

О.С. Максимов, Т.О. Шевчук

# ІСТОРІЯ ХІМІЇ

Мелітополь

2020

УДК 54(091)(075.8)  
М 17

Затверджено Вченуою радою  
Мелітопольського державного  
педагогічного університету  
імені Богдана Хмельницького  
протокол № 9 від 18.12.2019 р.

Рецензенти:

В.І. Єзиков, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського;

О.А. Блажко, доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії та методики навчання хімії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

О.О. Хромишева, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького.

**Максимов О.С., Шевчук Т.О.**

М 17      Історія хімії: Підруч. для студентів хім. спеціальностей вищих навчальних закладів – Мелітополь, ФОП Однорог Т.В., 2020. – 302 с.

**ISBN**

У підручнику в певній хронології із залученням цікавих прикладів та ілюстрацій викладена історія виникнення і розвитку хімії як науки з часів давнини і до наших днів. Узагальнено фактичний матеріал з історії хімії, зроблено його аналіз.

Книга «Історія хімії» призначена в першу чергу студентам хімічних спеціальностей вишів, а також старшокласникам і широкому колу читачів небайдужих до хімічної науки.

**УДК 54(091)(075.8)**  
**© Максимов О.С., Шевчук Т.О., 2020**

*Учителям хімії присвячується***Слово до студента**

Написання цього підручника від першої і до останньої сторінки здійснювалось авторами з думкою про своїх вихованців і послідовників – студентів хімічних спеціальностей, про тих, хто свою долю зв’язав із служінням найцікавішій і найтаємнішій науці – хімії.

Слово студент походить від латинської *studio* – ретельно вивчаю. А як можна ретельно вивчати хімію, не познайомившись з її історією: появою і розвитком ідей, теорій, що народжувались, служили певний час, а деякі і зараз «працюють» на науково-технічний прогрес. Явища і факти, історичні події згадані у підручнику, стали навчальними фактами і заслуговують на те, щоб про них говорили не тільки вибірково в окремих науково-популярних та періодичних виданнях, а й цілеспрямовано, системно вивчали в курсі однієї навчальної дисципліни. Ми не повинні забувати, що крім відомих всьому світові імен учених, хімію «робили» тисячі непомітних для співвітчизників або несправедливо забутих ремісників, працівників хімічних лабораторій, мислителів, викладачів природничих наук тощо.

Підручник повинен вчити, тому для полегшеного оволодіння навчальною інформацією він містить умовні позначення: «До скарбнички», «Правила, визначення», «Вправи», «Запитання», «Практичні завдання». Перед кожним розділом робиться наголос на головних питаннях, що будуть розглянуті в ньому, і вказано на опорні поняття з історії, як треба пригадати для більш вдалого опанування навчальним матеріалом. Слушною нагодою розширити свій кругозір додатковою історичною інформацією про хімію є наданий список літератури та інших джерел. Для оперативного пошуку

---

довідкової інформації запропоновано іменний, предметний покажчики і тезаурус (з грец. – скарб) – список понять з певної галузі науки.

Треба звернути увагу на те, що у виданні використані історичні назви хімічних речовин, хоча за сучасною українською номенклатурою їх називають по іншому. Проте ці назви в тексті поступово розшифровуються і є зрозумілими.

Розділи підручнику розташовані у хронологічній послідовності, а зміст їхніх параграфів взаємопов'язаний. Це вимагає обов'язкового опрацювання кожного з них, щоб не виникало труднощів у вивчені наступних. Тому працюйте систематично, «ретельно вивчайте» історію хімії разом з іншими науками, щоб бути гідними високого звання «студент».

За допомогу у написанні підручника автори щиро вдячні за ініціювання і підтримку в цій справі колегам кафедри неорганічної хімії та методики викладання хімії Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького і директору бібліотеки цього університету Родіоновій І.А.

Особлива подяка кандидату хімічних наук, доценту **Береславській А.М.** кандидату хімічних наук, доценту Хромишевій О.О. і рецензентам за висловлені пропозиції та побажання щодо покращення рукопису і дуже вдячні доктору хімічних наук, доктору педагогічних наук, професору **Макарені О.О.** за своєчасно «посіяні» зерна історії хімії у свідомості Ваших учнів, які, сподіваємось, дали гарні руна.

Велике спасибі студентам, котрі робили перші кроки в дослідженні історичних подій хімічної науки і фіксували це в курсових та дипломних роботах, чиї матеріали сприяли підтвердженню обраного авторами напряму.

**Умовні позначення:**

- – до скарбнички
- – правила, визначення
- Δ – вправи
- ? – запитання
- – практичні завдання
- араб. – арабське слово
- грец. – грецьке слово
- з грец. – походить від грецької мови
- з лат. – походить від латинської мови
- лат. – латинське слово
- нім. – німецьке слово
- рос. – російське слово
- франц. – французьке слово

*Історія якої-небудь науки є  
сторінка історії людського духу;  
відносно початку і розвитку немає  
науки, яка була б чудовішою і  
повчальнішою за історію хімії.  
Юстус фон Лібіх.*

## **Вступ**

Зародження хімії своїм корінням бере початок з тих часів, коли *Homo sapiens* став використовувати природні хімічні процеси, не усвідомлюючи їх суті, у виготовленні одежі, приготуванні їжі, а також застосовувати метали та обсидіан, спочатку як прикраси, а потім як знаряддя праці, а може і навпаки. В той час хімічна наука розвивалася по двох шляхах: перший – це зародження пов'язане з старовинними ремеслами – металургією, галургією, виробництвом скла, фарбуванням і виготовленням тканин, обробкою шкіри тощо. Другий шлях, мабуть, пов'язаний з пошуком відповідей на питання про навколошній матеріальний світ: з чого він складається? Звідки бере свій початок і де його кінець? Як відбувається перетворення матерії? та інше. Емпіричне і теоретичне розв'язування цих питань є процес задоволення людської допитливості і бажанням зрозуміти навколошній світ.

Відстежити виникнення хімічної науки від початку цивілізації і до наших днів – завдання не з легких. Розвиток хімії органічно поєднується з розвитком багатьох ремесел, народних мистецтв, згодом виробництв промислових і сільськогосподарських товарів. У різні часи хімія поруч з іншими науками була і є частиною культурної спадщини народів світу, які завжди знаходились на різних рівнях соціально-економічного і політичного життя. Якщо історію людського суспільства уявити як постійну взаємодію людини з

---

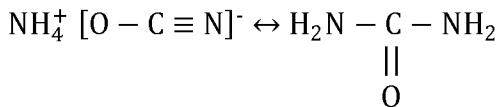
природою, тобто як обмін речовин, то цей процес відбувався і зараз відбувається у вигляді таких стадій:

- Екстракції (лат. extraho – витягаю, вилучаю) – вилучення, добування і перетворення речовин з рослин, тварин і неживої матерії природного походження.
- Синтезу органічних природних речовин.
- Синтезу сполук, які не зустрічаються у природі.

Перша стадія – екстрагування і перетворення речовин природи – бере свій початок від часів застосування елементарного знаряддя праці, приборкання, а потім і добування вогню. Людина користувалася дарунками природи, прикладаючи зусилля для пошуку юстівного коріння і плодів рослин, у полюванні на дикого звіра за допомогою примітивного мисливського знаряддя з каміння, кісток або рослин, у риболовлі та інше. Суттєве значення у житті людини мав вогонь, використання якого поклало початок більш інтенсивному процесу хімічних перетворень і сприяло розвитку ремесел. Близьке розташування покладів червоної глини біля водойм, наявність легкого доступу доrud металів дали можливість людині будувати саманні оселі, виготовляти керамічний посуд, виплавляти метали. Обмін товарами прискорив розвиток народів. Але зростаючі потреби у природних матеріалах примушували збільшувати і «обмін» людини з природою, який ставав все більш керованим. Це значить, що людина стала свідомо впливати на оточуючу її природу, підмічати, виділяти та використовувати індивідуальні властивості простих і складних речовин. При цьому вона вже ставила конкретну мету, яка визначала пошук матеріалів та речовин методом відбору за ознаками. Підмітивши, що попіл від природної пожежі сприяє меліорації ґрунтів, люди почали свідомо спалювати деревину для внесення попелу до окультуреного рілля. Ясно, що людина навіть не здогадувалась про хімічні процеси, які при цьому відбувалися і навряд чи глибоко вона розуміла їх і під час зародження перших

примітивних ремесел – вироблення тканини, випікання хліба, обробки металу, глини, шкіри. Харчі, одяг, фарбники, лікарські засоби виготовляли виключно з тваринної і рослинної сировини. Проте поступово підвищувався попит на отримання матеріалів із властивостями, яких не мали речовини природного походження, або таких речовин не вистачало в даній місцевості. І тоді людина почала експериментувати з першими легкодоступними речовинами: кухонною сіллю, вапняками, вугіллям, воском, рудами металів, оцтовою кислотою тощо. Все одно, люди не змогли до кінця усвідомити величезні потенційні можливості хімії навіть тоді, коли вона в кінці XVIII сторіччя з хімії-мистецтва стала перетворюватись на хімію-науку. І сьогодні на цій стадії розвитку хімії як і тисячі років тому, народи деяких регіонів світу в побуті і ремеслах здійснюють операції з вилучення, добування і перетворення речовин.

Другий етап керованого обміну людини з природою умовно розпочався із синтезу органічних природних речовин. Довгий час учени знаходилися в полоні віталістичної теорії (*vita* – життя), яка стверджувала про неможливість отримання штучним шляхом речовин, що утворюють рослини або тварини. Але потреба в оцтовій кислоті, жирах, вуглеводах та інших речовинах та її звичайна допитливість вчених все ж таки взяла гору у вирішенні проблеми синтезу органічних речовин з неорганічних. Вважають, це сталося в 1828 р., коли німецький хімік Ф. Велер при випаровуванні водного розчину цианата амонію отримав органічну сполуку – сечовину, важливіший продукт обміну життєдіяльності тварин і людини:



Ця реакція стала сенсацією у науковому світі.Хоча до цього Ф. Велер йшов довгий час з моменту його роботи в лабораторіях Л. Гмеліна і Й.Я. Берцеліуса. Відомо, що у 1824 р.

Ф. Велер гідролізом диціана отримав оксалатну (етандикарбонову) кислоту. Принципова відміна від способу запропонованого К.В. Шеєле у 1776 р. добування оксалатної кислоти окисненням сахарози нітратною кислотою було те, що вперше для добування органічної оксалатної кислоти було використано вихідні неорганічні продукти. Таким чином, добування органічних речовин природних сполук в лабораторних умовах стало першим ударом по віталістичній теорії.

Народився в Ешерсхаймі. Вивчав медицину в університетах Марбурга й Гейдельберга. Працював в лабораторії Л. Гмеліна. Отримав вчену ступінь в галузі медицини і хімічну освіту в Стокгольмі у Й. Я. Берцеліуса. Викладав хімію в ремесленній школі в Берліні де синтезував сечовину, добув алюміній, фосфор. З 1831 р. професор кафедри хімії Геттінгенського університету. Його учнями були Г. Кольбе, Р. Фіттіг, Ф.К. Бельштейн.



Ф. Велер  
(1800-1882)

Наступні повідомлення про синтез Г. Кольбе (1845 р.) оцтової кислоти, з простіших неорганічних сполук, М. Бертло (1854 р.) жироподібної речовини та О.М. Бутлеровим (1861 р.) цукроподібної сполуки з розчину кальцій гідроксиду й параформальдегіду повністю довели нежиттєздатність віталістичної теорії. Щі та інші речовини існували в природі, з ними відбувалися різні процеси; вони мали фізичні та хімічні властивості, а також виконували певні функції в живих організмах. На цьому етапі хімія синтезує багаточисельні природні сполуки, починаючи від «простого» амоніаку і до складних гормонів комах.

В науці довгий час існувала думка, що хіміки будуть завжди працювати в «межах природи». Але приблизно з 50-их років ХХ ст. наступила третя стадія синтезу речовин – речовин, які не зустрічаються в природі. Сучасна хімія швидко знаходить шляхи синтезу природних сполук, але ще швидше – речовин, які не мають аналогів в природі, як наприклад, тефлон ( $-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 - \dots$ ), полікумулен ( $\dots =\text{C}=\text{C}=\text{C}=\dots$ ) або фулерен ( $\text{C}_{60}$ ) – алотропічна видозміна вуглецю та інші. В 2010 р. А. Гейму і К. Новосьолову присуджено Нобелівську премію з фізики за відкриття графену – речовини викладеної з атомів Карбону, укладених між собою в один шар. Така структура зробила речовину надміцною у порівнянні з металевими, що відкриває великі перспективи її застосування у різних галузях промисловості, медицині, інформаційних технологіях тощо. Це робить хімію могутньою силою, яка вирішує проблеми науково-технічного прогресу. Хімія разом з іншими науками стала безпосередньо виробничою силою. Підтвердженням цього є час впровадження лабораторного методу у промислове виробництво, який стрімко скорочується (табл. 1).

Так, можливість існування трубчастого вуглецю український хімік М.Ю. Корнілов передбачав у 1985 р., а сьогодні фірма Hoechst AG пропонує фулерен приблизно по 200 долларів за 1 грам.

Таблиця 1  
Хронологія впровадження винаходів та відкриттів.

Предмет винаходу (відкриття)	Рік розробки або відкриття	Рік випуску продукта	Час реалізації
Нітрошовк	1655	1885	230 років
Фотографія	1727	1839	112 років
ДДТ	1874	1939	65 років
Капрон	1899	1939	40 років
Нейлон	1935	1939	4 роки
Фулерен	1991	1992	1 рік

Сьогодні у світі підприємствами хімічної галузі виробляється більше половини продукції, якої недавно не було зовсім. Майже 20% світових патентів на винаходи видаються у галузі хімії. Кількість речовин відомих хімікам налічується більше 20 млн. і можна тільки уявити скільки з цієї кількості людина зробить потрібних їй матеріалів. Але ми не повинні забувати, що на стадії синтезу речовин, яких немає в природі, в окремих регіонах світу продовжує існувати хімія доби стародавніх людей. Тому поділ на стадії розвитку хімічної науки є доволі умовним.

• Історія хімії – наука, метою якої є вивчення процесу розвитку суспільства, - допомагає усвідомити, наукові факти, які викликали кардинальні зміни у суспільному житті. *Історія* (з грецької *historia* – розповідь про минуле, впізнане) *хімії* – є її галузь, що досліджує факти, події, процеси на підставі джерел (зناхідок, рукописів тощо) і встановлює закономірності розвитку хімічних наук від їх зародження і до наших днів. Сучасні уявлення про хімічні речовини і процеси, які з ними відбуваються, сформовані завдяки працям відомих і невідомих алхіміків, А.Л. Лавуазье, з якого власне і розпочалась наука хімія, Ю. фон Лібіха, А. Кекуле, Дж. Дальтона, А. Беккереля, Д.І. Менделєєва, С. Арреніуса, М.М. Семенова, Л. Полінга та багатьох інших визначних дослідників, а також їх соратників. Теоретичні роздуми і практичні наробки учених-хіміків мають величезне значення для духовного і матеріального розвитку суспільства, що відображене в анналах історії хімії.

### Періодизація історії хімії.

Охопити поглядом історію від найбільш віддалених часів до сучасного етапу нелегко, якщо не поділити її на періоди. Слід враховувати, що періодизація історії хімії є досить умовною, тому що науку не можна розчленити в історичному розвитку, а також і тому, що окремі періоди або зливаються з попередніми, або з наступними періодами, а інколи і з тими та

іншими одночасно. Тому де і коли зародилась хімія можна тільки здогадуватись. Проте більшість істориків хімії, посилаючись на французького історика Ф. Гефера, вважають колискою хімії Єгипет, країну, яку раніше називали Хемі і звідки розповсюджувались знання про хімічні ремесла у стародавніх народів Середземноморської цивілізації.

У відповідності з періодизацією, яка прийнята більшою частиною істориків хімії, розділяють наступні етапи:

**I. Період доалхімічний** – від початку цивілізації до IV ст.н.е. Цей період відрізняється відсутністю понять, узагальнюючих накопичені практичні знання, які передавалися по традиції з покоління в покоління кастами жреців. Першими теоретичними побудовами в цей період були античні натурфілософські вчення, які містили початкові уявлення про природу різноманітних речовин.

**II. Період алхімічний** – з IV ст.н.е. до XVI ст. Цей період характеризується крім віри в магічну силу філософського каменю (який здатний перетворювати метали у золото), пошуком еліксиру довголіття, магічними та містичними уявленнями. Алхімічний період можна розділити на підперіоди, вони позначаються іменами народів, які практикували «перетворення» неблагородних металів у золото та срібло. Таким чином, існує алхімія єгипетська, грецька, арабська тощо.

**III. Період об'єднання хімії** охоплює XVI – XVIII ст.. та складається з чотирьох підперіодів: *іатрохімії, пневматичної хімії, теорії флогістону, антифлогістонної теорії Лавуазье*.

• **Іатрохімія** (гр.. iatros – лікар) – напрям науки, який ставив хімію на службу медицини. В цей час також народилася прикладна хімія, тому що розвивалася металургія, виробництво скла, порцеляни, мистецтво перегонки.

• **Пневмохімія (хімія газів)** характеризується дослідженням газів, відкриттям газуватих тіл та сполук. Відродження атомістичних уявень та експерименти з

газуватими речовинами призвели до гіпотези про дискретну (корпускулярну, з лат. corpusculum – тільце, частинка) будову речовин.

- **Теорія флогістону** за часом співпадає з періодом пневмохімії. Суть теорії проста та зрозуміла – речовини, що здатні до горіння, містять флогістон (від гр.. flogistos – горючий), такий собі носій якостей вогню.

- **Антифлогістонна (киснева) теорія горіння** – вчення про те, що у процесі горіння кисень з'єднується з горючими тілами та збільшує їх вагу, всі металічні окалини не прості тіла, а сполуки металів з киснем.

**IV. Період кількісних законів** – перші 60 років XIX ст. Характеризується виникненням і розвитком атомної теорії Дальтона, молекулярної гіпотези Авогадро, а головне – відкриттям кількісних законів.

**V. Сучасний період** – з 60-х р.р. XIX ст. до теперішнього часу. Це золотий період хімії, тому що протягом менш століття було розроблено наступні теорії: вчення про валентність, теорія хімічної будови органічних сполук, періодичний закон та періодична система хімічних елементів, теорія електролітичної дисоціації, теорія хімічних зв'язків, координаційна теорія, вчення про радіоактивність та інш.

## РОЗДІЛ 1

Після вивчення розділу 1 ви зможете:

- назвати періоди взаємодії людини з природою із застосуванням різних засобів і методів хімії;
- описати роль хімії в добуванні металів;
- пояснити генезис назв історичних періодів «кам'яна доба», «бронзова доба»;
- пояснити вплив поглядів Аристотеля на вчених алхімічного періоду;
- зробити висновок про уявлення філософів античних часів.

### **? Пригадайте:**

- 1) у чому полягає сутність стадій взаємодії людини з природою: екстрагування, синтез органічних природних речовин, синтез штучних речовин відсутніх в природі;
- 2) мету і завдання історії хімії;
- 3) етапи розвитку (періодизацію) науки хімії.

### **Хімія давнини**

*Історія – учитель життя.  
(латинський заповіт)*

Хімія, наука про склад речовин і їх перетворення, починається з відкриття людиною здатності вогню змінювати природні матеріали. З розвитком скотарства та землеробства виникли постійні поселення і перші міста.

Більш кваліфіковані уявлення про властивості речовин були досягнуті ремісниками, які з покоління в покоління накопичували, вдосконалювали та передавали нащадкам свої знання та досвід. Ковалі та гончарі, ювеліри та хлібопіки, будівельники та ткачі, броварі та сировари працювали з речовинами, глибше розуміли їх таємниці, робили відкриття та берегли свої ноу-хау.

### 1.1. Доалхімічний період: прикладний аспект.

Був період, коли на окремих територіях, рідко зустрічаючись між собою, мешкали неандертальці, людина прямоходяча (*Homo rectus*), людина вміла (*Homo habiles*) і людина розумна (*Homo sapiens*). В цей час людиною в основному використовуються матеріали, а це каміння, кістки тварин, деревина, які «зробила» сама природа. За допомогою м'язової енергії, людина виготовляла для мисливської справи загострене каміння, а для риболовлі – гарпуни, гострі гачки. Вона вибирала кремінь або обсидіан – склоподібну, застиглу масу вулканічних вивержень і від великого шматка відколювала тонку, але гостру, як лезо бритви, пластинку. Для цього стародавня людина натискала плечем на велику міцну кістку тварини і різким рухом вперед протилежним кінцем кістки сколювала платівку. Гострі платівки обсидіану ліаноподібними стеблами або волокнами рослин чи жилами тварин прилаштовували до кийка. Так робилось перше знаряддя для полювання, обробки шкіри, кісток, а потім і землі. Цей період взаємодії з природою можна назвати періодом *механолізу* (з грец.: *mēchanē* – знаряддя, машина; *lysis* - розчинення) – механічного руйнування, роз'єднання. Кремінь застосовували не тільки як знаряддя праці, а й для добування вогню.

«Дикий» вогонь, який утворювався від блискавок або вивержень вулканів, людина перетворила на «домашній» приблизно півмільйона років тому. Добування вогню спалюванням природних матеріалів для отримання високої температури можна вважати періодом *термолізу* (з грец.: *thermos* – теплий або *thermē* – жар, тепло). Первісна людина для обігріву печер, приготування їжі, відлякування хижих тварин, а згодом для обробки глиняних глечиків, цегли, металів та їх сплавів, руди тощо використовувала вогонь. За допомогою вогню людина проводила перший аналіз оточуючих речовин та матеріалів з них утворених, поділяючи їх на горючі та негорючі.

Приборкання вогню стало переломним моментом в історії цивілізації (з лат.: *civilis* – гідний, вихований). Вогонь підтримували в певних місцях, де жили люди, куди вони приносили здобич, де врешті-решт розводили тварин, обробляли землю і де виникли перші міста. В деяких місцях горючий газ виходив на поверхню з розщелин і горів постійно. Ці місця вважалися священими, на них будувалися храми, куди приходили люди, щоб поклонитися вогню. Вважають, що саме вогонь впливув на перехід людства до осілого способу життя.

Іншим способом аналізу речовин було використання води, в якій одні речовини тонуть, а інші плавають. Проте вода застосовувалась в першу чергу як універсальний розчинник. Наприклад, шкіру тварин замочували в сечі, а потім у воді, піддаючи її гідролізу. Далі шкіру намочували глиною, що містить алюмоквасці, які і дотепер використовують для вичинювання шкіри, промивали водою, сушили, м'яли руками, що надавало їй більшої еластичності і міцності. Пізніше людина стала використовувати явище мацерації рослинних тканин. •Мацерація (лат. *maceratio* – розм'якшення) рослинних або тваринних тканин внаслідок просочування їх рідиною. Наприклад, для цього стеблі довго волоконних рослин (льону, коноплі) на деякий час занурювали у воду, в якій поперечні перетинки, які зв'язували довгі волокна, руйнувалися. Після чого механічно обробляли тканину, стукаючи по ній ціпком, і отримували довгі нитки. Вже в ті далекі часи механічна та термічна обробка матеріалу поступово доповнювалась власне хімічною, тобто розпочався період застосування хімічних процесів.

Так, в епоху розkvіту каміння, як знаряддя праці, застосовувався камінь для будівництва житла, виготовлення пам'яток, посуду тощо. В тих місцях де було відсутнє тверде каміння з граніту, люди для будівництва використовували саманну цеглу, сировиною для якої була глина. Для цього її змочували водою і додавали армуючий матеріал – сухі стебла рослин (солому). Перемішані з соломою глини придавали форму паралелепіпеду,

висушували на сонці і саман був готовий до використання. Мабуть цьому людина навчалася у ластівок або інших птахів, які будували гнізда з липкої вогкої землі перекладеної сухими стебельцями. Обпалювання глиняної цегли прийшло пізніше. З появою металу за 7000-5000 років до н.е. значення ролі каменю різко впало. До історичний вік дав «справжнє» хімію – **хімію термолізу**, тому що вогонь вже використовувався для обробки руд, відокремлення металів від домішок. Першими металами, з якими мала справу людина, були золото, мідь, срібло, олово, залізо і свинець. На ці шість металів вказує Ветхий Завіт. У всіх античних народів найдорожчим було золото.

Єгиптяни у ті часи досягли високого рівня розвитку у господарюванні, що викликало потребу в металічних виробах для землеробства, побуту. До Єгипту разом з чорношкірими рабами завозили золото з Східної Африки, яку називали Нубією – (нуб – золото). Металургія золота без будь-яких суттєвих змін, перейшла від єгиптян до народів півночі Середземного моря (рис. 1).

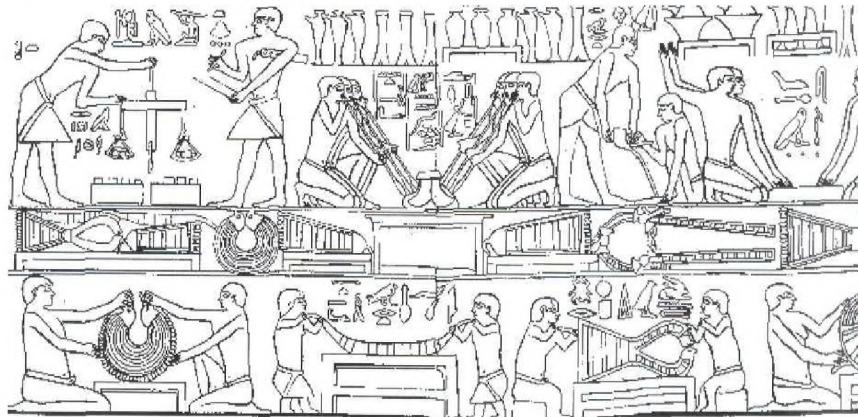


Рис. 1. Обробка золота єгиптянами. Вгорі зображене обробку золота: зважування, перевірка за записами, плавка (шестеро людей з трубками для дуття знаходяться біля печі), розливання золота у форми, розплющування злитків за допомогою каменів. Внизу показано виготовлення ювелірних виробів.

Аналогічні методи застосовувались для добування срібла, яке часто очищували від свинцю, враховуючи їхню хімічну й структурну відмінність, що виникає при їхній кристалізації. Цей спосіб називається **ліквациєю** (з лат.: *liquation* – плавлення). В копалинах на Кіпрі, Сардинії, в Іспанії, Вірменії супутником срібла були мідь, золото та інші кольорові метали. Історичні знахідки і науковий аналіз технологій давнини доводить, що металурги того часу не могли повністю очистити срібло від золота. Сплав цих металів у греків вважався особливим металом електроном, а єгиптяни називали його асемом.

Золото і срібло – метали, які не впливали на розвиток технічних знарядь, пристосувань, що використовувались для практичних потреб людиною, якщо не згадувати про них, як про метали для прикрас чи гроші як особливий вид товару.

Крім того, що золото і срібло рідко зустрічаються на землі, вони є доволі м'якими та ковкими металами. Тому найбільш поширеним металом для виготовлення знарядь праці, зброї, прикрас, посуду й пристосувань для господарства була мідь, що зустрічалась не тільки у вільному стані, але й у вигляді сплаву з оловом – бронзи. Мідь у різних масових частках із свинцем, цинком, сріблом утворює сплави різної якості, але тільки з оловом металічна сполука досягає твердості і, що важливо металургам, – легкоплавкості. Залежно від процентного складу (6-20% Sn, решта Cu) бронза має температуру плавлення 700-900<sup>0</sup>С, тобто нижче, ніж чиста мідь ( $t_{\text{пп.}} \text{ Cu}=1083^{\circ}\text{C}$ ). До історичні часи царювання бронзи називають бронзовою добою, яка тривала більше двох тисяч років. Якщо в ті часи мідь виплавляли з таких поширеніх мінералів, як халькопірит або мідний колчедан ( $\text{CuFeS}_2$ ), борніт ( $\text{CuFeS}_4$ ), халькозин або мідний блик ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), малахіт ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ), азурит ( $\text{CuCO}_3 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$ ), то олово почали добувати приблизно у III ст..до н.е. в Єгипті та у різних місцях Європейського континенту (рис. 2). Тому залишається певною загадкою, яким чином до III ст..до н.е. отримували бронзу,

якщо у чистому вигляді металічне олово не застосовувалось. Історик хімії М. Джуа як і багато інших, дотримується думки, що у бронзовому віці вдавалось випадково добути легкоплавку і легко оброблювану бронзу шляхом розплаву міді з мінералами, що містили олово. Таким чином, мідь була відома раніше за олово, металургія якого більш складна.



Рис. 2. Бронза. Скіфи XIII-XII ст. до н.с. Кинджал (6), кельт (7), голки (8) (Чмирикова Могила, Запорізька обл. Запорізький військово-історичний музей).

Фото А. Оленича

зануренням у холодну воду, що робило його більш твердим.

Із свинцем стародавні люди вперше мабуть, познайомились, коли добували з поліметалічних руд золото та срібло. Проте його застосування як м'якого металу для виготовлення монет, жолобів для водопровідних систем, платівок, на яких можна було робити позначки, а згодом писати, зберігати й передавати інформацію розпочалось пізніше, ніж заліза. Свинець скоріше випадково потрапляв до металургійного горна у складі мінералу галеніту (свинцевого

Методи добування заліза, значно більш розповсюдженого металу, ніж мідь, відкриті тільки в середині другого тисячоліття до нашої ери. Вважають, що піонерами у цій справі були єгиптяни. Їм був відомий процес відновлення заліза із залізних руд у плавильних печах, які вже потім вдосконалювались народами Передньої Азії та Європи (рис. 3). Металурги Єгипту мабуть вміли змінювати властивості відновленого заліза (правильніше говорити сталі) швидким

бліску) PbS, з якого його отримували. Греки та римляни одержували його сплав з оловом, яке вилучали з мінералу касiterиту (олов'яного каменю) SnO<sub>2</sub>. Цей сплав має назву припою. Чисте олово також деякий час застосовували у Єгипті як метал для виготовлення прикрас, кубків та інших речей. Але ці речі невдовзі руйнувалися, тому що при температурі нижче ніж 13,2°C звичайне біле олово переходить в іншу модифікацію – сіре олово і при цьому відбувається порушення структури цих предметів, так звана «олов'яна чума».

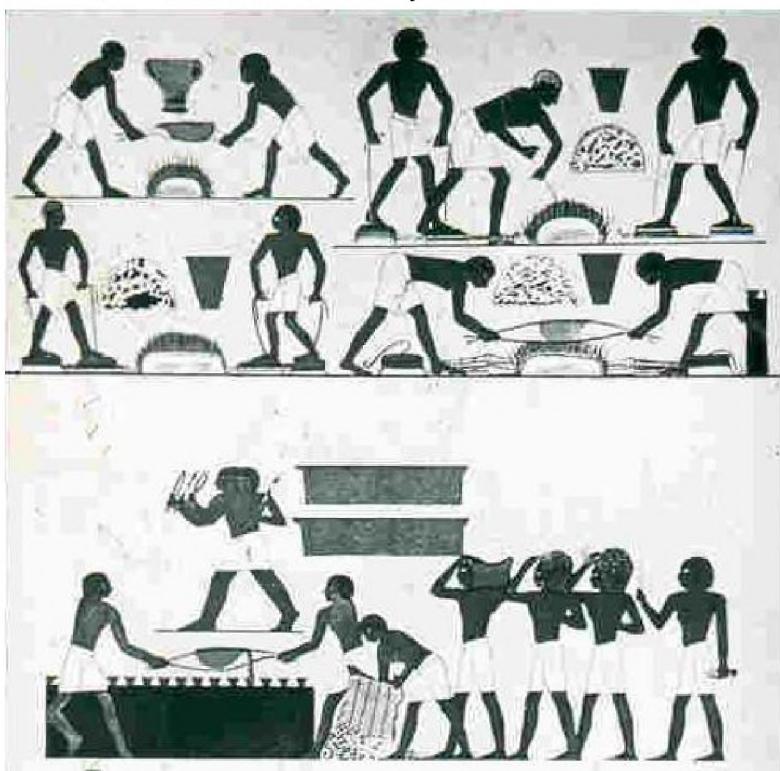


Рис. 3. Відновлення металів з руди в Давньому Єгипті. Раби приводять міха в дію, майстер слідкує за плавленням металу. Двоє рабів виливають розплавлений метал з тигля у форму. Зліва вгорі зображені робочі з інструментами.

---

За декілька століть до нашої ери грекам була відома ртуть (Hydrargyrum з грецької: *hydor* – вода і *agrygos* – срібло) – рідке срібло, як її тоді називали. В окремих місцях її знаходили в рідкому стані у лощинах на поверхні землі. Вона утворювалась в результаті пожеж, коли висока температура сприяла реакції взаємодії кіноварі  $HgS$  з киснем повітря з утворенням вільної ртуті і газуватого оксиду сірки.

У фрагментах грецького філософа Теофраста (372-287 р.п. до н.е.) згадується про вміння людей виділяти з кіноварі ртуть шляхом її взаємодії з міддю. Давньоримський лікар Діоскорид (1 ст. н.е.) знав отруйні властивості ртуті та її здатність при звичайних умовах із золотом миттєво утворювати амальгаму.

Стародавні люди не мали справи із чистим цинком, але його сплав із міддю – латунь вони відкрили випадково. Це був результат розплавлення поліметалічної руди, що містила Cu, Zn та легуючи компоненти Pb, Mn, Sn, Fe тощо. Латунь утворювалась у співвідношенні 60-90% Cu, та 40-10% Zn і мала високі механічні властивості. З латуні як і з бронзи можна було виготовляти мечі, шоломи, щипці, скребки та інші речі.

Відому роль у зародженні хімії відіграли виготовлення кераміки, виробництво скла, техніка фарбування тканин, дублення шкір, мистецтво бальзамування, фармацевтична й косметична справи. Методи обпалювання, перегонки, екстрагування, бродіння на той час досягли високого рівня розвитку.

Складною хімічною операцією вважається бальзамування (муміфікація). Кваліфіковані ремісники знали рецепти приготування розчинів кухонної солі та натрій гідроксиду, в які занурювали тіла померлих. Потім для цих цілей почали готовувати розчини сулеми  $HgCl_2$ , косметичні мазі й засоби з свинцевого блиску та сірого сурм'яного блиску  $Sb_2S_3$ . Перші фарби були рослинного і тваринного походження. Наприклад, індиго – органічний барвник фіолетово-синього кольору – добували з рослини індигофери, а фарбувальну

речовину яскраво-червоного кольору – з комах підотряду кокцидій, що зустрічаються в долині біля гори Аракат.

Ще тисячі років тому на узбережжі Тира – легендарного міста Фінікії, сьогоднішньої Сирії, раби пірнали на морське дно за пурпурними равликами. Потім їх обробляли механічно – витискували рідкий вміст; хімічно – діяли натрій хлоридом і отримували пурпур. Пурпур – природний барвник червоно-фіолетового кольору, що міститься в пурпuroвих залозах морських черевоногих молюсків родини голочатих. Пурпур сушили на повітрі під сонцем і потім використовували для фарбування тканини, у косметичних цілях і для живопису. Для отримання декількох грамів пурпуру потрібно було зловити тисячу равликів. Відтак ця речовина коштувала дорого і тому одяг пурпурного кольору носили заможні люди і ті, хто уособлював владу.

В античні часи люди навчилися виготовляти не тільки фарбники органічного походження, а й добувати їх з мінералів піролюзиту  $MnO_2$ , купрум (ІІ) оксиду, сажі, глин, що містили залізо. Для отримання зеленої фарби використовували халькозин (мідний бліск)  $Cu_2S$  та малахіт.

Археологічні знахідки та дослідження єгипетських гробниць доводять, що скляні речі, наприклад, намиста, прикраси на зброї застосовували вже в 3500 р. до н.е. Для добування скла потрібна була сода, яку отримували випаровуванням розчину натрій карбонату в спеціальних неглибоких ямах. Розчин соди зустрічався в озерах, наприклад, біля ріки Нил у Єгипті. Скло тієї доби містило силіціум оксид  $SiO_2$  – основна складова піску та оксиди натрію, алюмінію, свинцю. Проте з часом, за 1500-1000 років до н.е., вже стали додавати до розплавленої склоподібної маси оксиди міді, заліза, марганцю та інших металів, які зафарбовували скло в різні кольори. Зрозуміло, що додавали не чисті оксиди, а в основному солі, які містили ці метали, і варили цю масу на кострищах в ямах з штучною подачею повітря завдяки

---

спеціальним механізмам – міхам. Так досягалась висока температура і суміш речовин легко плавилась, а розплавлену масу розливали по формах.

Скляні вікна у народів узбережжя Середземного моря в ті часи були нерідким явищем. Вироби із скла, як прикраси, наприклад намиста з вплавленими тонкими платівками золота, археологи знаходять в місцях скіфських кочівників.

Слід також відмітити, що у античну добу в Єгипті, Китаї та Індії в будівництві люди застосовували вапно, як зв'язуючий матеріал між цеглами або великим камінням. Цьому питанню надавали велике значення, бо будівлі – це захист від природної негоди і головне від завойовників. Взагалі хімія у військових справах відігравала завжди головну роль, про що дізнаємося з інших розділів підручника.

Неможливо навіть перерахувати усі хімічні процеси та всі сполуки, які використовували стародавні люди. До нас дійшло мало історичних джерел. Мабуть більшість таких джерел втрачено назавжди. Крім того майстри своєї справи тих часів приховували рецепти виготовлення матеріалів та й передача знань відбувалась переважно «з вуст в уста». Проте знання про хімічні речовини та їх перетворення накопичувались, навіть фіксувалися у певних позначках, тайнописах тощо. Якими ж були уявлення про хімічні процеси матеріального світу людей античності дізнаємося з наступних параграфів.

## 1.2. Уявлення про природу в античні часи.

Коли історики хімії згадують про теоретичні уявлення про природу людей доалхімічного періоду, то домінуючою зразу ж стає інформація про грецьку атомістику. Мабуть це сталося завдяки походам римлян і греків на Схід, в Африку та Захід, з якими поширювались і знання про матеріали, речовини, процеси їх обробки та інше.

Проте слід відмітити, що в доантичний час саме Єгипет вважався визнаним лідером в галузі хімічної технології (окрім, мабуть, металургії). Тому біля 250 р. до н.е. у місті Александрії

було засновано Академію наук. Її членами були такі учені давнини, як Евклід, Архімед, Птоломей, інш. Це був перший в світі науковий заклад, бібліотека якого налічувала 700000 рукописів.

Александрійська Академія існувала до 640 р., коли вона була зруйнована та спалена арабами – завойовниками Єгипту. Але все ж таки, деяка частка цієї спадщини була освоєна арабами та в переробленому вигляді перенесена на європейську територію, а ще якось кількість єгипетських знань перейшла до Європи ще раніше через Грецію.

Існування Александрійської Академії є однією з важливіших сторінок історії розвитку науки. Тут було зроблено чимало відкриттів, особливо в галузі медицини, військової техніки, фізики, механіки.

В Єгипті мешкало багато вчених та ремісників – греків, які володіли знаннями та практичним досвідом єгипетських майстрів і зробили свій внесок у розвиток античної ремісничої техніки. В Єгипті цей історичний період отримав назву «еліністичного». Таким чином, схрестилися досвід і знання двох культур – Єгипетської та Давньогрецької.

Ремісна техніка еліністичного періоду може бути охарактеризована як найвища ступінь розвитку техніки античного періоду. Тут розквітили такі ремесла, як переробка металевих руд, виробництво і переробка металів та сплавів, фарбувальне мистецтво з більш широким асортиментом барвників у порівнянні з давнім Єгиптом, виготовлення фармацевтичних та косметичних препаратів. З літературної спадщини цього періоду широку відомість отримав «лейденський папірус», де описані різноманітні таємності ремісного мистецтва того часу. Деяку уяву про досягнення ремісного мистецтва дає твір Кая Плінія Другого під назвою «Природнича історія». Це свого роду енциклопедія. Пліній називає достатньо багато мінералів: алмаз, сірку, кварц, природну соду – нітрон, вапняк, гіпс, алебастр, крейду,

---

глинозем, різноманітне коштовне каміння, скло. Більш детально він каже про золото, срібло, також згадує мідь, залізо, олово, свинець, ртуть, солі. Він знає купороси, кіновар, квасци та інш.

Певний час в державах Індії, Тибету, Китаю було політичне затишшя і екологічна автономія, тому розвиток культури та ремісної техніки в цих країнах проходили незалежно від іншого світу. В Китаї отримало розповсюдження фарбування тканин, створено безліч барвників для цього процесу, а також для письма було створено китайську туш. Важливими досягненнями китайської ремісної техніки стали винаходи паперу, пороху, порцеляни. Іноді в історії техніки вважають, що саме в Китаї за багато століть до Гутенберга винайдено спосіб книгодрукарства.

Маємо визнати, майстри-ремісники багато дечого знали про речовини і вміли застосовувати ці знання. Але характер цих знань був суто практичний. Іншими словами, давні ремісники могли відповісти на питання «що?», та значно важче визначалися з питанням «як?» і, найбільшою мірою «чому?» Тут уже йдеться не про знання властивостей чи явищ, а про пояснення їх суті, розуміння їх причини. Це справа мудреців, філософів, учених.

Вже до 600 р. до н.е. греки, природничо-наукова думка яких спрогнозувала більшість наукових відкриттів, звернули свою увагу на природу Всесвіту та структуру матеріальних тіл, які складають його. Грецьких вчених або «філософів» цікавила головним чином сутність речовин та процесів. Вони шукали відповідь на питання «чому?» Інакше кажучи, давні греки першими зайнялися тим, що сьогодні називається хімічною теорією.

Ця теорія починається з роздумів грецького філософа Фалеса, який жив близько 625-547 р.п. до н.е. на місці сучасної Туреччини. Він задавався питанням: чи перетворюються будь-які матеріальні предмети (субстанція) – лат. *substantia* –

наявність, сутність) в інші (як блакитне каміння – азурит переходить в червону мідь), та якщо будь-які, то чи є всі предмети різними варіантами одного? На це питання Фалес відповідав позитивно, бо він вважав, що тільки так можна внести ясність щодо опису навколошнього світу. Треба було пояснити, чим є ця основна субстанція чи елемент. Треба зазначити, що «елемент» – слово латинське невідомого походження. Греки його не застосовували, але ж, оскільки це одне з найважливіших понять сучасної хімії, обійтися без нього неможливо, навіть в тих випадках, коли мова йде про давніх греків.

Фалес вирішив, що таким елементом повинна бути вода, оскільки без води неможливе саме життя.

У наступному столітті давньогрецький філософ Анаксімен (585-525 р.р. до н.е.) дійшов висновку, що першооснова Всесвіту – повітря, яке в напрямі до центру Всесвіту стає розрідженим і перетворюється у вогонь, а по мірі згущення стає водою, потім землею і, нарешті, каменем.

Геракліт (бл.540-480 рр.до н.е.), в свою чергу, припускає, що субстанцією, яка найбільш змінюється є вогонь, він вічно міняється та змінює.

Емпідокл (490-430 р.р. до н.е.) вважав, що існує чотири елементи, начала: вогонь Геракліта, повітря Анаксімена, вода Фалеса та земля, яку він ввів у число начал сам. Ці погляди узагальнив і в повній мірі представив Аристотель (384-322 р. до н.е.) – давньогрецький філософ і вчений, який вчився в академії Платона (427-347 рр. до н.е.) і був вихователем О. Македонського. У 335 р.до н.е. він заснував в Афінах свою філософську школу – Лікей. Його вчення визнавали давньогрецькі філософи, які вважали, що природа складається з чотирьох елементів (начал): вогню, землі, повітря та води. Таке уявлення давало логічне пояснення багатьом спостереженням. Наприклад, при горінні багатьох дерев утворюється дим (повітря) і полум'я (вогонь), після чого

залишаються попіл (земля), з вогкої деревини іноді виділяються краплі рідини (вода). Ці властивості елементів доповнювались і до них стали відносити наступні характеристики: холодне, вологе, сухе та гаряче. Ідеальною формою певного елементу була форма, що характеризувалась як мінімум двома властивостями, як це зображено на рис. 4.

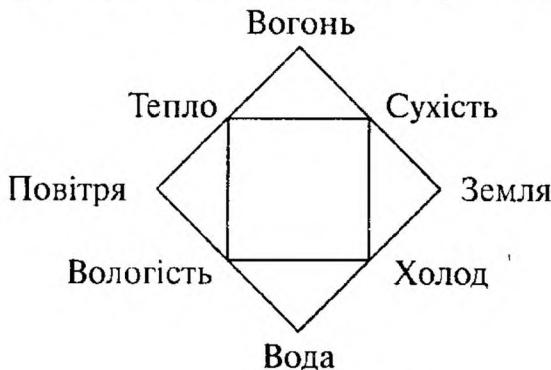


Рис. 4. Чотири елементи та їх зв'язок з властивостями.

Наприклад, вогонь завжди гарячий і сухий, повітря може бути гарячим або вологим. Якщо воно вологе, то йде дощ і навпаки. Давньогрецькі філософи вважали, що будь-який елемент можна перетворити в інші, змінюючи його властивості. Якщо холод перетворити на тепло, спеку, то вода перетворюється (випаровується) на повітря. Ці уявлення й пов'язані з ними логічні міркування проіснували приблизно 1000 років і навіть ще 500 років мали вплив на думки вчених періоду алхімії, хоча до цього часу перелік елементів та їх властивостей значно збільшився. Крім цих стихій існує п'ята елемент – квінтесенція (з лат. *quinta essentia* – п'ята сутність), вічний та неземний ефір небесних тіл, який протиставляли воді, вогню, землі, повітрю.

Другим важливим питанням, яке турбувало грецьких філософів, було питання про дискретність матерії. Каміння, розколоте навпіл або розтовчене у порошок, залишається

камінням, кожну частинку якого можливо розділити на ще більш дрібні. До якої межі можна проводити такий розподіл і чи існує така межа взагалі? Левкіп та Демокрит вважали, що всі тіла складаються з атомів – частинок, що є найменшими й невидимими, які вже не можна розділити, тобто які є неподільними. Вони виконують функції цеглинок, з яких складається будівля, але можуть бути різними за формою, розміром, а також у цій будівлі між цеглинами можуть бути порожнини. Форма та розмір пояснюють різні властивості атомів. Поєднання атомів утворюють безліч різноманітних речей та їх властивостей.

### **Аристотель (384 до н.е.-322 до н.е.)**

— давньогрецький універсальний вчений, філософ і логік, засновник класичної (формальної) логіки. Він народився в м. Стагира. У 367 до н.е. — 347 до н.е. вчився в академії Платона в Афінах, у 343 до н.е. — 335 до н.е. був вихователем сина царя Македонії Пилипа — Олександра (майбутнього полководця). У 335 до н.е. повернувся в Афіни, де заснував свою філософську школу. Аристотель впливув на весь подальший розвиток наукової і філософської думки. Його твори стосувалися практично всіх галузей знання того часу. Зібрав і систематизував величезний природничо-науковий матеріал своїх попередників, критично його оцінив, виходячи зі своїх філософських поглядів, і сам здійснив низку глибоких спостережень.

**Демокрит (460 до н. е.-370 до н. е.)**  
давньогрецький філософ-



**Аристотель. Картина Рафаеля**

матеріалист, учень Левкіппа, один із засновників атомістики. Мав енциклопедичні знання і був одним з пionерів математики та геометрії. Під час свого життя багато мандрував, вивчаючи філософські думки різних народів (Давній Єгипет, Вавілон, Персія, Індія). Під час мандрів Демокрит розтратив великі гроші, які отримав від батьків. Розтата спадщини переслідувалася судом. Але ж коли Демокрит під час суду зачитав уривки свого твору «Велика світобудова» його виправдили: всі вирішили, що батьківські гроші були витрачені не даремно.



**Грецький філософ  
Демокрит**

Все це звучить дивовижно сучасно, але ж Демокрит не підтверджив свою теорію експериментами. Тому атомістична теорія не була популярною протягом двох тисячоліть і в історії немає підтверджень, щоб про неї хтось згадував.

Давньоримський поет Тіт Лукрецій Кар (95-55 р.п.до н.е.) більш відомий як Лукрецій, висловив атомістичні погляди Демокрита в поемі «Про природу речей» (De Rerum Natura), на думку багатьох, яка є найкращою зі всіх написаних будь-коли дидактичних поем.

Тому чи треба дивуватися, що Аристотелевський підхід став теоретичним підґрунтям наступного етапу хімії – алхімії.

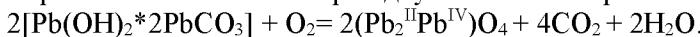
#### △ До скарбнички:

\*Одним з перших металів, які були відомі людині, було метеоритне залізо. Давні греки та єгиптяни назвали його небесним металом, його назва переводилася як «зірковий» (давньогр.). Вироби з «земного» (виплавленого з руди) заліза

з'явилися лише у XII ст. до н.е. в Малій Азії, Єгипті та Месопотамії. Цей час і вважається початком Залізної доби.

\*Перша зброя була виготовлена в кінці V – на початку IV тисячоліття до н.е. з природного золота, яке вміщувало 20% домішок інших металів. У III тисячолітті до н.е. для виготовлення металевих предметів почала використовуватися мідь (Мідна доба), а в II тисячолітті до н.е. – бронза (Бронзова доба).

\*В давнині було широко розвинутого добування фарб, в основному з природних об'єктів. Дуже часто способи їх отримання знаходили випадково. Наприклад, 3000 років тому, відомий грецький художник Нікій, чекав прибуття замовлених їм білизни з острова Родос. Корабель з фарбами прибув до порту, але там почалася пожежа. Полум'я охопило корабель. Коли пожежу зупинили, серед залишків корабля на місці бочок, які обгоріли, Нікій знайшов під шаром вугілля та попелу замість білизни якесь яскраво-червону речовину. Реакція прожарювання білизни на повітрі відбулась за таким рівнянням:



Таким чином, пожежа у порту підказала шлях до виготовлення нової фарби, яку назвали суриком.

### **? Питання до самоперевірки:**

1. За якими ознаками зроблена періодизація історії хімії?

Чому будь-яка періодизація є умовною?

2. З якого моменту слід вважати початок цивілізації того чи іншого народу?

3. Як пояснити з позиції хіміка поняття термолізу, хімічного термолізу?

4. Охарактеризуйте найперші способи аналізу речовин, що застосовували в доалхімічний період.

5. За рис. 1 опишіть операції добування золотих виробів.

6. За рис. 3 опишіть відновлення металів.

7. Розкрийте еволюцію уявлень античних філософів.

Δ Обґрунтуйте латинський заповіт «Історія – учитель життя». Наведіть два-три приклади з історії хімії, які підтверджують цей заповіт.

Δ Ознайомтесь з поемою «Про природу речей» Тіта Лукреція Кара, прочитавши будь-який уривок і поясніть, чому цю поему вважають дидактичною.

- Підготуйте презентацію доповіді до розділу 1.