу (у наведеному випадку — карбонат кальцію) полягає в тому, що під час нагрівання він розкладається до його оксиду.

Оксид кальцію з'єднується з діоксидом кремнію, утворюючи шлак — метасилікат кальцію. Шлак, на відміну від діоксиду кремнію, плавиться в печі. Легший, ніж залізо, шлак плаває на поверхні — це властивість дозволяє відділяти шлак від металу. Шлаки потім можуть застосовуватися у будівництві та сільському господарстві. Розплав заліза, отриманий у доменній печі (чавун), містить досить багато вуглецю. Крім тих випадків, коли чавун використовується безпосередньо, він вимагає подальшої переробки. Надлишки вуглецю та інші домішки (сірка, фосфор) видаляють з чавуну окисненням у мартенівських печах або в конвертерах. Електричні печі застосовуються для виплавки легованих сталей. Крім доменного процесу, поширений процес прямого отримання заліза. У цьому випадку попередньо подрібнену руду змішують з особливою глиною, формуючи окатиші. Окатиші обпалюють, і обробляють в шахтній печі гарячими продуктами конверсії метану, які містять водень. Водень легко відновлює залізо, при цьому не відбувається забруднення заліза такими домішками як сірка і фосфор, які є звичайними для кам'яного вугілля. Залізо утворюється в твердому вигляді, і надалі переплавляється в електричних печах. Хімічно чисте залізо добувають електролізом розчинів його солей.

Технологічний шлях одержання пружної сталі, при якому не потрібні ні особливо чиста руда, ні графіт, ні спеціальні печі, було винайдено в Китаї в II столітті нашої ери. Сталь перековували дуже багато разів, при кожному куванні складаючи пластину вдвічі, внаслідок чого виходив відмінний матеріал для зброї, що отримав назву дамаська сталь, з якого, зокрема, робилися японські катани. З XVI століття в Європі набув поширення так званий переробний процес в металургії — технологія, при якій залізо ще при отриманні за рахунок високої температури плавлення і інтенсивного науглецювання перетворюється на чавун, а вже потім, рідкий чавун, звільняючись від зайвого вуглецю при відпалі в горнах, перероблявся на сталь.

Фізіологічна дія

У тваринних організмах тривалентний елемент Ферум входить до складу найголовнішого білка крові, червоного пігменту — гемоглобіну, який обумовлює колір крові. Гемоглобін переносить кисень від органів дихання до різних тканин, а вуглекислий газ CO_2 — від тканин до органів дихання. Ферум є складовою багатьох ферментів, які забезпечують процеси тканинного дихання. Ферум — необхідний елемент для кровотворення.

До організму людини Ферум надходить у складі харчових продуктів. Багато його в яблуках, салаті, шпинаті, ржаному хлібі, гречаній крупі, абрикосах. Лікарські препарати Феруму застосовують для лікування недокрів'я.

Поширення в природі

За поширеністю в природі Ферум посідає друге місце серед металів (після алюмінію). На нього припадає 5,10% маси земної кори. За вмістом у земній корі Ферум посідає 4-е місце. Зустрічається він виключно у вигляді сполук. Вільне залізо знаходять лише в метеоритах.

Ферум — поширений елемент метеоритної речовини: в кам'яних метеоритах міститься до 25%, а в залізних 90,85 мас.% Fe . Космічна поширеність заліза близька до його вмісту в фотосфері Сонця — 627 г/т. Частка Феруму в речовині Землі досить велика — 38,8%. Найбідніша на Ферум поверхня Землі.

Найважливішими природними сполуками Феруму, що мають промислове значення, є магнітний залізняк Fe_3O_4 , червоний залізняк Fe_2O_3 , бурий залізняк $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ та пірит FeS_2 . Оксиди Феруму служать рудами, з яких добувають залізо, а пірит — сировиною для сульфатно-кислотного виробництва. Найважливіші мінерали Феруму: гематит Fe_2O_3 , магнетит Fe_3O_4 , гетит FeO(OH) , лепідокрокит FeO(OH) , лімоніт — суміш гідрооксидів Fe з SiO_2 та ін. речовинами, сидерит FeCO_3 , ільменіт FeTiO_3 , шамозит, вівіаніт, скородит, ярозит та ін.

Багаті родовища магнітного залізняка зосереджено на Уралі поблизу м. Магнітогорська та в Курській області (так звана Курська магнітна аномалія). Родовища червоного залізняка є в Україні поблизу м. Кривий Ріг. Родовища бурого залізняка зосереджені на Керченському півострові. Крім того, потужні родовища залізних руд виявлено і в інших місцях — на Кольському півострові, в Сибіру і на Далекому Сході.