

ОСНОВИ ХЕМІЇ

ДЛЯ

ВИСШИХ КЛАС ГІМНАЗИЯЛЬНИХ

НАПИСАВ

Др. ЮЛІЯН ГІРНЯК

Ціна примірника 1 К.

У ЛЬВОВІ 1914.

НАКЛАДОМ УКРАЇНСЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ТОВАРИСТВА

З друкарні Наукового Товариства ім. Шевченка.

1094
2012

ОСНОВИ ХЕМІЇ

ДЛЯ

ВИСШИХ КЛАС ГІМНАЗИЯЛЬНИХ

НАПИСАВ

Др. ЮЛІЯН ГІРНЯК

~~31214~~

Ціна примірника 1 К.



У ЛЬВОВІ 1914.

НАКЛАДОМ УКРАЇНСЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ТОВАРИСТВА.

З друкарні Наукового Товариства ім. Шевченка.

54 (075.2)

30R

Всі права застережені.

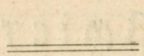
Львівська бібліотека
АН УРСР
№ И 46 122

Зміст.

СТОРОНА

Вступ	1
Часть I.	3
1. Прості і зложені тіла	3
2. Характеристика фізикальних явищ (перемін) матерії	6
3. Хемічні переміни тіл	7
4. Хемічний склад воздуха	10
5. Водень, кисень, азот	12
6. Хльор	16
7. Уголь, фосфор, сірка	19
8. Універсальний закон материяльних явищ	24
9. Атомістичне пояснене сполукових тягарів	27
10. Закон простих і многократних обемів в газových процесах	30
11. Теоретичне значіне і методичне примінене закону простих і многократних обемів	32
Часть II.	35
12. Природний уклад хемічних первнів	35
13. Природний уклад первнів в сьвітлі основних хемічних законів	37
14. Найзагальнійший тип хемічної злуки	40
15. Водокиси	41
16. Дефініція квасів і основ	43
17. Невтралізація квасів і основ	44
18. Важнійші мінеральні кваси	45
19. Соли	49
Хльораки	49
Сірками	50

Угљени	52
Кремјени	55
20. Хемична структура мiнерального свiта	58
Часть III.	59
21. Органiчна хемiя	59
А. Алiфатичнi злуки угљя	59
Б. Ароматичнi злуки угљя	65
В. Гетеро-циклiчнi злуки угљя	68



1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100

Вступ.

Не всі явища, котрі ми будьто мимоволі помічаємо в природнім світлі, будьто штучно викликаємо (на прим. фізикальними апаратами) дають ся однаково схарактеризувати. Коли ми:

1. спричинимо удар іскри між кондукторами електричної машини,

2. перепустимо на хвилю світляний промінь через прозоре тіло,

3. потрясемо воздух тоном якого музичного інструменту, то в усіх таких випадках явище в коротці зникає. -- Ні в приладах, ні дeneбудь дальше в окруженю не помічаємо слідної зміни, котра би нам пізнійше пригадувала перемипаюче явище.

Звернім однак увагу на се, як деякі тіла змінюють свої прикмети під впливом воздуха. Декотрі свіжо накроєні металі, як олово, потас, сод тратять у воздуху скоро свій блеск, т. зн. покривають ся верстовками якоїсь нової матерії. Зелізо на вогкім воздуху ржавіє, мідь переменяє ся по якімсь часі на зеленаво-сину снідь.

У висшій температурі воздух прямо атакує дуже численні тіла. Вони запалюють ся і зникають з наших очий або лишають по собі своєрідні, але зовсім відмінні від спалюючого ся тіла порошки.

Приміри: папір, дерево, уголь, торф, сірка, нафта, етер, спирт, терпентина, целюльоза, товщі, свічки, світляний газ, фосфор, стрільний порох, динаміт.

Явища, при яких тіла змінюють основно свій вид і фізичні прикмети, входять в обсяг окремої науки. Є се явища перемены матерії. Природописна наука, що такі прояви систематично досліджує, носить назву хемії.

Хемія є найблизшою посестрою фізики, бо в загальнім розуміню кожде явище має свій матеріяльний підклад, т. зн. воно дає ся лише на фізичних тілах нашими зміслами помічати. Фізика кладе переважно вагу на якість і механізм явища, хемія на зміни, що рівночасно відбувають ся внутрі тіл. Обі науки взаїмно себе доповнюють і послугують ся подібними або навіть однаковими методами. В останнім столітю розвинула ся навіть окрема наука, фізикальна хемія, що вяже обі науки в одну цілість.

Так ярка переміна матерії, як спаленє декотрих тіл, дає ся помітити не лише у воздуху. Змішаймо порошок зеліза і сірки, і загріймо сю мішанину над полумем у скляній епруветці (рис. 1.). Мішанина розпалить ся дуже скоро і буде ясно жаріти, навіть по відсуненю рурки від газовой лампки. Рівночасно оба тіла зникають, а на їх місци появляє ся нова тверда маса, неподібна в нічім до обох попередних. Називаємо її сірчаком зеліза.

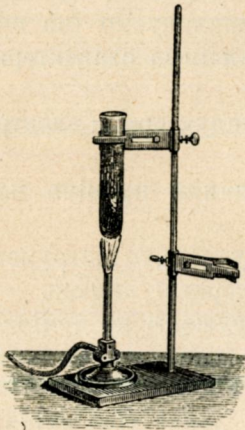


Рис. 1.

Спаленє тіл треба відріжнити від явища розжареня тіл. Електричний ток розжарує платиновий дротик, однак не змінює его прикмет тревало. По перерваню тока платина остудить ся, приймає свою попередню температуру і виявить зовсім ті самі прикмети, що їх мала перед розжаренем. Спаленє є явищем хемічним, розжаренє фізичним. Поява тепла і світла при спаленю свідчить однак про се, що се явище є загальнійше, що воно обіймає оба роди явищ рівночасно.

Кожде явище, в яким доконує ся переміна тіл, називає ся також хемічним процесом. В цілім світі відбувають ся безнастанні хемічні процеси, так у внутрі органів кожної живини¹⁾ (цілої фавни і фльори), як також в піросферах космічних тіл або в мінеральних покладах нашої землі²⁾. Тому то обсяг науки хемії є незвичайно широкий. Пізнавати переміни тіл у світі живин і мінералів — се велика задача хемії; се значить досліджувати

¹⁾ органічні процеси.

²⁾ неорганічні або мінеральні процеси.

основу всіх природописних наук. Та на хемічних перемінах опирає ся також витвір всяких пожиточних продуктів у промислі і медицині. Отже хемія має не лише теоретичне, але й практичне значінє та приміненє, і через те є вона, можна сказати, найобширнійшою і найпожиточнійшою природописною наукою сучасного сьвіта.

Часть I.

1. Прості і зложені тіла.

Вже зверхний вигляд численних тіл, котрі помічаємо в природі, сьвідчить нам про се, що вони можуть бути будьто зовсім одноцільні або прості (пр. лід, вода, камінна сіль, гіпс, сірка, уголь), будьто змішані, се є зложені з кількох ріжних тіл (пр. граніт, гнайс і ин.). Не тяжко відгадати, як для хемії важною є загальна метода, на основі котрої дають ся відріжнити мішанини від простих тіл.

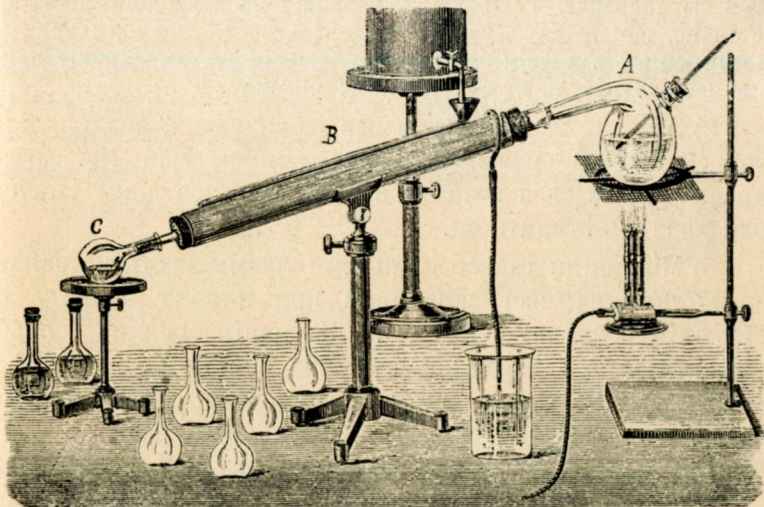


Рис. 2.

1) Змішаймо вперед нарочно два плинні тіла, що взаємно розпускають ся, пр. спирт з водою. Коли таку мішанину огріємо в реторті A (рис. 2.), в короткім часі

помітимо, що вона закипить в температурі висшій від 78.3°C , а низшій від 100°C . (Чистий спирт кипить при першій, чиста вода при другій температурі). Однак в міру того, як газіві пари сеї мішанини зачнуть переходити через холодильник *B* і збирати ся краплями в посудині *C*, температура кипіння (в реторті *A*) буде підносити ся і наближати ся до 100°C . Бачимо з того, що: мішанини плинних тіл не дають ся передестилювати в сталих температурах. А противно, як се знаємо з фізики, кожде просте тіло має свою питому і незмінну температуру кипіння, при котрій воно дає ся передестилювати аж до послідної краплі.

Дестиліяция служить не лише до пізнавання, чи маємо до діла з простими тілами чи з мішанинами. Зміняймо посудини *C*, закладаючи щораз нові, наперед приготовані флашочки в міру того, як перекроплює ся мішанина. Помітимо вкінци, що в першій посудині згромадить ся переважно спирт, в дальших щораз менше спирту а щораз більше води, в послідній майже сама вода. Ми маємо тут спосіб розділяти по части від себе оба складники мішанини. Так виконувана дестиліяция мішанин називає ся фракціонованою¹⁾ дестиліяцією. Коли ми повторимо кілька разів сю операцію з окрема на першій і на послідній посудині, дістанемо, що правда в малій лише скількості, в першім випадку чистий спирт, в другім чисту воду. Зовсім те саме явище помітимо на якихнебудь інших плинних мішанинах.

2) Мішанина двох газів дає ся пізнати і розділити на свої складники через обнижене температури. Пр. водна пара скроплює ся з воздуха в виді роси або дощу і снігу, коли воздух остудить ся.

3) Мішанини газів з плинними тілами дають ся пізнати і розділити на свої складники при помочи апарату на слідуючім рисунку (рис. 3). Наповнім скляну кольбу сввіжою водою з керниці і заткаймо щільно корком. Через корок переведім рурку аж до відверненого слоя у пневматичній ванні. Коли тепер зачнемо кольбу огрівати, побачимо, як в слою громадить ся розпущений у воді воздух.

Мішанини газів і плинних тіл дають ся розділити на складники через просте огріте, а в крайній мірі через коротке закипінє.

¹⁾ frangère = ломити.

4) Мішанини цїпких і плинних тїл повстають, коли цїпкі тїла (пр. сїль, цукор) розпустимо в плинних (пр. вода). Називаємо їх розчинами; оден складник є розпущеним тїлом, другий розчинником. Деколи можна пізнавати розчини смаком або по красці. Загальнїшою методою

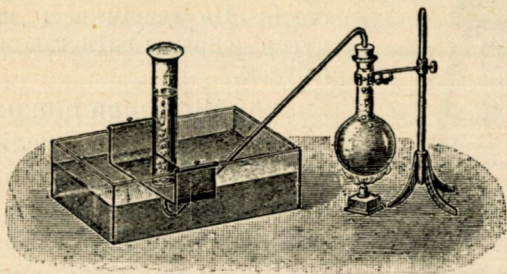


Рис. 3.

є визначенє температури кипїня і замерзання розчину. Вода пр. кипить тим висше понад 100° , а замерзає тим низше від 0° , чим більше розпустимо в нїй соли, цукру і т. д. (Морська вода замерзає в -2° C).

Розчини дають ся роздїлити дуже легко через віддестильованє розчинника (Добуванє кухонної соли з морської води).

Коли густий розчин кухонної соли лишимо довший час в отворенїй посудинї, тодї на днї посудини побачимо гарнї, прозорї кристали. Смаком переконаємо ся, що вони є скристалїзованою солю.

Горячу воду насичую цукром так довго, як довго він розпускає ся. Коли тепер вложу цїлу посудину до леду, побачу вже по однїй — двох мїнутах цїлий рїй дрїбних кристалїв. Коли їх назбирає ся більша скїлькїсть, можу їх окремо зібрати при по-

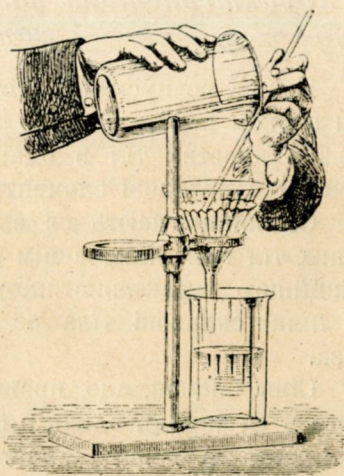


Рис. 4.

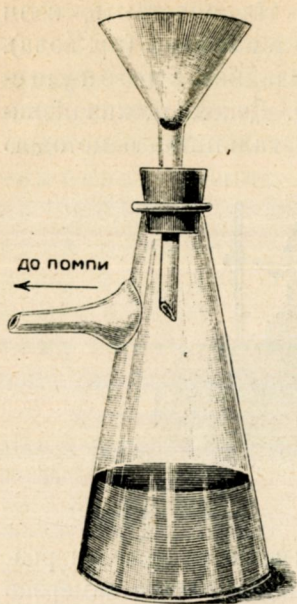


Рис. 5.

мочи фільтрованя¹⁾ (рис. 4.), т. зн. відділення води через бібулку. Щоби се докладнійше і скорше перевести, насаджую відтак цілу лійку на окрему фляшку (рис. 5.), злучену з водною помпою, при помочи котрої розчинник дає ся виссати з поміж дрібних кристалів. По деякім часі кристалічний цукор збираю і витискаю кількакратно бібулою.

5) Мішанини цїпких тїл дають ся розложити лише услівно. Треба вишукати теч, котра розпускала би оден складник, при чім другий мав би лишити ся незмінений. Пр. мішанину порошоків сірки і зеліза всипаю до посудини, виповненої двосірчаком угля. Сірка скоро розпускає ся, а порошок зеліза лишає ся відділений.

2. Характеристика фізикальних явищ (перемін) матерії.

Явища розпусканя, дестиляції і кристалізації є зверхним обявом повставаня або розкладаня мішанин, то є злукі кількох простих тїл в одноцїльну масу, або розкладу сеї маси на її складові елементи.

Сі явища дають ся викликати через зіткненє відповідних тїл при рівночаснім їх огрітїю або остудженю. Найважнійшою характеристикою таких перемін матерії є се, що ніякі складові тіла не затрачують в них своєрідного єства.

Сіль зникає, що правда, з наших очий, коли розпустить ся у водї, однак її появу і давний вид легко можна викликати пр. через віддестильованє води.

Не так просто однак вийде справа, як ми розважуючи пр. сам факт зниканя цїпких тїл в розчинах, схотїли би собі якось представити або уявити, до якого степеня

¹⁾ *filtrum* = сито, решето.

роздроблюють ся частинки соли при такім розпущеню. Подільність матерії, (гл. Фізика Д-ра В. Левицького стор. 4), з якою ми в тих явищах стрічаємо ся, є так велика, що нема бесіди про се, щоби ми могли її змірити або штучно механічними приладами репродукувати. Ся подільність іде так далеко, що ми, лишаючи на боці всякі образіві увагляднення, стаємо склонні до зовсім абстрактних, теоретичних здогадів і лише чисто льогічним розумованем зачеркуємо собі в думці найдальшу, можливу границю подільности тіл, з якою в сих явищах маємо імовірно до діла. Ся теоретична границя веде нас до понятя молекулярности матерії. Се є загальний і основний здогад (гіпотеза), що кожде тіло складає ся з маленьких молекулів (дробин). О скілько в явищах повставаня і розкладаня мішанин тіла (що беруть в тім участь) дальше єствують, то діє ся се лише тому, що їх молекули ще єствують і не розкладають ся.

Явища парованя, розпусканя, кристалізованя і ин. є молекулярними явищами. Молекули, найменші частинки тіл, укладають ся між собою відповідно до обставин в певні точно означені констеляційні рої (ціпки, кристалічні, плинні або ґазові) та мішають ся у всіляких відношенях, коли ріжні тіла з собою стикають ся і противно, розкладають ся легко під впливом фізичних чинників.

3. Хемічні переміни тіл.

Кілька явищ, що ми їх пізнали на стор. 2, насувають нам здогади, що молекули тіл не у всіх обставинах є тривкі. Деякі тіла, зіткнені з собою, виявляють такі зміни, що затрачують при тім своє питоме єство. Вони мовби зникають, а на їх місце появляють ся зовсім інші тіла з зовсім иншими прикметами.

Пр. сїрка і зелізо, прості тіла, вяжуть ся зі собою. Повстає тоді сїрчак зеліза, тіло без сумніву зложене з обох попередних. Сїрчак зеліза не розложить ся вже на сїрку і зелізо, як температуру будемо підвисшувати або обнижувати. Така переміна називає ся хемічною синтезою¹⁾ або хемічною злукою.

¹⁾ *συν-τίθημι* = складаю.

Коли противно зачнемо скоро огрівати червоначужовтий порошок (що повстає через довге огріванє ртуті на воздуху), то він переміняє ся, з него виділюють ся дрібненькі кульки ртуті (рис. 6).

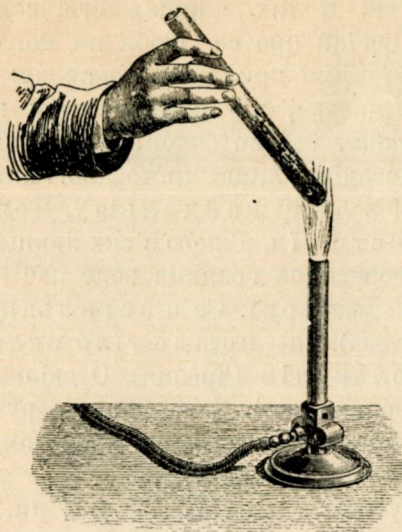


Рис. 6.

Ясний порошок счорніє. Тут без сумніву розкладає ся тіло більше зложене на прості складники, з яких оден (ртуть) стає відразу видний нашим очам. Така переміна називає ся хемічною аналізою¹⁾.

Киньмо тепер кусник металного потасу на чисту воду. Він експльозивно займає ся і розприскує на всі сторони сьвітляні кульки (рис. 7.

і 8). Рівночасно з тим спаленєм слїдує поважна зміна в прикметах самої води. Вона приймає терпкий смак і закрашує папір, запущений червоним лякмусовим барвником²⁾,

на синьо. При тім вода підпадає розкладови. Завважимо се легко, коли потас, завинений у бібулку, положимо на ложочку (привязавши легко дротиком) і впровадимо (як на рис. 9.) під відвернений слій



Рис. 7.



Рис. 8.

виповнений водою. Рівночасно з розжаренєм потасу зачнуть збирати ся в слою баньки безбарвного ґазу. На наших очах доконує ся частинний розклад або хемічна аналіза води. Ґаз, що тут збирає ся, називаємо воднем.

¹⁾ ἀνα-λύω = розвязую.

²⁾ з рослини *rocella tinctoria*.

Назбираймо собі того водня більшу часть слоя, а решту виповнім воздухом, впровадженням руркою з гумового баллоника. Виймаючи тепер обережно з води наш слій і наближаючи отвертим кінцем до полумя спричинюємо вибухове спаленє водня. Ся експльозия є без сумніву обявом дальшої хемічної переміни (Гл. низше рис. 10).

Кілька досі розглянених явищ переміни тіл свідчать нам достатчно про можливість дуже глибоких і далекосяглих перемін матерії. Природну силу, що викликає такі процеси, називаємо хемічним свояцтвом.

Розглянені приміри материяльних перемін ведуть нас відразу до пізнаня двох головних напрямів всіляких, хоч би найзагальнійших хемічних процесів. Кілька тіл може синтетично складати ся і перемінити в инший вид, або одно тіло може розложити ся на два або й більше складників.

Ми можемо з гори сказати, що розкладаючи поступенно і щораз дальше кождий продукт хемічної аналізи, прийдемо скорше чи пізнійше до тіла, що не дасть ся вже ніякою дотеперішною методою дальше розложити. Таку матерію називаємо хемічним первнем або елементом.

В хемії приняв ся звичай означувати первні латинськими буквами. Пр. уголь має латинську назву *carbo*, з чого принято для него знак *C*. Досвід, оснований на дуже численних пробах, повчив, що первнями є: уголь *C*, сірка *S*, водень *H*, хлор *Cl*, золото *Au*, плятина *Pt*, срібло *Ag*, ртуть *Hg*, залізо *Fe*,

В хемії приняв ся звичай означувати первні латинськими буквами. Пр. уголь має латинську назву *carbo*, з чого принято для него знак *C*. Досвід, оснований на дуже численних пробах, повчив, що первнями є: уголь *C*, сірка *S*, водень *H*, хлор *Cl*, золото *Au*, плятина *Pt*, срібло *Ag*, ртуть *Hg*, залізо *Fe*,

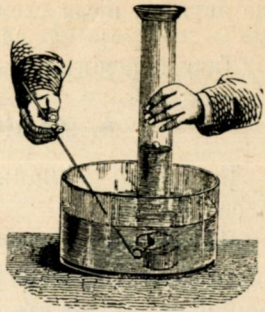


Рис. 9.

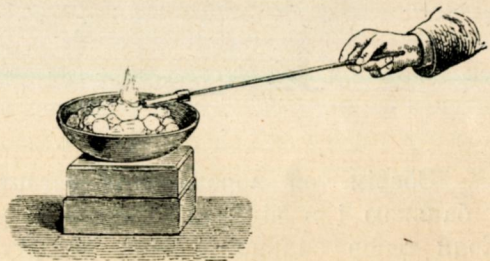
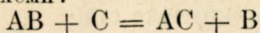


Рис. 10¹⁾.

¹⁾ Мішанину водня з воздухом можна перепустити через воду, зароблену милом. Повстають тоді баньки, котрі ефективно експльодують, як наблизимо запалену свічку.

мідь Cu, нікель Ni і всякі інші металі. Не було випадку, щоби єї тіла колинебудь при хемічних процесах розложили ся. Вони є способні лише до синтетичних злук. Часто однак єї первні себе заступають, т. зн. при хемічних перемінах оден входить на місце другого, після схеми:



Таку перемену називаємо субституцією.

4. Хемічний склад воздуха.

Воздух є мішаниною двох первнів. Переконаємо ся про се ось як:

Насамперед огріваємо через довший час ртуть на воздуху (коло $300^{\circ}C$). Повстає при тім червоново-жовтавий порошок, т. зн. ртуть злучує ся хемічно або з самим воздухом або лише з якимсь ґазом, що є складником воздуха.

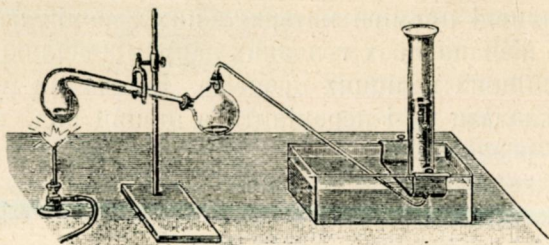


Рис. 11.

Зберім той порошок до реторти (рис. 11.), злученої з банькою і з відвертеним слоєм у пневматичній ванні. Коли тепер сильно огріємо реторту, помітимо, як в ній порошок розкладає ся і дистилює ся. В банці збирає ся кульками ртуть, а до слоя переходить безбарвний ґаз, що є без сумніву частиною воздуха. Легко тепер провіримо, як той ґаз сильно піддержує всяке паленє. Тліюча трісочка спалахкочує в нїм ясным полумєм. Кусник горіючої сірки, впроваджений до слоя, розжарює ся так, що дає осліпляюче сьвітло.

ґазове тіло, яке ми тут одержали, є первнем. Воно спричинює, що деякі тіла пр. пиво або вино на воздуху киснуть. Його тому названо киснем (O , Oxxygenium). Злуки кисня з іншими первнями називаємо **окисами**.

Тепер приступім до другої часті нашого питання. Ми хочемо переконати ся, чи кисень є одиноким складником

воздуха, або чи він може не є змішаний з яким іншим газом. Нам треба постарати ся передовсім о се, щоби з якоїсь замкненої посудини, виповненої воздухом, усунути зовсім кисень.

Таку задачу можна перевести у відповіднім апараті (рис. 12). Умістім скляний дзвін з плоским горішнім дном і двома шийками в ширшій посудині. Бічну поверхню дзвона поділім на пять рівних частий, наліпивши пр. вузкий платок паперу з зазначеною поділкою. Одну шийку заткаймо корком (*b*), через другу пропускаємо зелізний дрiт з ложочкою, на якій уміщуємо кусник фосфору. Дрiт переходить через щільний корок. В долішну посудину наливаємо тільки води, щоби вона сягала до першої з долини лінії поділу. Тепер оґріємо полум'єм газовой лямпки кінець дрота (*a*) і спричинимо по кількох хвилях запаленє фосфору в ложочці. Він окиснить ся, перемінить ся в білий дим, забере зовсім кисень з дзвона і всякне по яких 15 мінутах у воду. Рівночасно однак вода піднесе ся в слою о $\frac{1}{5}$ часть. Бачимо з того, що воздух складає ся з $\frac{1}{5}$ части кисня і $\frac{4}{5}$ частий другого газу. Той другий газ називаємо азотом (Nitrogenium, N).

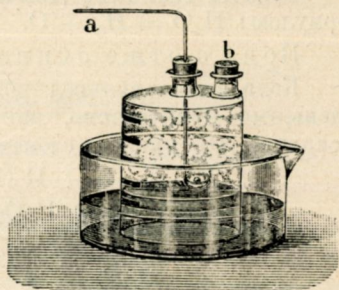


Рис. 12.

Азот не піддержує зовсім паленя тїл. Коли дзвін тепер отворимо (корком *b*) і вложимо до него тїлючу трісочку або всунемо на дроті вузку свічку, вона зараз згасне.

Описані тут досьвіди характеризують спосіб і методу, котрими ми послугуємо ся в хемії при відкриваню і експериментальнім пізнаваню ріжних материяльних форм, в які всілякі тіла переміняють ся. Нашою дальшою задачею буде зібрати і зіставити такі найважнійші появи, з котрих можна би виснувати причини і ґенезу хемічних процесів, як також прийти на їх основі до прозорого перегляду всіляких звісних вже і можливих (а невідкритих ще) перемін матерії. Звернім однак ще нашу увагу на деякі особливі прикмети кількох первнів.

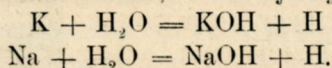
5. Водень, кисень, азот.

Електричним током дає ся вода (заквашена легко сірковим квасом) розложити на два гази: водень і кисень. У відповіднім апараті (рис. 13.) помічаємо особливий факт, що водень збирає ся в кождім моменті електролізу в два рази більшим обемі ніж кисень.

Означім собі тому (тимчасово) хемічний розклад води такою формулою: $H_2O = H_2 + O$.

Вода є отже окисом водня: H_2O .

Коли потас або сод розпускає ся у воді і виділює з неї водень, ми припускаємо, що сі металі входять на місце водня в сполуку, або иншими словами, маємо тут субституцію:



Инші металі пр. магн і залізо розкладають воду що йно у вишій температурі. Однак золото або срібло не розкладають єї зовсім.

Водень є безбарвним газом, не має жадного запаху, від воздуха 14 разів лекший, у воді не розпускає ся, переходить в теч що йно в температурі $-240^{\circ}C$, при чім треба його стиснути до 20 атмосфер. Змішаний з киснем (найкрасше 2 обемі H і 1 обем O) і запалений

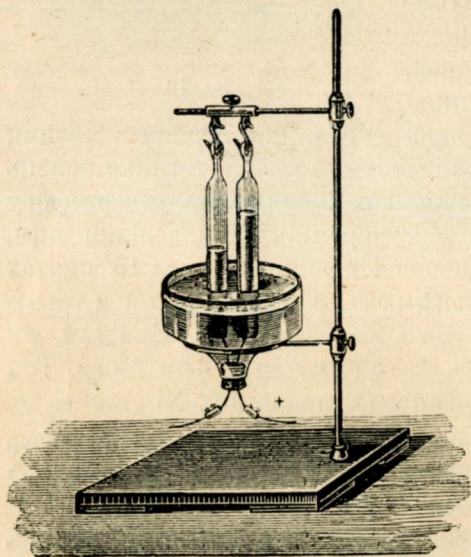


Рис. 13.

експльодує незвичайно сильно і переміняє ся на водну пару (гремучий газ).

Водень розкладає окиси металів, забираючи їм кисень. Говоримо в такім процесі про редукцію окисів (відокиснене).

Зробім такий досвїд. До скляної рурки (r) впровадьмо трохи окису міді (CuO , чорний порошок) і відважмо докладно цілу

рурку з окисом. Тепер получім єї (рис. 14.) з одної сторони з відваженою руркою (*n*), вповненою ваповим хльораком, а з другої сторони з апаратом, в яким є зібраний водень. По таким приготуваню перепускаймо якийсь час водень через обі рурки, щоби з них усунути зовсім воздух. (При тім осушуємо в посудині (*w*))

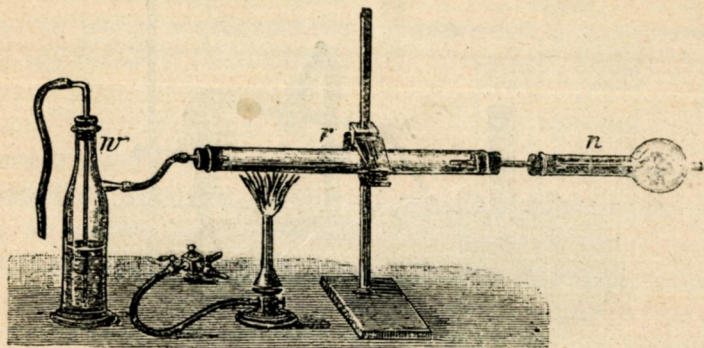
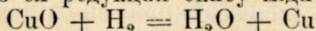


Рис. 14.

водень при помочи сіркового квасу, який передтим вливаємо). По кількох мінутах, не перериваючи току водня, зачинаємо огрівати кульку з окисом міді. Зараз помітимо в ній зміну краски, чорний порошок перемінює ся в червону, гарно полискуючу мідь. В невеликім від неї віддаленю появляє ся роса і водні крапельки. Пересуваючи легко полуме в те місце передестилюємо воду аж до рурки з ваповим хльораком, котрий єї зовсім заабсорбує. На наших очах відбуває ся редукція окису міді і синтеза води:



По скінченю того досьвіду і остудженю цілого апарату можемо розлучити обі рурки і з окрема кожду докладно відважити. Одній прибуде на вазі, друга стане лекшою. Прибуток означує нам тягар води, що тут повстала, убуток показує кілько кисня входить до тої синтези. Вислід є такий, що на 9 частий води припадає точно 8 частий кисня.

Коли тепер перепустимо через рурку з мідію чистий кисень або і воздух, побачимо, як по огрівтю кульки мідь опять почорніє і окиснить ся. Прибуток на вазі окаже ся при тім зовсім рівний попередньому убутові, т. зн. означена скількість міді приймає все одну і ту саму скількість кисня. Се явище є в хемії зовсім загальне; воно відносить ся до всіх первнів при якихнебудь перемінах матерії.

Кисень можна очивидно дістати з електролізи води. Дуже вигідною методою (уживаною залюбки в хемічних лябораториях) можна ще єго одержати з потасового хльорану (біла, кристальна сіль) через просте огрівте (рис. 15).

Коли до потасового хльорану домішаємо трохи мураку (двокис мангану MnO_2), кисень вивязує ся без порівняня лекше і скорше, хоч ся домішка зовсім не змінє ся і тому не бере в тім процесі, бодай про око, ніякої участи. Се явище є дуже дивне і подибуване в хемії дуже часто.

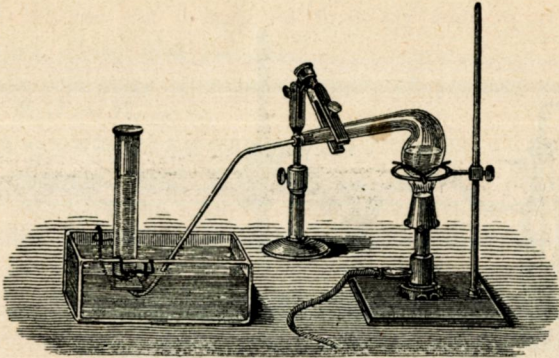


Рис. 15.

Тіло, що прискорює (або припізнює) хемічний процес, не беручи в нім ніякої очевидної участи, називаємо каталізатором¹⁾.

Фабрично продукують кисень зі скропленого воздуха, що є очевидно мішаниною плинного кисня і азоту. Дестилляція плинного воздуха веде до розділу або фракції обох первнів (гл. стор. 3). Плинний кисень кипить при $-184^\circ C$. Так одержаний кисень збирає ся під великим тисненєм (до 100 атмосфер) в кріпких сталевих посудинах (бомбах) і йде в торговлю.

Кисень є безбарвним газом, без смаку і запаху. У воді мало розпускає ся (в $100\text{ cm}^3 H_2O$ розпустить ся ледви $3\text{ cm}^3 O$). Від воздуха є трохи тяжший. Кисень відкрив Priestley в р. 1774.

Під впливом тихих електричних розрядів переходить він в иншу відміпу, що носить назву озону. У відповіднім апараті (рис 16.) дає ся легко зібрати 3% мішанина озону з киснем. Через остудженє і скропленє такої мішанини можна прийти до чистого озону.

Озон скроплений є темно-синуою течию, що кипить вже при $-110^\circ C$. Він легко експльодує і переміняє ся на звичайний кисень. Ріжні тіла окиснюють ся в нім дуже легко і далеко скорше ніж в чистім

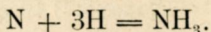
¹⁾ *ката-λύω* = розвязую, випрягаю.

кисню. Озон нищить живинні тканки і мікроорганізми, тому уживають його в дезінфекції, між иншим також до чищення призначеної до питя води.

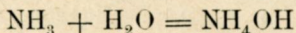
Чистий азот можна дістати з воздуха, перепровадженого через розжарену мідь. В довгій рурі з огнетревалоного скла накладамо густо дрібні кусники міді. По сильнім розжареню і перепущеню через неї струї воздуха (з газометру), висушеного ваповим хльоракком, побачимо в уміщенім у пневматичній ванні слою газ, що є чистим азотом.

Азот¹⁾ є безбарвним газом, не має ніякого смаку ні запаху, не запалює ся, скроплює ся що йно в температурі — 146° С, у воді дуже мало розпускає ся. З иншими первнями дуже тяжко злучує ся; ріжні сполуки азоту є однак дуже важні для промислу і рільництва, тому вони заслугоють на більшу увагу.

Амоняк. Коли перепустимо сильні електричні іскри через мішанину 1 обєму азоту і 3 обємів водня, замітимо синтетичну злуку сих обох первнів. Ми могли би означити єї тимчасово рівнанєм:



Газ, що при тім повстає, має дуже острый запах; називає ся амоняком NH_3 . У воді розпускає ся незвичайно легко (1 l H_2O звязує 800 l NH_3) і творить з нею т. зв. амонову злуку:



знаменну тим, що червоний лякмусовий папір закрашує ся в ній в одній хвилі на синьо.

Амоняк має важне практичне примінєне в промислі рільничім, при фабрикації соди, в штучнім холожденю і т. д. Найдешевшим жерелом продукції амоняку є погазова вода у фабриках

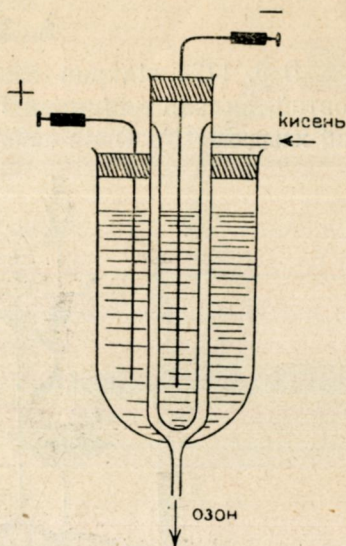


Рис. 16. Посудина є виповнена сірковим квасом. Між стінами обох злучених частий посудини є порожне місце, куди переходить кисень.

¹⁾ Відкритий в р. 1777. (Lavoisier і Scheele).

світляного газу. З такої води, загритої з гашеним вапном, дистилує ся амоняк; его загущує ся олять у чистій воді і так впроваджує в торгволю.

6. Хльор.

В р. 1774 відкрив славний учений Scheele зеленавожвий, сильно трійливий газ, що оказав ся первнем, названий **хльором** (Cl). Є він складником камінної (кухонної) соли.

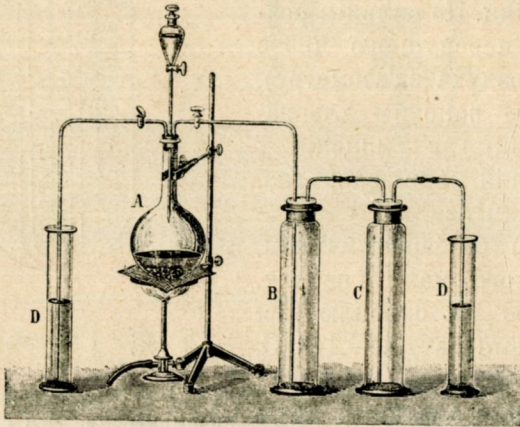


Рис. 17.

Насипмо до скляної кольби *A* (рис. 17.) мішанини кухонної соли і двокису мангану (мінерал мурак або піролюзит), а відтак впускаймо до середини сірковий квас. По легкїм огрітю зачинає мішанина бурити ся, появляє ся притім хльор, котрий можемо збирати в слоях *B, C, D*.

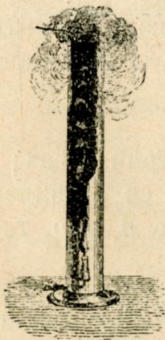
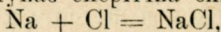


Рис. 18.

Хльор є 2.46 разів тяжший від воздуха, має острый і душний запах, побуджує до прикрого кашлю. Горюча свічка, впроваджена до слою, не гасне, лише кіптить і видає білий дим (рис. 18). Кусник паперу, звогчений терпентиновим олійком, запалює ся в хльорі. Подібно запалюють ся дрібні кусники металю антимону (рис. 19). Коли хльор перепустимо через огріту скляну кульку, в котрій находить ся кусник соду, настає енергічна синтетична злука:



що виявляє ся осліпляючим світлом. Повстає тут содовий хльорак, білий порошок, в котрім вже самим смаком пізнаємо кухонну сіль.

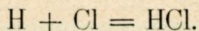
З того бачимо, що хлор виріжнює ся особливо великою силою хемічного свояцтва. Він дійсно входить в злуки з ріжними металами; хлор спричинює також хемічні переміни в тканинах, при чім надає їм яснішу або й зовсім білу краску; тому хлору уживають до вибілювання (в фарбарнях, хемічних пральнях і ин.).

Для вигіднішого транспорту впроваджують хлор в злуку з вигашеним вапном. Повстає тоді хлорове вапно (хлоркальк), з якого через легке огріте, або через змішане з сільним квасом (хлороводнем HCl) вивязує ся хлор (рис. 20). Замість хлору можна деколи уживати хлорової води, с. е розчину хлору в чистій воді.



Рис. 19.

Найсильніше вяже ся хлор з воднем. Коли рівні обєми обох газів змішаємо в склянім слою, тоді вже сонішне сьвітло викликує експльозию, при чім доконує ся синтеза хлороводня:



Хлороводень є безбарвним газом, що визначає ся острим запахом. Він не горить анї не піддержує паленя, у воді видатно розпускає ся (в температурі 15° 1 л води розпускає 450 л HCl).

Можна се унагляднити гарним досьвідом. Фляшка А (рис. 21.), виповнена газом HCl , є щільно заткана корком, в котрім застромлено остро в долині закінчену і затошлену рурку. Коли кінець рурки зломимо, тоді вода втискає ся з посудини В до фляшки А в виді водограя.

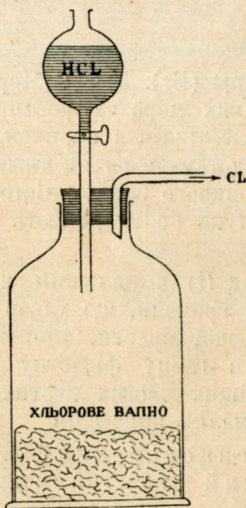


Рис. 20.

Водний розчин HCl називаємо сільним квасом. Назва повстала з того, що хлороводень вивязує ся з ку-

Основи хемії.

хонної соли, заправленої сірковим квасом. В сильнім kwasі розпускають ся різні металі (пр. цинк, залізо, мідь і ин.) при чім вивязує ся водень:

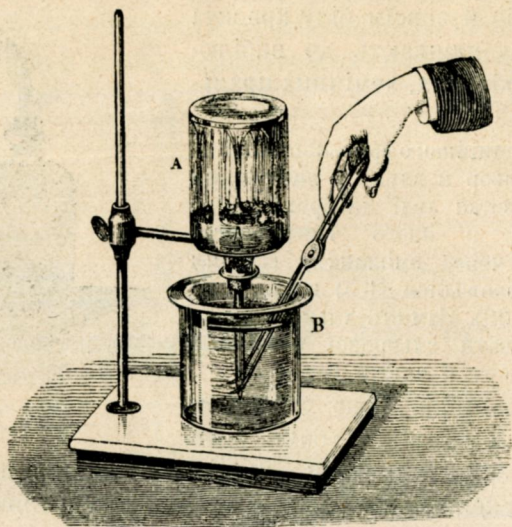
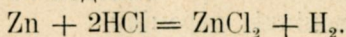


Рис. 21.

Бром (Br). У воді Мертвого моря, в камінній соли з Англії і в деяких морських рослинах находить ся злука потасу, соду і инших металів з первнем, подібним в хемічнім змислі до хльору. Він представляє ся як тяжка теч, темно-червоної краски, а з причини прикрого запаху дістав назву бром (грец. *βρωμος* = вонь). Деякі злуки брому ділають усипляючо, тому мають значіне в медицині.

Йод (I) є дальшим первнем, який належить до тої самої хемічної громади, що хльор і бром. Є він ціпким тілом, сталевोї, полискуючої краски, топить ся в 114°C , кипить в 184° і переходить в гарну фіолетну пару (грец. *ιώδης* = фіолетний). На холоднійших частях дестилляційних апаратів осідає пара йоду в виді малих кристалів.

Безпосередний перехід пари якогонебудь тіла в ціпкий стан називає ся пересталенем або сублімацією.

Йод можна дістати з попелу деяких морських рослин. Він розпускає ся в спиртї і дає темно-червоний розчин (йодова тинктура), уживаний в медицині до гоєня ран. В двосірчаку угля розпускає ся гарною фіолетною краскою.

Флюор (F) є четвертим первнем, що з трома попередними становить окрему громаду. Є він газом, тяжшим від воздуха (п. т. 1:26), має ясну, зелено-жовту краску. З металами вяже ся нагло, є поражаючою отруєю. Флюороводень HF розкладає в одній хвили скло (служить тому до викликуваня рисунків на шибях). Вже з того виходить, що флюор виріжнює ся найбільшим хемічним свояцтвом. В природі находить ся в складі гарного мінерала флюориту. Флюор, хльор, бром і йод дають ся перевести в злуку з воднем: HF, HCl, HBr, HI, і вяжуть ся з металами на відповідні флюораки, хльораки, бромаки і йодаки.

7. Уголь, фосфор, сїрка.

Невичерпані мінеральні скарби нашої землі скривають у своїм складі цілий ряд дальших хемічних первнів. Де-котрим з них припадає найперше значінє в процесах розвою орґанічних живин. Належить тут передовсім:

Уголь (хем. знак C). Є він головним материяльним складником всіх живих тіл. Переконаємо ся про се дуже простим способом, коли кілька кусників дерева, костей або мяса вложимо до тигля (рис. 22.), прикриємо зверху накривкою для утрудненя приступу воздуха і огріємо до високої температури. Орґанічні тіла не можуть вповні спалити ся, вони лише зчорніють і, як кажемо, „звуглюють ся“.

Коли уголь є так розповсюднений в живій природі, не дивно, що він появляє ся під ріжними видами.

Буйна рістня на багнах підпадає повільним процесам, анальоґічним до нашого досвїду, зробленого в тиглю. Довгий час, в яким розкладають ся і бутвють рослини без приступу воздуха на дні торфовиск, ділає так, як висока температура, т. зн. спричинює процес їх звуглення. В міру того, як далеко зайшов такий процес і в яких обставинах та розмірах він закроїв ся, витворили ся і по части дальше безнастанно формують ся: 1) торфи, 2) брунатні углі і 3) камінні углі (чорний уголь і антрацит).

В зовсім інших обставинах (на піроґенетичній дорозі) витворили ся хемічно чисті форми угля в виді скристалі-



Рис. 22.

зованого діаманту і безподобного (або скристалізованого в табличках) графіту.

Діамант є найтвердшим мінералом (тверд. = 10), визначає ся сильним переломлюванем світла, у високій температурі спалює ся, подібно як графіт і уголь.

Графіт має широке приміненє в практиці (виріб олівців, огнетрвалих тиглів до топлення тяжких металів, змелений і заправлений товщем служить до охорони заліза перед ржавінем і до посипуваня моделів при гальванопластиці).

В промисловій практиці розрізняємо ще кілька родів угля. Звісний є пр. деревний уголь, кістний уголь (spodium¹⁾), ретортний уголь (з дистиляційних реторт при фабрикації світляного газу з камінного угля) і саджа. Того рода углі надають ся до спеціальних потреб, пр. до фільтрованя, відбарвлюваня вин, овочевих соків і т. д.

Уголь займає сьогодні найперше місце між опаловими матеріялами. 1 kg чистого угля видає при повнім окисненю, т. зн. спаленю на двокис угля (CO₂), цілих 8000 великих кальорій.

В практиці не досягаємо так високих ефектів в ніяких печах. Впрочім про вартість декотрих матеріялів давала би перегляд слідуєча теоретична табличка:

Антрацит	8000	кальорій/kg
коке	7000	»
чорний уголь	7000—8000	»
брунатний уголь	5000—6000	»
сухе дерево	4000—5000	»
дерево	до 3000	»



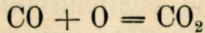
Рис. 23.

ці. Мінерал топить ся і переміняє ся в кульку (перлу) чистого металю).

Велике хемічне сво-
яцтво угля до кисня є причиною, що уголь редукує (відокиснює) легко окиси ріжних металів у висших температурах. Рис. 23. представляє, як такий процес викликає ся штучно в малих розмірах. (При помочи дувки розгріває ся кусник мінерального окису на угляній плитці).

¹⁾ *σλοδός* = попіл з рослин.

Окис угля CO повстає, коли уголь спалює ся при слабім приступі воздуха. Є він незвичайно трійливим газом (складник „чаду“), може дальше спалювати ся на двокис угля CO_2 :



з чого виходить його редуцыйна прикмета.

Двокис угля CO_2 є газ, тяжший від воздуха. Його важні хемічні прикмети пізнамо пізнійше.

Уголь, окис і двокис угля грають у хемічнім змислі замітну ролю при витоплюваню металів з їх руд. За найпростійший примір сего може нам послужити процес витоплення заліза з окисних руд (магнетит, гематит).

Як звісно, у високих, гутних печах накладають ся напереміну верстви чистого угля і залізної руди. Щоби тепер цілу масу огріти до високої температури, треба зпід споду піддержувати сильний жар і втискати великими помпами горячий воздух до середини печі. Двокис угля CO_2 , що переходить через горячі верстви угля, редукує ся на окис угля: $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$. Рівночасно однак той окис спалює ся знова на двокис, забираючи собі потрібний до того кисень з руди: $\text{CO} + \text{FeO} = \text{CO}_2 + \text{Fe}$. При такім зложенім процесі окисна руда заліза редукує ся на чистий метал, котрий стоплює ся і спливає постійно до відповідних отворів, а в міру потреби відразу до готових форм, де й застигає.

Фосфор (P) займає попри уголь дуже важне місце в „господарстві“ природи. Богато мінералів, передовсім апатит і фосфорит, мають його в своїм хемічнім складі. Коли ті мінерали звітріють і під впливом дощевих опадів перейдуть в земну почву, фосфор стає пригожим відживним матеріалом для рослин (потрібний їм до твореня насінь), а дальше дістає ся через них до звіринних організмів. Є він необхідним складником костей і нервів.

Фабрично продукують фосфор через редуцую відтовщених і спалених костей.

Фосфор є дуже легко запальний, незвичайно трійливий, топить ся в 44° , кипить при 287°C . Розпускає ся легко в двоїрчаку угля. На воздуху видає білий дим, в темноті легко світить (фосфоризує). Огрітий без приступу воздуха до 250° переміняє

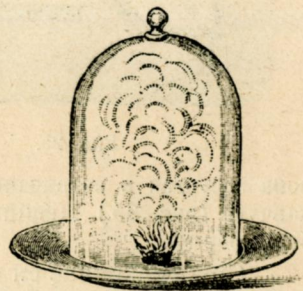


Рис. 24.

ся в червону масу, нетрійливу (альотропна¹) форма). Саме червоного фосфору додає ся до маси, якою поволікають по боках сірникові пуделка.

Фосфор спалює ся осліпляючим світлом (рис. 24.) і переходить на окис, який незвичайно енергічно вяже ся з водою. Окис фосфору служить тому до відводнення деяких хемічних злук.

Сірка. В земних покладах вульканічних околиць подибуємо дуже часто сірку, нагромаджену нераз великими масами. В Европі є невичерпане жерело того цінного первня на Сицилії.

Відділене сірки від земних примішок dokonує ся у відповідних коморах, в яких її витоплюють. Пізнійше піддають її передестильованю.

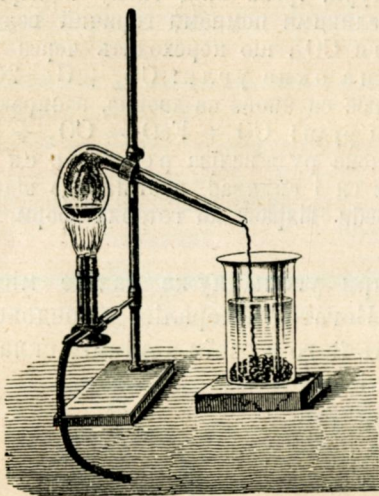


Рис. 25.

Сірка топить ся в температурі 115° С. Звичайно приймає вона кристалъну, ромбову форму, висше 98° С переходить правильно в односкісний вид. Коли тому лишимо стоплену сірку в більшій посудині, вона з початку застигає і кристалізує односкісно, по кількох днях однак переміняє ся в ромбові форми.

Плинна сірка огрівана щораз висше понад 115° С приймає зовсім темну краску, густіє і стає клейкою. Огрівана висше розріджує ся і яснїє, наконєць при 445° кипить і дестилує. Коли розтоплену сірку будемо вливати до зимної води,

вона застигає в незвичайно липку, елястичну масу, подібну до кавчука (рис. 25.). Пізнійше переходить вона в кристалъну, ромбову форму.

Сірка визначає ся великим хемічним свояцтвом і склонностию до всіляких злук з іншими первнями. Відбиває ся се ясно вже на єствованю сірчаккових руд найрізнійших металів між мінералами земної кори.

Витоплюванє металів з сірчаків dokonує ся правильно в двох хемічних стадиях. Насамперед треба їх перемінити в окиси (через

¹) *ἄλλος* = инший, *τρόπος* = характер, прикмета.

повільне звітрине, ogrивane або і сильнійше випражене), при чім сірка спалює ся. Пізнійше слідує редукция окисів в металургічних печах при помочи угля. (Гл. витоплене заліза стор. 21). Між хемічними злуками сірки найперший є:

Сірководень H_2S , що повстає синтентично ($H_2 + S = H_2S$), коли понад розтоплену і майже киплячу сірку перепустимо (пр. в склянній рурці) водень.

Далеко лекше можна втворити H_2S , коли до сірчаку заліза FeS додамо сільного квасу в посудині, приготавній після рис. 26. Відбуває ся тут процес:

$FeS + 2HCl = H_2S + FeCl_2$
який називаємо подвійною субституцнею або виміною.

Сірководень є газ, має дуже неприємний запах, у воді розпускає ся, спалює ся темно-синим полумем: $H_2S + 3O = H_2O + SO_2$. Подібному, але дуже повільному і частинному лише спаленю підпадає водний розчин сірководня, коли находить ся в отвертих посудинах: $H_2S + O = H_2O + S$. Безбарвний розчин мутніє і біліє від сірки, котра появляє ся в дрібно розпиленім (кольбодальнім) виді.

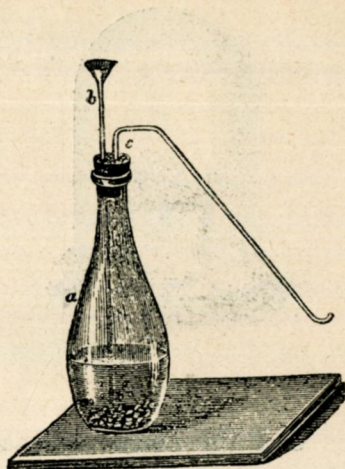


Рис. 26.

Звідси походить нагромаджуване сірки в мінеральних сірчаних водах (Любінь коло Львова, Баден під Віднем).

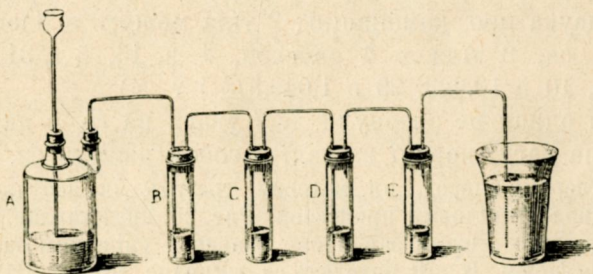


Рис. 27.

Сірководень осаджує легко сірчаки металів, коли його впровадимо до хлораків сих металів, розпущених у воді. З посудини А (рис. 27.) перепускаймо H_2S через слоїки

B, C, D, E, в яких знаходяться хлороаки арсену, антимону, міді і цини. Зараз випадають рядом сірчаки: жовтий, помаранчевий, чорний і кавовий. Сі процеси є також подвійними вимінами як на пр.:

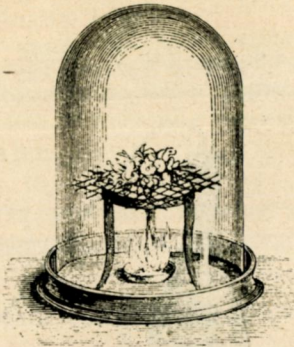
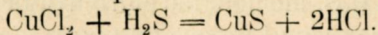
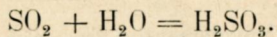


Рис. 28.

Двокис сірки SO_2 , що по-встає через спалення сірки, є безбарвним газом, визначає душний запах, вибілює і уби-ває живі органічні тканини (рис. 28.), тому уживають його пр. там, де треба винищувати плісня (чищення бочок). У воді розпускає ся (1 л води поглитає 50 л SO_2) і творить окрему хемічну злуку:



8. Універсальний закон материяльних явищ.

Систематична аналіза мінералів і складників органічного світа веде постійно до відкривання щораз нових первнів. Під науковим і практичним оглядом одним з них припадає більше, другим менше значіння¹⁾. Однак загальне число первнів є обмежене і розмірно досить невелике (наука відкрила до сьогодні понад 80), помимо непроглядного богатства тіл, що в природі появляють ся. (Теоретичну можливість такого закону природи пояснює нам математична наука про комбінації: 2 тіла можуть в оден спосіб звязати ся, 3 тіла в 4 способи, 4 в 15, 5 в 31, 6 в 63, 8 в 255, 10 в 10.023, 20 в 1,048.575 і т. д.).

Ми однак не звернули досі уваги на се, в якій скількості (на вагу) первні взагалі з собою вяжуть ся.

(Ствердім вперед, чи материя тратить як небудь на вазі, коли підпаде хемічному процесови. Рис. 29. представляє звичайну вагу. По одній стороні завішуємо баньку з уміщеним на дротяній ложці фосфором. В ній знаходить ся очевидно воздух. Ціла банька є докладно зважена. Огріймо тепер вистаючий кінець дротика

¹⁾ Крім тих первнів, що про них була вище згадка (H, O, N, C, S, P, F, Cl, Br, I, Na, K, Fe, Cu, Mn) мають особливе значіння: арсен As, хром Cr, літ Li, рубід Rb, цезій Cs, крем Si, бор B, уран U, радій Ra і ин.

газовим полумем. Тепло розійде ся аж до ложочки і запалить фосфор, при чім однак вага не захитає ся. Заключаємо з того, що матерія анї не поменшує, анї не побільшує свого тягару при хемічних процесах. Матерія є взагалі непропаща).

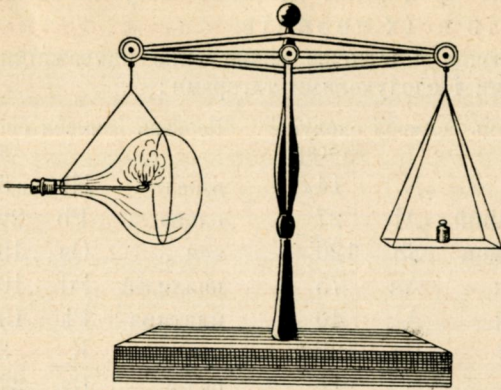


Рис. 29.

Вийдїм від окисів, бо кисень вяже ся зі всіми металами. Вложім до скляної рурки, видутої в однім місци в кульку, пр. 1 g спорошкованого зелїза. Перепускаймо через неї чистий кисень або воздух і огрїваймо рівночасно порошок в кульці. Повстає окис зелїза. Відважмо тепер по остудженю цілу рурку. Показує ся приріст на вазї 0·285 g, т. зн. стїльки як раз кисня вяже ся з 1 g зелїза. 1 g мідї прибїльшує в таких самих обставинах свій тягар о 0·251 g, ртуть о 0·08 g, нікель о 0·272 g, манган о 0·299 g.

Кожда пара чисел (1 і 0·285, 1 і 0·251 і т. д.) представляє відношеня сполукових тягарів відповідних первнів.

Одним словом на однакові скїлькості ріжних металів припадають неоднакові скїлькості кисня. Відвернене відношенє звучить: на однакові скїлькості кисня припадають неоднакові скїлькості ріжних металів. Перечислім сї відношеня на 16 g кисня¹⁾ з простих пропорцій:

¹⁾ На кисень приймаємо до порівняня 16 g, щоби вартість сполукових тягарів всіх первнів випала з рахунку більша ніж 1. Є такі первні, що їх сполукові тягарі є менші від 16. (Уголь 12, бор 11, літ 7, гель 4, водень 1).

на зелізо:	1 : 0·285 = x : 16,	x = 56,
„ мідь:	1 : 0·251 = x : 16,	x = 63,
„ манган:	1 : 0·299 = x : 16,	x = 55,
„ цинк:	1 : 0·24 = x : 16,	x = 65.

З таких пропорцій дістаємо цілу таблицю сполукових тягарів всіх первнів.

В слідуючій зіставленю маємо спис найважніших первнів з їх символами і сполуковими тягарами:

Первень	символ	сполук. тягар	Первень	символ	сполук. тягар
азот	N	14	нікель	Ni	58·7
алюміній	Al	27	олово	Pb	207
антимон	Sb	120	осм	Os	191
арсен	As	75	паллядій	Pd	106·7
аргон	A	40	платина	Pt	195·2
барій	Ba	137·4	потас	K	39
бор	B	11	радій	Ra	226·5
бром	Br	80	рубід	Rb	85·5
вап	Ca	49	ртуть	Hg	200
візмут	Bi	208	селен	Se	79
водень	H	1	сірка	S	32
гель	He	4	сод	Na	23
зелізо	Fe	56	срібло	Ag	108
золото	Au	197	стронтій	Sr	87·6
інд	In	114	таль	Tl	204
іридій	Ir	193	уголь	C	12
йод	I	127	уран	U	238·5
кисень	O	16	флюор	F	19
кобальт	Co	59	фосфор	P	31
крем	Si	28·3	хльор	Cl	35·5
літ	Li	7	хром	Cr	52
магн	Mg	24·4	цина	Sn	119
манган	Mn	55	цинк	Zn	65·4
мідь	Cu	63·6	цезій	Cs	133.

Ніякі слова не є в силі докладно представити важність сих чисел. Вони передовсім характеризують дуже ярко і основно кожду хемічну перемену матерії. Всілякі мішанини, які ми попередно пізнали, повстають так, що як і небудь скількості (в якихнебудь відношенях) складників злучують ся молекулярно, чи то в мішанинах газів чи

в плинних розчинах. Хемічні злуки первнів доконтують ся однак все і без виїмку лише в сталих відношеннях своїх сполукових тягарів.

Гляньмо ще на практичну сторону чисельної табелі первнів. Вона відносить ся не лише до кисня, але і до якогонебудь иншого первня. Пр. сїрка вяже ся хемічно майже зі всіми металами. Ми є в кориснім положеню з гори передвидіти, в яким тягаровім відношеню се діє ся. Щоби відповісти, кілько пр. срібла звяже ся з 1 g сїрки, закладаємо пропорцію: $x : 1 = 108 : 32$; для міді $x : 1 = 63.4 : 32$; для цинку $x : 1 = 65.6 : 32$ і т. д.

Те саме відносить ся до всіх инших первнів. Ми з гори скажемо, що 23 g соду звяже ся точно з 35.5 g хльору, 39 g потасу з 80 g брону, 1 g водня з 127 g йоду.

Коли не хочемо виходити з чисел, що відповідають табелі сполукових тягарів, уложимо собі з них пропорції, подібно як на прикладі з сїркою.

9. Атомістичне поясненє сполукових тягарів.

Хемічні переміни матерії не дають ся зрозуміти на основі самої лише молекулярної теорії. Пр. синтеза не могла би доконати ся самим лише зіткненєм молекулів ріжних тіл і докладним їх змішанєм. Ми запитали би ся зовсім оправдано, чому 100 g зеліза не звяже ся з 1 g кисня, або з 2 g, з 3 g і т. д. зовсім так, як пр. в 100 g води розпустить ся 1 g соли або 2 g, 3 g і т. д. аж до 36 g? Воно в дійсности є зовсім рівнодушне, кілько молекулів соли входить доводи. Ми питаємо ся лише, чи сіль взагалі розпускає ся.

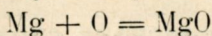
Що до хемічних перемін, річи не можна вже так просто собі представити. Нам би треба запитати ся, що таке взагалі молекули, чи вони не є зложені з єще дрібнійших складників, що се за складники, як вони з собою повязані і т. д.

Основним заложенєм теоретичної хемії є понятє атомів, т. зн. неподільних вже частинок матерії, звязаних кріпко в молекули силою хемічного свояцтва. Кілько є первнів, тільки взагалі буде ріжних родів атомів. Атом

водня, атом кисня, атом азоту і т. д., се зовсім окремі складники матерії. Вони вирізняють ся від себе у всіх своїх прикметах. Однак всі атоми водня є до себе совершенно подібні. Вони є зовсім ідентичні. Те саме скажемо про кожний инший хемічний первень.

Вдумаймо ся докладно в таку гіпотезу (Dalton 1805) і уявім собі всі консеквенції, що з неї випливають. Коли би ми могли відважити атом первня А і атом первня В, то злучаючи їх через зіткненє в молекулу АВ, одержали би ми суму тягарів першого і другого атома. Ми би говорили про сполукові тягарі обох атомів. Коли би ми повторили синтезу на другій парі таких самих атомів і додали нову злуку до попередного, вже зложеного молекула, тягар нашої синтези подвоїв би ся, однак відношенє тягарів обох атомів (А) до обох атомів (В) не змінило би ся. Так само було би з третьою парою атомів А і В, десятою, тисячною, мільоновою і т. д. без кінця.

Коли ми спалимо 24·4 g маґну, дістанемо 40·4 g окису того металю, т. зн. прибуде 16 g кисня. Ми пишемо се:



Що однак означають сї значки? Ми написали лише се, що діє ся між одною парою атомів Mg і O. В дійсности однак при спаленю злучує ся якесь величезне число атомів Mg з таким самим числом атомів O. Нам се число є незвісне, ми єго зовсім поминаємо. Воно однак не впливає зовсім на відношенє тягарів обох тіл при злучі. Те відношенє впливає з того, що кожний атом Mg є тільки разів тяжший від атома O, кільки виносить відношенє чисел 24·4 : 16.

Така є суть атомістичної гіпотези. Аж тепер зрозуміємо далекосягле значінє сполукових тягарів, до котрих приходимо через важене тіл перед хемічною переминою і по такій перемині. Відношенє сполукових тягарів є відношенєм атомових тягарів тих тіл, що з собою злучують ся.

Виписуючи якінебудь хемічні значки пр. CO, FeO, HCl, NaCl, CuS, MgS і т. д. ми значимо лише молекули ріжних тіл. В практиці маємо однак на думці величезну масу таких молекулів. Не питаємо ся ніколи, кільки їх є, а беремо під огляд їх

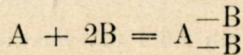
непроглядний або макроскоповий рій і цілий, як такий важимо. В двох грамах сірчаку міді CuS є без сумніву два рази тільки молекулів, що в 1 г. Те саме відносить ся до кількограмів і до цілих сотнарів або й тон. Ми обчислимо тому дуже легко, кілько міді можна витопити з одного сотнара CuS . Вперед додаємо сполукові тягарі Cu і S , отже $63.6 + 32 = 95.6$. Тепер заложимо пропорцію :

$$95.6 : 63.6 = 100 : x$$

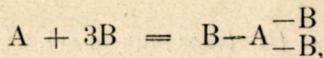
з чого x подає нам відразу скількість міді в kg .

Атомістична теорія пояснить нам однак цілу низку дальших важних фактів, що їх зараз пізнамо.

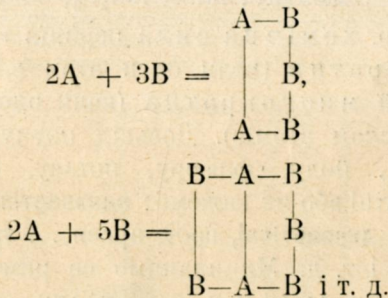
Запитаймо ся, чи сила свояцтва, яка спричинює злуку двох ріжних атомів (первня A і первня B), не випаде часом так, що до атому A могли би в деяких обставинах прилучити ся аж два атоми B :



або три :



або чи пр. до двох A не могли би прилучити ся три або чять B :



Таке питанє є зовсім природне, коли зважимо, як енергічно, нераз експльозийно вяжуть ся зі собою деякі первні. Нема сумніву, що велика злучна сила є сконцентрована в самих атомах первнів та що єї розміри вистали би не лише до прискореня синтези, але й до звязаня навіть кількох атомів одного первня на однім атомі другого первня.

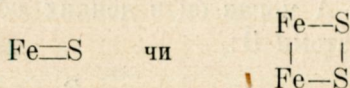
Коли би такий здогад був вірний, ми могли би прийти до синтез, в яких сполукові тягарі двох первнів

випадали би нам в ріжних, але цілих многократях тих чисел, що ми їх маємо в нашій атомовій табелі.

Досвід вповні потверджує сю основну хемічну теорію і противно, така важна теорія впливає саме з безчисленних досвідів, дотепер у хемії зроблених.

Знаємо звичайний сірчак зеліза FeS, зложений з 56 частий зеліза і 32 ч. сірки, як також мінерал пірит, зложений з 56 ч. зеліза і 64 ч. сірки. Відношене скількості сірки в піриті, до сірки в FeS має ся так, як числа 2 : 1. Ми зовсім оправдано напишемо хемічний знак (молекула) піриту FeS₂, або розвинений

символ: $\begin{array}{c} -S \\ | \\ Fe \\ | \\ -S \end{array}$. Не знаємо лише поки що, як писати молекул FeS :



бо зі сполукових тягарів 56 і 32, виходить так добре одно як і друге (2×56 і 2×32).

Нам звісні є :

два окиси угля: CO (складник чаду) і CO₂;

кілька окисів зеліза : FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄;

» » олова : PbO, Pb₂O₃, Pb₃O₄, PbO₂;

» » мангану; MnO, Mn₂O₃, Mn₃O₄, MnO₂ і т. д.

Як бачимо, хемічна сила первнів може бути не лише однократна (коли оден атом вяже ся з одним атомом) але й многократна (коли оден атом вяже ся з більшим числом атомів). Досвід поучує, що пр. атоми хльору, брому, йоду, флюору, потасу, соду є в такім зміслі однократні або як кажемо: **одновартісні**, кисень, сірка, вап, цинк і ин. **двовартісні**, азот, арсен, ... **тривартісні**, уголь **чотиривартісний** і т. д. Ми значимо се римскими числами:

K^I, Na^I, Cl^I, Mg^{II}, Ca^{II}, O^{II}, S^{II}, N^{III}, C^{IV} і т. д.

або частійше лійніками:

Cl—, K—, Ca—, O—, S—, N≡, C≡ і т. д.

10. Закон простих і многократних обємів в газових процесах.

1. Змішаймо 1 l хльору з 1 l водня. Така мішанина виставлена на сонішне сьвітло експльодує, її зеленава краска зникає

при чім повстає зовсім нова злука: хльороводень HCl . Обем нового газowego тіла не змінє ся, т. зн. він є сумою обемів обох складників.

2. Змішаймо тепер 2 v^1) водня з 1 v кисня і спричинім при помочи електричної іскри злуку обох газів у відповіднім апараті (рис. 30). З тих обох газів повстає водна пара. Помічаємо однак зменшене обему мішанини через доконану синтезу. З 3 v мішанини одержуємо лише 2 v злуки. Відношене тих обемів є дуже характеристичне, воно дає ся висказати цілими числами 3 : 2²).

3. Коли розложимо в подібний спосіб 2 v амоняку, одержуємо 4 v мішанини водня і азоту (1 v азоту, 3 v водня).

4. Коли перепустимо через 3 v кисня електричні розряди, помітимо, що з него повстає новий газ, в обемі 2 v . Так »згущений« кисень називає ся озоном.

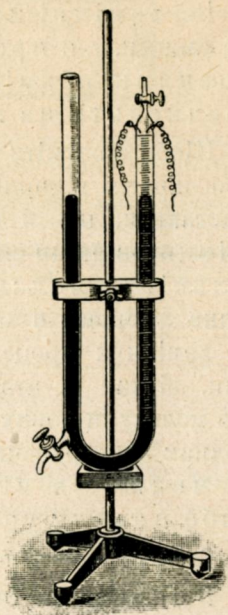


Рис. 30.

¹) v зн. обем.

²) Докладно можна се сконстатувати, коли на праве рамя попереднього апарату (рис. 31.), нарядимо скляний плащ (B), при помочи котрого піддержимо високу температуру (понад 100°) в сім рамени. В противнім

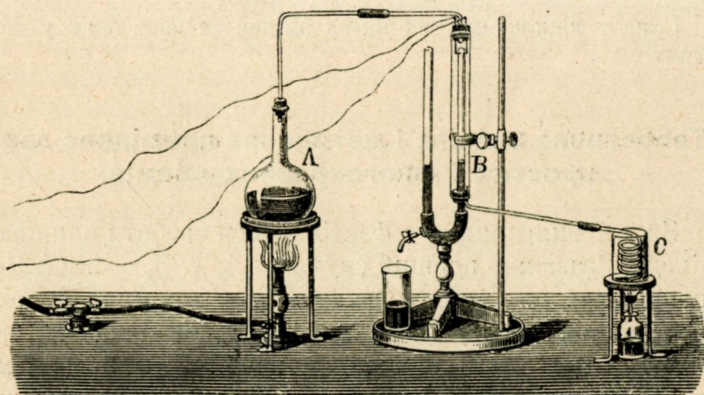


Рис. 31.

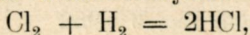
випадку водна пара скоро скроплює ся і тому обем зовсім зменшує ся. (Ртуть підходить аж до верха рурки). Високу температуру піддержує ся струєю водної пари, що виходить з (A), а скроплює ся в (C).

Всі хемічні переміни в газах знаменують ся саме такими, т. є простими або многократними відношеннями об'ємів, що дають ся все і без виїмку перечислити на вартости цілих чисел.

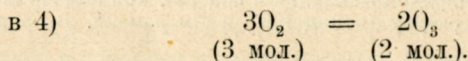
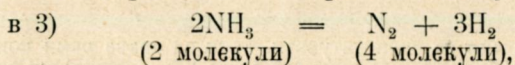
Щоби зрозуміти той закон (що так живо пригадує прості і многократні відношення сполукових тягарів), мусимо собі представити, що в однакових об'ємах якихнебудь газів (первнів чи сполук) находить ся все однакова скількість молекулів, коли лише температура і зовнішнє тисненє є однакове (гіпотеза Авоґадра 1811. р.). При хемічних процесах розкладають ся одні молекули на атоми, відтак сї атоми громадять ся в інші констеляції або в молекули нових тіл. Число атомів не змінє ся, змінє ся однак загальнє число молекулів. Об'єм газу зростає або меншає в міру і після того, чи побільшує ся або поменшує число молекулів в процесі.

Гляньмо на всі чотири, висше наведені приміри.

В 1) не змінє ся число молекулів:



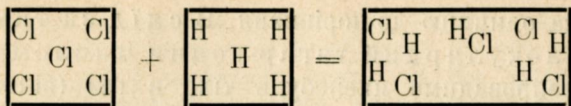
в 2) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ бачимо по лівій стороні хемічного рівняня 3, по правій 2 молекули,



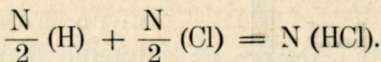
Саме у відношеню тих чисел змінє ся об'єм газів у кождім випадку.

II. Теоретичнє значінє і методичнє приміненє закону простих і многократних об'ємів.

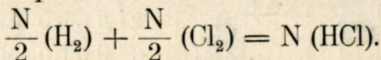
На тлі описаних тут фактів дав ся зробити одно важнє поміченє. Розважмо перший слухай: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$. Перед змішанєм хльору з воднем закладаємо в думці, що в кождім з обох рівних об'ємів (по 1 l) находить ся однакова скількість молекулів тих первнів, в першім Cl, в другім H. Означім сю скількість якимсь загальним (дуже великим) числом N. По змішаню оба гази обіймають спільно два рази більші об'єми:



тому в однім літрі мішанини буде $\frac{N}{2}$ молекулів H і $\frac{N}{2}$ молекулів Cl. По експльозії зникають всі молекули H і Cl, а їх місце займають молекули HCl. Всіх разом (в обох літрах) буде 2N, отже в кождім l по N. Ми могли би собі математично зазначити, що діє ся в кождім літрі в часі експльозії:



Таке рівнанє є можливе з огляду на число N, однак неможливе з огляду на відповідні знаки H, Cl, HCl. Звідки іменно возьме ся по правій стороні N атомів H, і N атомів Cl, коли по лівій стороні є їх лише по $\frac{N}{2}$? Рівнанє мусимо так перестроїти, щоби не було рахункової суперечности. Се дає ся так перевести, що напишемо:



Є се, здавало би ся, лише рахункова операція. Подумаймо однак, яке вона має теоретичне значінь.

Ми є прямо рахунком приневолені до здогаду, що молекули хльору і водня мусять бути двоатомові: Cl₂, H₂, (так як се бачимо з лівої сторони рівняня).

Розглядаючи так само дальші приміри 2), 3), 4) приходимо до пересьвідчення, що і молекули ґазового кисня та азоту є двоатомові: O₂, N₂, а озону триатомові: O₃.

В сїм місци слід застановити ся над цілою поважностю і далекосягlostю нашого дотеперішного вислїду. Коли ми знаємо, з кілько атомів є збудовані молекули якогонебудь, одного лише ґазу, пр. водня, тоді на основі гіпотези Авоґадра, можемо порівнувати єго питомий тягар з якимнебудь иншим ґазом і витягати з того порівняня дуже важні висновки.

Водень є не лише найлекшим ґазом, але і його сполуковий (атомовий) тягар є найменший, т. зн. його атоми є найлекші зі всіх первнів. Заложім собі тягар одного

атому Н за одиницю до порівняня. В слід за тим означимо молекулярний тягар водня числом 2. Коли тепер перепровадимо якенебудь тіло в ґаз (відваживши перед тим його тягар) і визначимо обем сего ґазу, то з одержаного таким способом питомого тягару довідаємо ся в сути річи, кілько разів є тяжший кожний молекул того тіла від молекула ґазового водня. Вистане іменно поділити лише питомі тягарі того тіла і водня через себе. Коли такий квот помножимо через 2, довідаємо ся, який є молекулярний тягар досліджуваного тіла, т. зн. кілько разів тяжший є його молекул від тягару одного атому водня. До того служить вигідний апарат Віктора Маєра (рис. 32).

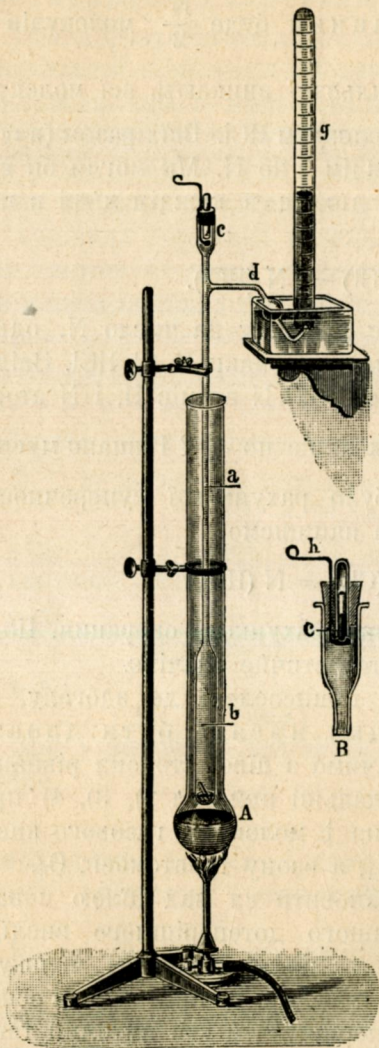


Рис. 32.

Одробину тіла, якого молекулярний тягар хочемо пізнати, відважуємо в склянім фляконіку (с). Відтак кладемо той фляконік в затичку підперту скрученим дротиком (h). Як з рисунку видно, затичка замикає довгу рурку (а) відгалужену до слоїка (g) в пневматичній ванні, а в долині розширену (b). Ціла ся рурка є вложена до ширшого скляного, немов плаща (А), на дні котрого находить ся кипляча теч (олива, парафіна, бензоль і т. д. У виборі відповідної течі руководимо ся потрібною нам температурою кипіння, яка має бути трохи висша, ніж температура кипіння тіла у фляконіку). Коли

затичка є вже вставлена, а цілий плащ киплячими парами рівномірно ogrіє ся, тоді закладаємо бічну рурку (*d*) під (виповнений водою) слоїк (*g*) і скручуємо трохи на бік дротик під (*c*). Фляконик вилетить тоді з затички, впаде аж на дно (*b*), розібе ся і отворить ся, а одробина тіла, яка там є, випарує. Ся пара розійде ся по широкім обемі (*b*) і витисне рівну скількість воздуха до слоїка. В такий спосіб приходимо легко до визначеня газового обему відваженого тіла, отже до його питомого тягару.

Часть II.

12. Природний уклад хемічних первнів.

Коли звернемо увагу на стан скупности первнів, зараз помітимо, що в звичайній (пересічній) температурі нашого окруження найбільше з них має цїпкий вид:

Газові первні: H, He, N, O, F, Cl, A, Ne, Kr, Xe;

плинні первні: Br, Hg;

цїпкі первні: ціла решта (аж до 80).

Таке цїпке скупленє матерії в переважній скількості всіх єї первнів дає багато до думаня. В минулім столїтю (1869 р.) звернув на се увагу славний російський хемік Д. Менделєєв і порівнав зі собою всі цїпкі первні з огляду на їх згущенє, т. зн. їх питомі тягарі. Вислід порівнання був надсподіваний. Найкрасше видко се на графічнім рисунку, сконструованім в слїдующий спосіб.

На одній лінії (найвигіднійше на міліметровім папері) відтинаємо поступенно атомові тягарі всіх первнів в довільно вибраній мірі пр. для водня 1 mm, літу 7 mm, бору 11 mm, угля 12, азоту 14, кисня 16 mm і т. д. Дістанемо так зростающий порядок: H, Li, B, C, N, O, F, Na, Mg, Si, P, S і т. д. В кождій окремії, так одержаній точці уставляємо тепер нормальні лінії і відтинаємо за порядком вартість:

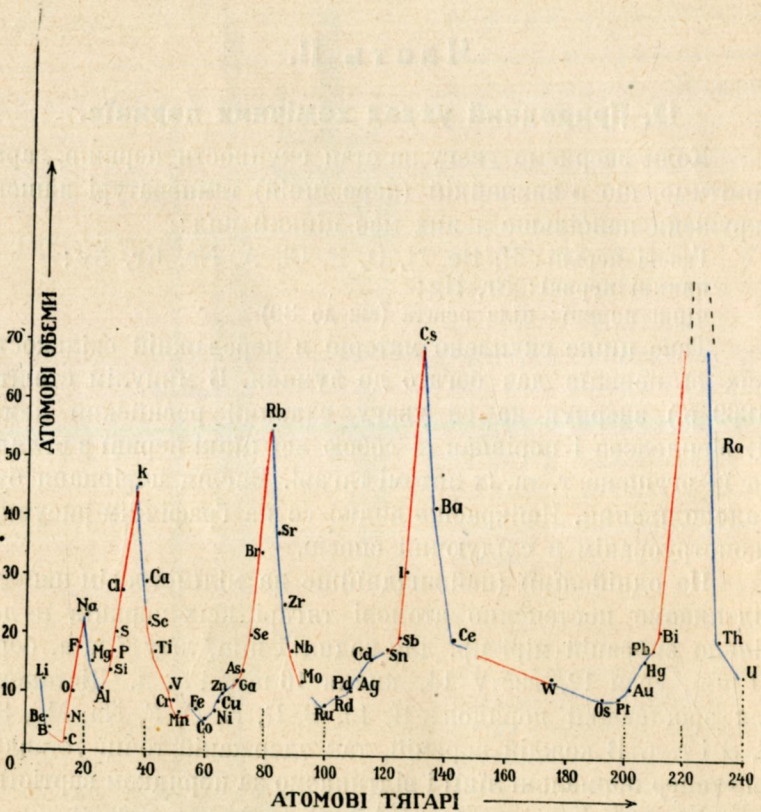
$$\frac{A}{d}$$

т. зн. атомовий тягар відповідного первня (*A*), поділений через його питомий тягар (*d*)¹.

¹) (*d*) відносять ся лише до цїпкого стану скупности. Плинні і газові первні переведено вперед в цїпкий стан і що йно тоді визначено їх питомі тягарі.

Всі такі вартости, порівнані з собою, можна назвати зглядними атомовими об'ємами хемічних первнів (бо об'єм маси якогонебудь тіла є відворотно пропорціональний до згущеня тої маси, т. зн. до питомого тягару).

Коли тепер получимо зі собою всі визначені на цілій площі точки (відповідно синими і червоними красками), відкриємо періодичну лінію, представлену на слідуючій рисунку:



Ми приходимо таким способом до незвичайно ефективного закону атомових об'ємів всіх первнів.

Зовсім подібний, хоч відвернений образ дістанемо, коли порівнаємо температури топлення всіх цїпких первнів. (На нормальних лініях відтинаємо тоді числа, пропорціо-

нальні до висоти температури топлення кожного первня з окрема). Бор, уголь, алюміній, всі метали топлять ся в дуже високій температурі, літ, сод, хльор, потас, бром, рубідій і т. д. топлять ся дуже низько.

Однак не лише сі дві фізикальні прикмети, але багато інших пр. розтяглість, твердота, крихкість, додатна або від'ємна електрична нарядність і т. д. розміщують ся зовсім подібно, т. зн. степенують ся або опадають після періодичних заломань вздовж цілого укладу первнів, упорядкованих так, як ростуть їх атомові тягарі.

13. Природний уклад первнів в сьвітлі основних хемічних законів.

Розглядаючи графічний рисунок періодичного закону не можемо прямо оперти ся деяким чисто хемічним питанням, що тут самі насувають ся. Положене декількох первнів пр. в найвисших, кульмінаційних точках кривої лінії, не є хиба випадкове. Вони мусять бути правдоподібно посвоячені якось у своїх хемічних прикметах і становити якусь окрему громаду. З рисунку відчитуємо, що тут належать: Li, Na, K, Rb, Cs. Для них втерла ся спільна назва: алькалії, або алькалічних металів.

Нам накидує ся питане, як відносять ся всі метали алькалічної громади так до себе самих, як і до інших первнів, уміщених денебудь на періодичній лінії.

Відповідь на се питане дістанемо, коли будемо стикати з собою, після з гори уложеного пляну:

1) одробину Li з Na, а так само Na з K, Li з K, K з Rb, Na з Cs і т. д.:

2) якийнебудь алькалії з первнем, що з ним сусідує будьто по правій (синій), будьто по лівій (червоній) стороні;

3) якийнебудь алькалії з первнем, що з ним не конче безпосередно сусідує (так з правим, як і з лівим, отже на пр. Li з F, Na з Cl, K з Br, Rb з I, або Cs з Br, Rb з Cl, K з F).

На основі таких порівнюючих проб прийдемо відразу до відкриття одного з найважніших законів хемічного своцтва. Сей закон дає ся легко і відразу проглянути на нашім графічнім рисунку, хоч словами треба його довгими правилами висказувати. Вони звучать ось як:

I. 1) **Алькалії зовсім не вяжуть ся з алькаліями.** Вони не входять також у здуки з воднем.

2) **Алькалії не в'яжуться зовсім із сусідніми первнями, положеними по правій (синій) стороні періодичної лінії**, ані з металами, положеними в глибині третого, четвертого і пятого (великого) періоду, т. зн. з Fe, Co, Ni, Cu, Zn, — Ru, Rd, Pd, Ag, Cd, — Os, Pt, Au, Hg, Pb.

3. Взагалі ніякі первні, положені на синих чертках хемічно зі собою не в'яжуться. Ся велика громада первнів зачисляєся до **металів** (разом з воднем).

II. 4) Подібне явище помітили би ми і на первнях положених на червоних лініях, коли зробимо виімок для кисня (кисень вяжеся майже з кождим первнем). Ся друга, велика громада первнів причисляєся до **метальоїдів**. Метальоїди хемічно зі собою не в'яжуться. Виімкові синтези між ними, коли попадуться, йдуть пиняво і з трудом, а злуки, що при тім повстають, легко розкладаються (переважно самі від себе).

III. 5) Однак **якийнебудь метал вяжеся з якимнебудь метальоїдом**. Злука йде тим скорше і з тим більшою силою (т. зн. з виявом сьвітла, тепла або й експльозії) чим ближше первні (які беремо до синтези), підходять до найвисших шпилів періодичної лінії (F, Cl, Br, Li, Na, K, Rb, Mg, Ca, Sr і т. д).

6) в природі подибуємо саме лише такі мінерали, зложені з двох хемічних первнів, що оден з них належить до червоної, другий до синої часті періодичної лінії. На пр.:

металі:	метальоїди:
Fe, Cu, Ag, Pb,	O, S, Cl, F,
Zn, Sn, Mn,	
As, Sb, Hg, K,	
Li, Ca, Mg, Na,	

Fe ₂ O ₃ ГЕМАТИТ	Mn O ₂ МУРАК
Fe ₃ O ₄ МАГНЕТИТ	As S РЕАЛЬГАР
Cu ₂ O КУПРИТ	Sb ₂ S ₃ АНТИМОНІТ
Ag S АРГЕНТИТ	Hg S КИНОВАР
Pb S ГАЛЕНІТ	K Cl СИЛЬВІН
Zn S СФАЛЕРИТ	Na Cl КАМІННА СІЛЬ
Sn O ₂ КАСИТЕРИТ	Li F АМБЛІГОНІТ
Ca F ₂ ПЛАВЕНЬ	
Mg Cl ₂ · K Cl КАРНАЛІТ	Mg Cl ₂ · Ca Cl ₂ ТАХІГІДРИТ

і. т. д.

З наведених фактів пересьвідчуємося, що всі хемічні первні діляться на дві великі громади, які в синтетичнім змислі так до себе відносяться, як оба роди електричності.

Електричність + відпихає +, подібно металні первні з металними не в'яжуть ся. Те саме помічаємо на електричності —, а в хемії на метальюїдах. Натомість електричності + і — зі собою в'яжуть ся. Хемічну анальоґію того бачимо в законі III під 5) і 6).

Між електричністю, а прикметами хемічних первнів заходить не лише анальоґія, але й близша зв'язь. Коли ми розпустимо у воді кухонну сіль NaCl і перепустимо через такий розчин електричну струю, помітимо зараз, що на електроді + збирає ся хлор, а на електроді — збирає ся сод (котрий розкладає воду: $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}$). З того виходить, що молекули соли NaCl розпадають ся у воді на атоми Na і Cl, наряджені противними електричностями Na^+ і Cl^- . Такі атоми або електричні йони посувають ся під впливом електричної струї до противно наряджених бігунів. (Явище електролізи).

Періодична лїнія хемічних первнів дає ся розвинути в одноцїльну схему, в якій можна помістити поодинокі періоди на поземих рядах.

	1	2	3	4	5	6	7	8, 9, 10,	11
	I	II	III	IV	V	VI	VII	—	
	H	—	—	—	—	—	—	—	He
1 період	Li	Be	B	C	N	O	F	—	Ne
2 "	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	—	A
3 "	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni	—
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	—	Kr
4 "	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru, Rh, Pd,	—
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	—	X
5 "	Cs	Ba	La	Ce	—	—	—	—	—
	—	—	Yb	—	Ta	W	—	Os, Ir, Pt,	—
6 "	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	—	—	—	—
	—	Ra	—	Th	—	U	—	—	—

Вертикальні колюмни I, II, III і т. д. представляють тоді відповідні громади первнів, рівновартісні між собою,

при чім металі (сині) пересувають ся переважно на ліву сторону, металіоїди (червоні) на праву.

14. Найзагальнійший тип хемічної злуки.

Пізнавши періодичний уклад (систем) можемо тепер звернути ся до найповажнішого питання хемії. Коли аналіза мінералів допровадила вже до відкриття понад 80 первнів, то ми запитаємо ся, які синтези є найважніші, котрі первні найбільше до того склонні. Іншими словами, які хемічні переміни доконали ся перед віками і вибили ся тим самим на найперше місце в цілій мінеральній природі.

Киньмо оком на уклад первнів немов на хемічну мапу. Бачимо тут 11 колюмн. 6. колюмна лежить симетрично в самій середині. На її чолі стоїть кисень. Можна би влучно сказати, що він становить осередок цілого систему первнів. Кисень визначає ся дійсно найбільшою хемічною силою. Він вяже ся легко з кождим первнем (одинокій виїмок: 11. колюмна).

Як звісно нам з попередних сторінок, сьвіжо викроена грудка олова, соду або потасу тратить скоро свій блиск і покриває ся на воздуху верстовкою окису. На наших очах відбувають ся тут процеси: $Pb + O = PbO$, $2K + O = K_2O$, $2Na + O = Na_2O$. Інші первні окиснюють ся при огріттю і спалюють ся. (Уголь, сірка і ин.). Бляшка станіолу (цинні) або міді, порошок зеліза, цинку, мангану змінють свою краску і окиснюють ся. Фосфор палахкотить дуже ясно, магнова стяжка сьвітить осліпляючо. У відповідних апаратах дають ся спалити також плинні і газові первні. Азот окиснює ся під впливом електричних іскор. Одним словом, майже всі первні можна спалити, а систематична аналіза окисів допроваджує навіть до цілої природної табелі тих основних хемічних злук:

Li_2O	Be_2O_2	B_2O_3	C_2O_4	N_2O_5	—	—	—
Na_2O	Mg_2O_2	Al_2O_3	Si_2O_4	P_2O_5	S_2O_6	Cl_2O_7	—
K_2O	Ca_2O_2	Sc_2O_3	Ti_2O_4	V_2O_5	Cr_2O_6	Mn_2O_7	—
Cu_2O	Zn_2O_2	Ga_2O_3	Ge_2O_4	As_2O_5	Se_2O_6	Br_2O_7	—
Rb_2O	Sr_2O_2	Y_2O_3	Zr_2O_4	Nb_2O_5	Mo_2O_6	—	Ru_2O_8
Ag_2O	Cd_2O_2	In_2O_3	Sn_2O_4	Sb_2O_5	Te_2O_6	I_2O_7	—
Cs_2O	Ba_2O_2	La_2O_3	Ce_2O_4	Ta_2O_5	W_2O_6	—	Os_2O_8
Au_2O	Hg_2O_2	Tl_2O_3	Pb_2O_4	Bi_2O_5	U_2O_6	—	—

Така склонність кисня до злуки з усіма іншими первнями є тим замітніша, що багатство різнородних хемічних синтез є сильно обмежене правилами, що ми їх пізнали на стор. 38. Ні між металами, ні між металоїдами не стрічаємо подібного первня, щоби так універсально, як кисень, вязав ся в різнородні злуки. Тому й не здивуємо ся, коли на дальших сторінках пересвідчимо ся, що в мінеральнім складі цілої землі майже виключно переважають самі окиси ріжних первнів (так прості, як і зложені).

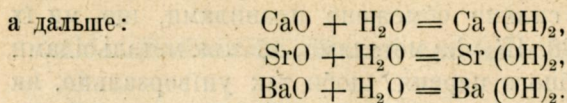
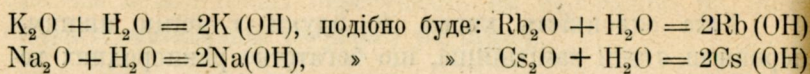
15. Водокиси.



Коли зачнемо впроваджувати у взаїмне зіткненні найріжніші окиси, то скоро побачимо, що між декотрими з них виявляє ся велика хемічна сила і веде їх до дальшої синтетичної злуки, між іншими натомість нема нічого помітного, бо доходимо лише до звичайних, фізичних мішанин, а часто навіть просте змішанє не дає ся тут осягнути.

а) Зачнімо від найпростійшого окису, т. є від води H_2O . Всыпаймо пр. до посудини з водою мілко спорощковані окиси зеліза, міді, нікљу, срібла, ртуті і т. д., побачимо, що порошки зовсім не розпускають ся. Не так буде річ стояти, коли впровадимо тут палене вапно (CaO) або окис соду чи потасу. Вони відразу розпускають ся. При сім вода сильно розгріває ся і набирає терпкого, лугового смаку. Коли тепер вложимо рожевий, лякмусовий папір, він в одній хвилі закращує ся на темно фіялково без огляду на се, чи ми розпустили CaO , K_2O , чи Na_2O і т. д.

Без сумніву зайшла тут поважна хемічна зміна і то одного і того самого типу. Легко пересвідчити ся, що всі первні, висунені на найвисші точки в періодичній лінії і зараз найблизші до них по правій стороні, визначають ся саме такими прикметами. Легко можемо догадувати ся, яка би при тім переміна мала відбувати ся. На се вказують вже самі хемічні знаки, які нам тут насувають ся:



В кождім рівнаню дає ся помітити можливість відокремлення по правій стороні одної і тої самої ґрупи двох первнів (ОН). Вона виглядає на спільну всім злукам окисів з водою і надає ся до висунення, як їх характеристики. Назвім єї водокисовою ґрупою, а виписані висше (по правій стороні) злуки і всі далші, на котрі подібним способом прийдемо, зберім під спільну назву основних водокисів. Пізнавати їх будемо лямбусовим паперцем.

β) Стежім однак далше, що діє ся з иншими окисами. Впроваджуємо до води невеличкими кусниками білу масу п'ятиокису фосфору P_2O_5 або сірки S_2O_5 . Замічаємо, що вода експльозийно огріває ся. При тім окиси розпускають ся, а повстаючі розчини набирають квасного смаку і закрашують синій лямбусовий папір на ясно рожево. Такий самий вислід (хоч з меншим кальоричним ефектом) дають: аршеник As_2O_3 , окиси антимону Sb_2O_3 , Sb_2O_5 , ґазові окиси азоту N_2O_3 , N_2O_5 , хльору Cl_2O , бромю Br_2O , йоду I_2O , як також двокис угля CO_2 і сірки SO_2 . Вода їх вглитає, розпускає і хемічно вяже, даючи очивидно зовсім новий тип синтетичної злуки окисів. З причини квасковатого смаку своїх водних розчинів носять вони назву квасових водокисів.

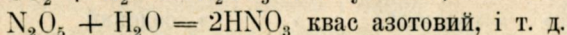
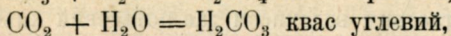
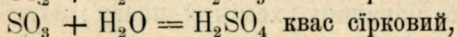
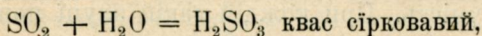
Тут отже попали ми на слід другої вже характеристики зложених окисів, обіймаючої нову і без сумніву якусь широко закровну громаду хемічних первнів. Тому буде дуже умістно й методично звернути ся тепер до табелі цілого укладу первнів і розглянути, як на ній, немов на хемічній мапі, розміщує ся між поодинокі громади первнів так квасова, як і основна їх характеристика.

Первні: К, Na, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba, про котрі ми висше говорили, лежать по лівім боці укладу — а S, P, N, C, Cl, Br, I по правім. „Основна“ прикмета первнів володіє тим самим по лівій стороні, а „квасова“ по правій.

16. Дефініція kwasів і основ.

На попередних сторінках ми пізнали, що водокисова група (ОН) висувала ся в хемічнім знакованю як одинока, загальна і спільна признака всіх основ. Якийнебудь окис з алькалічної громади (Li, Na, K і т. д.) або сусідної з ним (Ca, Sr, Ba) переміняє свою молекулярну конституцію при злуці з водою так, що при кождім атомі металю творить ся група (ОН). Сине закрашуване лякмусу, терпкий смак розчину приписуємо не металям, а саме виключно сій групі.

Ся обставина сама собою не допускає, щоби в квасах могла естувати така сама група. Єї ествоване є тут виключене навіть мимо того, що і kwasові водокиси повставали з окису якогось первня і з води, отже формально в зовсім анальоґічний спосіб. При виписуваню хемічних знаків на повставане kwasів, ми нарочно будемо оминати групу (ОН) і зазначувати процеси тимчасово так:



З того зіставленя насувало би ся питане, чи символічним репрезентантом kwasовости не міг би бути водень, помітний тут в кождій злуці на правій стороні, отже спільний всім квасам. Іншими словами, чи kwasний смак і рожеве закрашене лякмусу не треба би приписати якомусь висуненю атому Н на чоло цілого kwasового молекула.

Таке питане є на місці, відповідає точній критиці, бо треба зважити, що в сути річи можна би тут відвернути символи і звести з рівною слухністю kwasовість на групу (ОН), а основність на атом Н. Оба роди водокисів можна би саме і так відверненими символами означити. Се питане, як вибирати знаки, є о стільки далекосягле, що ми, не можучи очевидно вглянути в дрібні молекули, хочемо прецінь рішити, як вони є збудовані і в яким порядку їх атоми є зі собою повязані. (Молекулярна структура).

Рішене того дуже важного, альтернативного питання дає ся так перевести. Kwasовість і основність лежить без сумніву в самих первнях, відповідно до їх правого чи лівого положеня в природнім і періодичнім укладі. Коли однак і водень має бути підкладом kwasовости, тоді его злука з первнем, висуненим далеко на праву сторону укладу, буде kwasом навіть тоді, як первень не буде окиснений. Так дійсно є, бо нам є добре звісна злука хльороводня HCl, яка є сильним kwasом. Подібно сильною kwasовостию відзначають ся злуки HF, HBr, HI, отже злуки з воднем всіх первнів тої самої громади. Має ся розуміти, що тим більше kwasами будуть злуки:

HClO_3 квас хльоровий,
 HClO_4 » надхльоровий,
 HBrO_3 » бромовий і т. д.

бо тут кисень скріплює і так kwasовий характер первнів Cl, Br.

З наведених тут уваг і з попередних дослідів виходила би дефініція kwasів і основ сама з себе. Вона є ширшим і дещо зложеним понятєм, опертим на періодичнім системі первнів і на символістиці, а в значній частині також на синтетичній злучці окисів з водою. Подекуди загально можна висказати, що всі металі мають основний, а металіоїди kwasовий характер.

17. Невтралізація kwasів і основ.

Головною прикметою kwasів і основ є їх взаїмна і незвичайно легка злучність. При кожній такій злучці повстає типове тіло, що носить загальну, хемічну назву: сіль.

Сильний kwas з потасовим водокисом дає потасовий хльорак,
 » » » содовим » » содовий »
 » » » амоновим » » амоновий »
 (сальмяк),
 » » » ваповим » » ваповий хльорак.

З якиминебудь окисами або водокисами всіх металів вяже ся дуже скоро kwas сірковий, сірководневий, азотовий, фосфоровий, хльоровий, хльороводневий, бромовий і т. д. Випишім декілька хемічних взорів:

$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ (кухонна сіль),
 $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ (ваповий хльорак),
 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$ (ваповий углян),
 $\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (сода або содовий углян),
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{FeSO}_4$ (вітриоль зеліза),
 $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$ (потасова салітра) і т. д.

При кожній такій злучці повстає, як бачимо, вода. Знаючи сполукові (атомові) тягарі всіх первнів і хемічні знаки kwasів і основ можемо легко робити обчислення, на яких розвинула ся хемічна аналіза. З огляду на доцільність і вигоду втер ся в хемії звичай рахувати молями або грамовими рівноважниками, то є окремими хемічними одиницями. Один моль означає тільки g якогось тіла, кілька припадає на тягар його молекула.

- 1 моль $\text{HCl} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g}$,
 1 „ $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 + 32 + 64 = 98 \text{ g}$,
 1 „ $\text{HNO}_3 = 1 + 14 + 48 = 63 \text{ g}$,
 1 „ $\text{KOH} = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g}$,
 1 „ $\text{Ca(OH)}_2 = 40 + 32 + 2 = 74 \text{ g}$ і т. д.

Коли в 1 л якогонебудь плинного тіла є розпущений 1 моль якогось kwasу, соли або основи, такий розчин називаємо нормальним ($\frac{1}{1} \text{ n}$). Легко розріжнимо $\frac{1}{2}$ нормальні, $\frac{1}{10} \text{ n}$, $\frac{1}{100} \text{ n}$, $\frac{1}{1000} \text{ n}$ розчини, які приготує ся в міру потреби.

Коли до $\frac{1}{1} \text{ n}$ розчину kwasу домішаємо $\frac{1}{1} \text{ n}$ розчин основи, повстає сіль і вода. Квас і основа зникають до найменшого сліду. Можна се ствердити одною краплиною лякмусу (або фенолфталеїни). Лякмус стає червоний або синій в міру надвижки kwasу або основи, (фенолфталеїна є багряна або безбарвна в тих самих умовах). Оба барвники називають ся в аналізі індикаторами т. є показчиками (надвижки) kwasів і основ.

Приготовлене kwasів і основ до аналізи доконує ся на дуже простий лад. Відважену скількість основи або kwasу впроваджуємо до 1-літрової, $\frac{1}{2}$ -літрової і т. д. посудини, яку виповнюємо відтак докладно водою. Такими розчинами можемо при помочи бірет (рис. 33.) мірити т. зн. аналізувати концентрацію або скількість розпущених основ або kwasів в інших, досліджуваних саме розчинах.

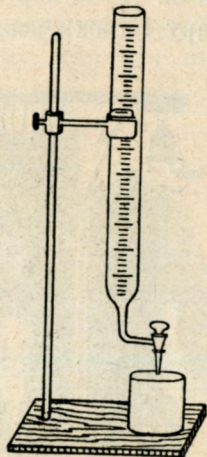


Рис. 33.

Соли мають окремі назви, зложені все з двох частий: 1) іменникова є утворена з назви kwasу, 2) прикметникова походить все від назви металю або основи.

Соли kwasу :	називають ся :
сіркового	сірканами (вітриолями)
сільного	хльораками
углевого	углянами
сірководневого	сірчаками
азотого	азотанами (салітрами) і т. д.

18. Важнійші мінеральні kwasи.

Деякі kwasові водокиси, що про них є згадка на повисших сторінках, мають перворядне значіне для хе-

мічних синтез і для технічного промислу. Належить тут передовсім:

Сірковий kwas (H_2SO_4). Фабрична продукція сего kwasу доконує ся у великих заведенях, в котрих двокис сірки SO_2 піддає ся дальшому окисненю при помочи каталізатора. Рис. 34. представляє нарис такої фабрики. В долині, по лівій стороні бачимо печ (F), в котрій випражує ся пірит. Він розкладає ся: $2FeS_2 + 11O = Fe_2O_3 + 4SO_2$ і окиснює ся, а SO_2 переходить через збірник (B) і вежу Гльовера (C) до великих комор (A, A', A'') виложених оловяними плитками. До комор впроваджує ся рівночасно воздух, водну пару і трохи азотового kwasу.

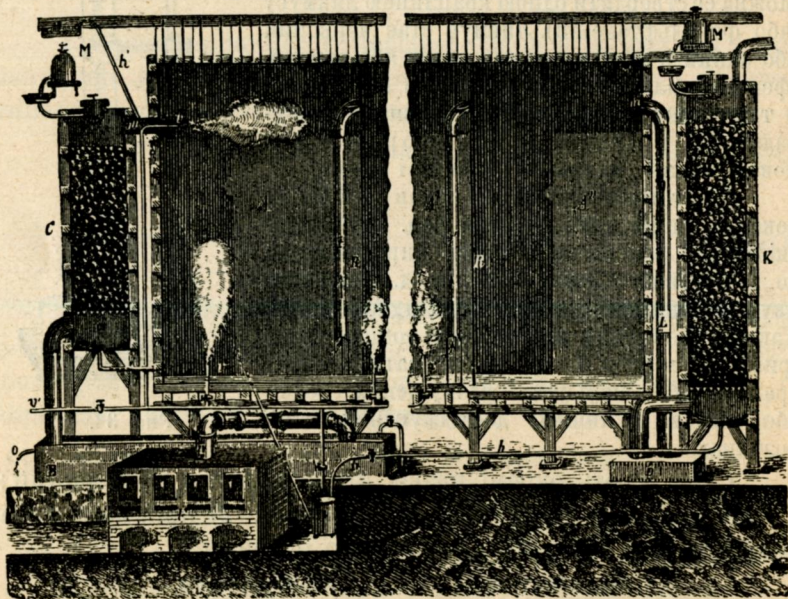


Рис. 34.

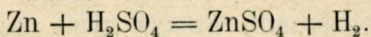
Двокис сірки вяже ся при тім з водою на сіркований kwas H_2SO_3 . Рівночасно азотовий kwas HNO_3 розкладає ся, відає свій кисень і спричинює процес: $H_2SO_3 + O = H_2SO_4$. Каталітична роля HNO_3 основує ся на тім, що він мимо редукції (т. зн. віддачі кисня) окиснює ся знова під впливом присутного воздуха і тим самим регенерує ся, отже зовсім не зникає. Відповідне фабричне устроєне має на меті задержане дуже малої скількості азотового kwasу в коморі, а передовсім не допускає, щоби він виходив разом

із воздухом і водною парою, незужитою в процесі, (Вежа Gay-Lussac'a по правій стороні (K) хоронить від тої страти на основі абсорпції азотових окисів).

Сірковий kwas, так випродукований, спливає по стінах разом із водою. Загущене того розчину dokonує ся через дестилляцію в олов'яних, а наконєць у п'ятинових посудинах. Вода тоді перекроплює ся, а чистий сірковий kwas лишає ся.

Чистий сірковий kwas має вид густої, оліястої течі, що притягає дуже лакомо водну пару з воздуха і тому видає з себе білий дим (крапельки води + H_2SO_4). При змішаню з водою розгріває ся майже експльозийно, тому треба його розпускати дуже обережно.

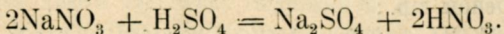
Декотрі металі (зелізо, цинк) розпускають ся в рідкім воднім розчині сіркового kwasу дуже легко, при чім повстає водень:



Інші металі (мідь, срібло, олово) розпускають ся що йно в горячій і згущеній H_2SO_4 . Так повстають сіркани або соли (вітриолі) сіркового kwasу. Золото і п'ятина не розпускають ся зовсім.

Численні сіркани металів мають дуже важне і розповсюдене примінене в практиці, як пр. $MgSO_4$ (гірка сіль), $CaSO_4$ (гіпс) і т. д. Мішанини сірканів кристалізують іноді разом (подвійні соли). Так повстають ріжні алуні (мішанини вітриолів зеліза, міді або цинку з $Al_2(SO_4)_3$).

Азотовий kwas (HNO_3). Чілійска салітра є содовим азотаном $NaNO_3$; через дестилляцію з сірковим kwasом одержує ся з неї (рис. 35.) азотовий kwas:



В послідних часах розвиває ся продукція азотового kwasу на процесі безпосередного окисненя азоту під впливом сильних електричних розрядів.

Азот окиснює ся під впливом сильних і довготривалих іскор на звичайний окис NO , а деяка його часть рівночасно на двокис NO_2 (червоно-брунатний газ, з питомим острым запахом). Ся послідна злука розпускає ся у воді і окиснює ся легко дальше під впливом воздуха на азотовий kwas:

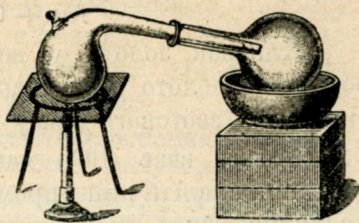
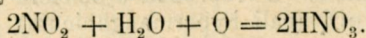
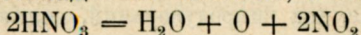


Рис. 35.

Азотовий kwas є тяжкою, безбарвною течію (п. т. 1·56), що у воді дуже легко (в якімнебудь відношеню) розпускає ся. На сьвітлі розкладає ся повільно, в змислі рівняня :

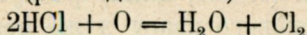


і тому жовтіє від розпущеного у воді двокису NO_2 .

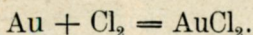
Соли азотового kwasу називають ся азотанами.

Азотани металів одержує ся через злуку окисів або водокисів металів з азотовим kwasом. Чисті металі не субституують водня в HNO_3 , з причини його легкого розкладу. Азотовий kwas (а навіть азотани) є натомість добрим чинником для окисненя металів або й інших тіл. Пр. потасова салітра KNO_3 спричинює вибухове спалене мішанини сірки з углем (стрільний порох).

Азотовий kwas (розкладаючи ся) окиснює легко сільний kwas :



переміняючи HCl на хльор і воду. Сьвіжо вивязуючий ся хльор (in statu nascendi) атакує дуже сильно всілякі металі, навіть золото :

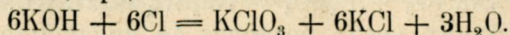


Хльорак золота у воді розпускає ся. Завдяки сій обставині золото розпускає ся легко в огрітій мішанині сільного і азотового kwasу (царска вода).

Сільний kwas (HCl) має всесторонне приміненє в синтетичній, аналітичній і промисловій хемії. Про его фабричну продукцію буде низше згадка (стор. 51).

Підхльоровий kwas (HClO) повстає, коли хльор впровадимо до зимних розчинів сильних основ (окис ртуті, гашене вапно і ин.). Він легко розкладає ся у висших температурах, віддає при тім кисень (уживають його на велику скалю до вибілюваня волокон), рівночасно однак підпадає зложеням, побічним процесам, при котрих творить ся :

Хльоровий kwas (HClO_3). Він повстає, коли хльор впровадимо до горячих основ, пр. ;



Тут бачимо потасову сіль хльорового kwasу, потасовий хльоран (KClO_3), уживаний до фабрикації штучних огнів.

Боровий kwas (H_3BO_3), важний в медицині, находить ся у вульканічних осадах в Тоскані, закрушує полуме на зелено.

Надмангановий kwas (HMnO_4) окиснює всілякі хемічні злуки, тканини, нищить мікроорганізми ; в медицині і аналітичній хемії має широке приміненє. В торговлі є звісний під видом темно-фялкової соли KMnO_4 (cali hypermanganicum).

Углевий kwas (H_2CO_3) є описаний низше на стор. 53. Інші, пр. фосфорові, хромові, кремкові, бромові, йодові, молібденові і т. д. кваси мають будьто теоретичне, будьто спеціальне значіне в синтезі або хемічній аналізі.

19. С о л и.

Важною характеристикою солий є їх тенденція приймати кристальний вид. Найпростійші з них:

Хльораки

стрічаємо між загально звісними і дуже пожиточними мінералами. Належать тут:

Камінна сіль або **содовий хльорак** (NaCl) (великі поклади в Величці, Бохні, здовж Карпатів, в Штасфурті коло Магдебурґа і в інших околицях), що кристалізує в правильних, прозорих, лупливих шестистінниках (твердота 2, п. т. 2·1 до 2·2). Крім того стрічаємо NaCl в великих масах в морській воді, в підземних золах і степових вицьвітах або осадах (пр. на побережах Каспійского моря).

Содовий хльорак є необхідним додатком до поживи (улекшує травлене, входить в склад крови) і важним материялом для хемічного промислу (фабрикация соди гл. низше). В торговлі стрічаємо NaCl в кристальнім виді (з копалень), в топках (з відпарованої морської води, кухонна сіль) і в денатурованій соли (для худоби). Послідна сорта є звичайною солию, запровленою деякими домішками.

Сильвін (потасовий хльорак) (KCl) (Калуш, Штасфурт) є зовсім подібний до камінної соли, в смаку дещо гіркавий; дуже важний для хемічного промислу, особливо в фабрикації штучних навозів.

Аналітично дають ся легко відрізнити від себе якінебудь потасові соли від содових, коли їх випровадимо на плятиновім дротіку, по звохченю сільним kwasом, в темне полуме газовой лямпки. Потас закрашує полуме фіялково, сод жовто. В подібних обставинах літові (Li) і стронтові (Sr) соли дають краску пурпурову, барові (Ba) зелену, вапові (Ca) жовтаво-червону, мідеві (Cu) зеленковато-сину.

Баровий хльорак (BaCl_2), розпущений і викристалізований з води приймає хемічний склад $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. До кожного молекула BaCl_2 прилучають ся два молекули H_2O (кристальна вода), котрі при вираженю кристалів уходят у воздух. Так відводнена (кальцинована) сіль BaCl_2 є білим порошокм.

Ваповий хльорак (CaCl_2) кристалізує з 6-ма молекулами води, $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Відводнений CaCl_2 є незвичайно гігроскопічний, т. зн. вглитає з воздуха водну пару, тому по довším часі стає вогкий і розпливає ся. Уживають його до сушеня газів, які перепускає ся до тої ціли через відповідно приладжені посудини (рис. 36., 37., 38.), виповнені випраженим CaCl_2 . Ваповий хльорак змішаний з снігом остуджує ся до -40°C .

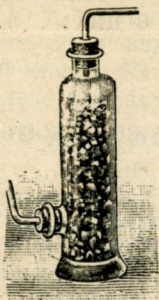


Рис. 36.



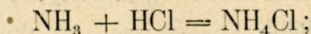
Рис. 37.



Рис. 38.

Хльорак срібла (AgCl), бромак і йодак срібла (AgBr , AgI) виріжнюють ся тим, що анї у воді анї в квасах зовсім не розпускають ся (можна їх розпустити лише в азотовім квасі і амоняку). Під впливом сонішного сьвітла розкладають ся, при чім чорніють з причини осаджуваня ся срібла. Ся обставина є незвичайно важна для фотографії. На скляних клішах, напущених желатиною і бромаком срібла, дають ся легко викликати негати́вні образи, через насьвітлене сонішними лучами. З негати́вних образів є легкий перехід до позитивних або звичайних образів (фотографій) на папері.

Сальмяк або **амоновий хльорак** (NH_4Cl) повстає через злуку амоняку з сільним квасом:



кристалізує ся в виді білих голок, у воді розпускає ся, при огрітї сублімує. Уживають його до лютованя, до гальванічних батарей і ин.

Сїркани.

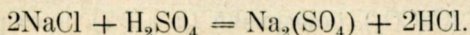
Ваповий сїркан (CaSO_4), скристалізований з водою $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, стрічаємо в мінеральній природі під видом гіпсу. По випраженю розсипають ся такі кристали на білий порошок (палений гіпс), витрачуючи зовсім кристалъну воду.

Палений гіпс змішаний з водою розгріває ся і побільшує трохи свій обем. Така мішанина надає ся знаменито до репродукованя різьб, коли її впровадимо до відповідних модельових форм. Тому гіпс має величезне значінє в артистичнім, декорацийнім і будівельнім промислі. Крім того уживають гіпсу до виробу штучного мармуру, до навоження худой на вапно землі і в лічництві (гіпсові бандажі при звихненнях). Гарна відміна гіпсу алябастер є пригідним материялом на сальонові різьби (статуї, вази, флякони і ин.).

Магновий сіркан (гірка сіль $MgSO_4$), кристалізує з водою $MgSO_4 + 7H_2O$, є важним медикаментом в жолудкових хворобах. Находить ся в морській воді і в численних мінеральних жерелах (гіркі води). Входить часто в склад зложених солей з иншими мінералами, пр. полігаліт $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$, кайніт $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ і ин. Оба послідні мінерали є дуже цінними штучними навозами.

Содовий сіркан або **гявберска сіль** (Na_2SO_4) кристалізує з водою $Na_2SO_4 + 10H_2O$ (56% води). Розпущений аж до насиченя в теплій воді не випадає з неї зараз по остудженю. Коли однак кинемо до такого перестудженого і пересиченого розчину малепький кристал гявберскої соли, ціла теч замерзає дуже скоро на одноцільну, кристалъну масу.

Фабрично продукують содовий сіркан розкладаючи кухонну сіль сірковим квасом:



Як бачимо з хемічного взірця, повстає при тім сільний квас. Є се найдешевний спосіб одержаня сего важного продукту в хемічнім промислі.

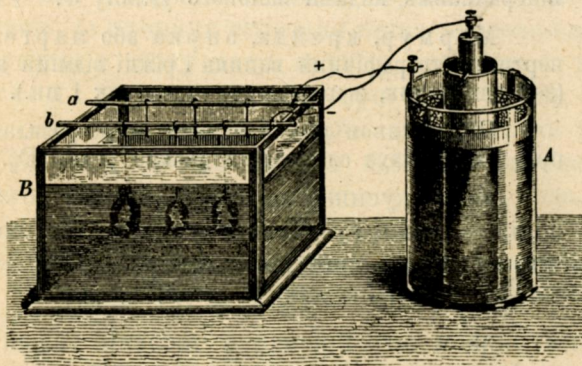


Рис. 39.

Гявберска сіль має подібне приміненє в медицині, як гірка сіль. В природі подибуємо її в деяких покладах камінної соли і в мінеральних жерелах (Карльсбад).

Вітриоль міді (мінерал хальканти́т, CuSO_4) приймає гарно синій, кристальний вид $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$, в смаку незвичайно терпкий і трійливий.

Вітриоль міді є гарним матеріалом на сині і зелені фарби. Коли вложимо деякі, відповідно приладжені предмети (квіші, статуї, медалйони), до розчину вітриолю міді і злучимо їх з відємним бігуном гальванічної батареї (рис. 39.), вони в короткім часі покривають ся рівномірною верствою міді (гальваноплястика).

Вітриоль заліза ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$), має блідо зеленаво-синю краску; є уживаний в фарбарстві і до дезинфекції.

Потасово-алюмініювий галу́н ($\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{H}_2\text{O}$) є зложеним сірканом, знаходить ся в щілинах вульканів, в покладах угля найчастійше у виді волокнистих вицьвітів. У воді розпускає ся; з розчину кристалізують гарні осьмистінники. Смак має солодково-терпкий. Має широке примінене в фарбарстві, білоскірництві і в лічництві.

Угляни.

Угляни є в мінеральній природі незвичайно розповсюднені під видами ріжних вапняків в численних осадових скалах.

Кристалною відміною є:

Кальцит (CaCO_3), безбарвний (п. т. 2·7), прозорий, з гарним скляним блеском. В Ісландії знаходить ся особлива відміна ісландський шпат, що подвійно переломлює світло. Її уживають до спеціальних оптичних інструментів. Дальшими мінеральними видами вапового угляну є:

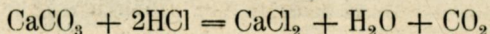


Рис. 40.

Мармур, крейда, опока або маргель, травертин, літографічний вапняк і ріжні відміни арагоніту (зелізоцьвітник, жерелинець, гороховик і ин.).

Під впливом kwasів угляни легко розкладають ся, при чім вивязує ся газовий двокис угля CO_2 .

Коли кусник мармuru кинемо до рідкого, водного розчину сільного kwasу, він розпускає ся, переміняє ся на ваповий хльорак:



а зверхним виявом того процесу є численні газові баньки CO_2 , що постійно уходять у воздух (рис. 40). Коли однак впровадимо до слоя, виповненого розчином соди Na_2CO_3 , відразу велику скількість сіркового або сільного kwasу, тоді з великим шумом вивяже ся обильна піна (рис. 41).

Мармур є важним материялом в архітектурі і різьбарстві; вапняк в фабрикації соди і в ріжних важних промислово-хемічних процесах. Крейди уживають до писаня і за додаток до фарб. Випалений у відповідних печах вапняк переміняє ся на окис вапу CaO (палене вапно), котрий по »згашеню« водою ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = + \text{Ca}(\text{OH})_2$) і по змішаню з піском служить за мураську заправу. Вона по якімсь часі твердне, втягаючи з воздуха двокис угля.

Двокис угля (CO_2) находить ся у великих скількостях у вульканічних газах і в декотрих місцевостях (долина смерти на Яві, песяча нора коло Неаполя); впрочім повстає він постійно при віддиханю і гнитю організмів, тому є він складником воздушної атмосфери (0.04%).

Двокис угля є безбарвний, від воздуха $1\frac{1}{2}$ разів тяжший газ, в температурі 20° дає ся скропити під тисненєм 59 атмосфер. В торгівлю впроваджують його в сталевих слоях (бомбах) під видом течі. По отвореню закрутка витрискує він з шумом зі слоя, переміняє ся в газ, але й рівночасно (з причини вглитаня тепла парованя з власної маси) застигає в щіпку масу, подібну до снігу. У воді розпускає ся (1 l CO_2 на 1 l води при темп. 15°C), тому всі води рік і океанів мають у своїм складі трохи углевого квасу ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$). Під більшим тисненєм розпускає ся навіть в більшій скількості (содова вода, штучні мінеральні води і мусуючі напої).

Присутність двокису угля у воді (H_2CO_3) може викликати інтересне явище розпусканя вапняків. Повстає тоді зложений або квасний угля вапу:

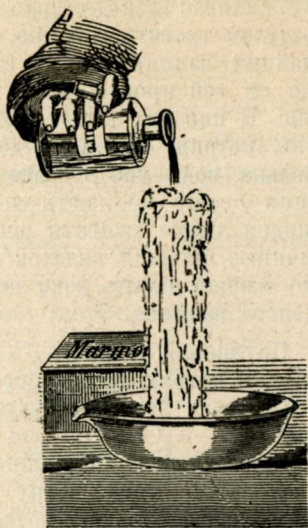
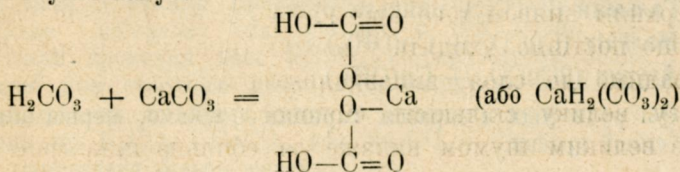
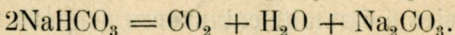


Рис. 41.

що легко розпускає ся в холодній воді. (Причина повставання нор у вапнякових горах). Підземна вода, насичена таким угляном вапу, спливає денеде краплями по скелях. Однак при стрічі з воздухом тратить вона по части CO_2 , а тоді осаджує ся соплями звичайний вапняк CaCO_3 (сталяктити, стальгіміти). Скорше відбуває ся сей процес, коли таку воду огріємо. Вона тоді скоро мутніє. В парових кітлах творить ся правильно звісний кітловий камінь, котрий, хоч з трудом, треба від часу до часу усувати. Жерельна вода має в своїм розчині значну скількість вапняків. Лупини овочів не дають ся в ній мягко зварити (тверда вода). До праня ліпше уживати річної (мягкої) води, бо жерельна вода спричинює більший видаток мила. В посліднім випадку мило не зачне скорше ділати, доки не усуне з води цілої скількості розпущеного вапняка.

Потасовий углян (K_2CO_3) находить ся в попелах рослин і дерев, з котрих можна його водою витягати. Давнійше лише в сей спосіб його продукували (під назвою поташу), нині фабрикують K_2CO_3 так як соду (гл. низше). По відпаровану водного розчину K_2CO_3 лишає ся біла, дуже гігроскопійна маса, що на воздусі втягає водну пару, мякне і розпливає ся. Служить на виріб чеського скла і потасового водокису.

Сода або **содовий углян** (Na_2CO_3) кристалізує легко з води під видом $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ (63% кристалної води). З причини незвичайної технічної важности соди (фабрикация скла, мила, паперу, приміненє в праню) продукують її нині на величезну скалю (в самій Німеччині $\frac{1}{2}$ міліона тон річно) з кухонної соли, переважно після процесу, винайденого славним хеміком Solvay'юм. Великі збірники наповнює ся вперед водним розчином соли, відтак втіскає ся помпами амоняк і двокис угля. Зараз по насиченю розчину обома газами випадають кристали квасного содового угляну NaHCO_3 ; сї кристали виражені у високій температурі переходять на звичайний содовий углян:



В природі появляють ся також інші угляни. На увагу заслугують:

Сидерит (FeCO_3), звісна руда зеліза;

Гальман (ZnCN_3), цинкова руда;

Маляхіт ($\text{CuCO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2$) і

Азурит ($2\text{CuCO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2$).

Обі руди міді є заразом гарними фарбами, перша зеленої, друга синої краски.

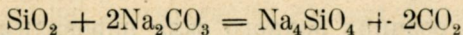
Крем'яни.

Майже третина маси цілої земної кори припадає на крем (27%). Злуки сего первня стрічаємо тому на кождім кроці, під видом найрізнішших скал і мінералів. Найпростійшою злукою крему є мінерал кварц, що кристалізує в твердих шестибічних, прозорих, нераз дуже великих пірамідах, 2-6 разів тяжших від води (гірські кристали, мармароскі діаманти, цитрини, димовики, моріони, аметисти і ин.). Є він чистим двокисом крему: SiO_2 . Топить ся аж в 1700°C .

Ще численніші некристалльні відміни кварцу входять в склад роговика, крем'якового лупака, лідиту (пробного каменя на золото), яспісу, різних хальцедонів, ахату, крем'я, піску і ин. мінералів.

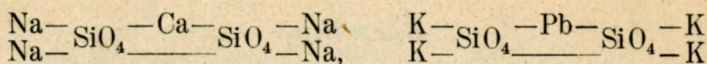
В практиці має кварц велике значіне. Крем'якового лупака уживають до шутрованя доріг, брукованя улиць, на виріб брусків, а пісок до мулярської заправи, до чищення різного спрятку, до полірованя і на виріб скла. Кристалльні відміни кварцу становлять важний біжутерийний матеріял на дорогі камені.

Кварц не змінє ся ні під впливом найсильнішших kwasів, ні високих температур. Лише в двох випадках можна на нім викликати хемічні переміни: 1) розпускає ся в флюороводню HF , 2) змішаний з содою Na_2CO_3 (або з K_2CO_3) дає ся у високих температурах стопити, переміняючи ся на скло, яке в горячій воді розпускає ся (водне скло). Сода при тім розкладає ся:



двокис угля улітає у воздух, а в склі маємо содову сіль крем'яного kwasу (H_4SiO_4).

Фабрикация скла. Кварц дає ся стопити не лише з содою, але й з углянами инших металів. Тоді повстають крем'яни, що з огляду на твердоту, температуру топлення, степень переломлюваня сьвітла і инші фізичні прикмети виявляють всілякі між собою різниці. На основі того можна продукувати всякого рода скла, з такими прикметами, які для практики є потрібні. Доцільне «добиране» сих прикмет є тим лекше, що чотири-вартісний крем'яний kwas H_4SiO_4 (чотири атоми водня!), який повстає при стопленю кварцу, дає нагоду по появ зложених, пр. подвійних крем'янів, коли з кварцом змішаємо два різні угляни пр. K_2CO_3 і CaCO_3 , або Na_2CO_3 і PbCO_3 і т. д. Можуть тоді повставати більші молекули, пр.:



Такі подвійні крем'яни називаємо склом. В практиці є важні три головні роди скла:

1) потасове (або чеське) скло є потасово-ваповим крем'яном; дуже тверде, важко топиться, уживає ся в біжутерії і на хемічні апарати;

2) содове скло (содово-ваповий крем'ян) менше тривке, легше топиться ніж чеське скло, є дешевше і загально уживане на шиби і інші товари;

3) олов'яне скло (потасово-оловяний крем'ян) сильно ломить світло, є добрим матеріалом на штучні брилянти і на оптичні інструменти.

Різно закрашені скла повстають через домішане окисів заліза, кобальту, хрому і інших металів до мішанин кварцу з углянами.

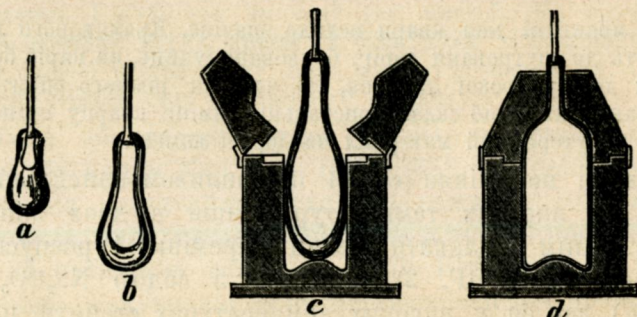
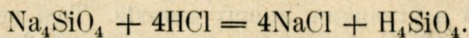
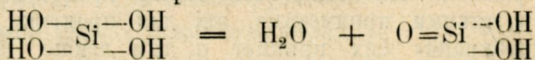


Рис. 42. представляє, як стоплені крем'яни видувають ся в масу скла. (a) і (b) унагляднюють творення баньок, через вдування воздуха, (c) є розложена або отворена, а (d) замкнена форма фляшки.

Коли до розчину водного скла впровадимо краплями сильний kwas, побачимо в короткім часі білу, галеретну масу, що у воді слабо розпускає ся. Є се один з крем'яних kwasів (ортокрем'яний kwas):



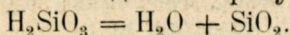
На сухім воздуху тратить орто-крем'яний kwas воду і переходить на мета-крем'яний kwas:



(орто-крем'яний kwas)

(мета-крем'яний kwas)

а сей послідний, при сильнім розжареню до високої температури відводнює ся на двокис кремю:



Кремові водокиси (гідрати) або кваси вяжуться з різними окисами металів на крем'яни, що є нераз дуже зложені. Пр. потасово-алюмінієвим крем'яном $Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 6SiO_2$ є

Ортокляз або скалець (потасовий фельдшпат), дуже розповсюднений мінерал, важний складник кристалічних скал (граніт, гнайс, базальт, лява і ин.). Численні ортоклязові скали вітріють і входять в склад урожайної рілі.

Кристалічний ортокляз має примінене в камінарстві й ювілерстві. Фельдшпату, змеленого на муку, уживають на кафлеві глазури, а також на емалї до порцелянових посудин.

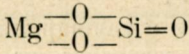
Чистим алюмінієвим крем'яном є каолін (порцелянова глина), що даєся легко розтерти на порошок і угнітати по заробленю водою на тісто. В огні не топиться, лише твердне. Гірші роди каоліну, занечищені різними примішками, становлять всілякі глеї або глини. До найважніших глеїв належать: глина фаянсова (Волинь, Україна, західна Галичина); глина камінкова (Шлеск, славна англійська місцевість Wodgewood, чит. Веджвуд); огнетревала глина (Мирів в Галичині) і гончарська глина (Глинсько, Коломия, Косів і всюди на Україні).

Керамічний промисл обіймає продукцію всіх порцелянових товарів, фаянсових виробів, звичайне і артистичне гончарство, виріб кафлів, стінних і помостових плиток, як також цегол, дахівок, штучних мармурів, гранітів і т. д. Широко, як з того (ачимо, закроена область промислу основуєся на випалюваню відповідно приладженого матеріялу (шлямоване, т. зн. докладне розтиране і зароблене каоліну або глини з водою, більше або менше осушене або »стужене« маси в міру потреби, модельоване »тіста« у відповідних деревляних чи гіпсових формах або ручних механізмах). Вартість матеріялу міриться висотою температури, при котрій він починає мякнути і топиться. Найдешевші вироби випалюються в температурах від 900° до 1000° . Найліпші порцеляни від 1600° до 1800° , або і вище. Перше випалене дає пороваті (дірчасті) продукти (пр. цегли даються відразу ужити). Їх поливаєся скливами або емаллями, се є рідко у воді розробленими порошками ортоклязу, кварцу, гіпсу, вапняка і добре змелених окисів різнних металів для викликаня відповідної краски. (Окис міді дає зелену краску, окис цинку білу, заліза брунатну, мангану чорну, антимону жовту і т. д.). Полива всякає легко в пороватий матеріял. Тепер піддаєся його другому випаленю, при чім полива топиться на скло.

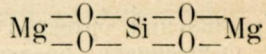
Рівномірно з випалюванем поступають дуже зложені хемічні процеси в матеріялах, при котрих всякі водокиси (гідрати) кре-

мових kwasів тратять поступенно воду і приймають зовсім інші молекулярні структури.

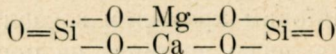
Непроглядна ріжнородність прикмет всіх мінералів і скал, збудованих з всіляко зложених солей кремових kwasів, стане нам подекуди зрозумілою, коли поглянемо на молекулярну структуру лише декількох мінеральних кремніїв. Хемічна аналіза веде до слідуєчих взірців:



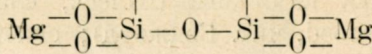
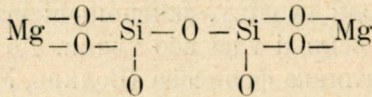
енстатит



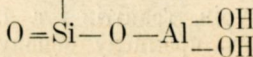
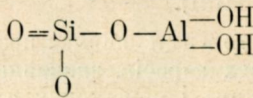
оливин



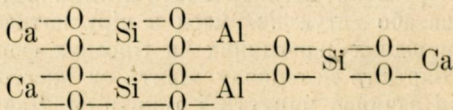
діопсид



тремоліт



каолін



гранат.

20. Хемічна структура мінерального світа.

Розглянувши декотрі соли, висше описані, бачимо, що вони разом з еше іншими (пр. фосфоранами, азотанами і т. д.) становлять материяльну основу всіх мінералів, складників земної кори. Соли творять ся не лише у водних розчинах (з kwasових і основних водоkisів), але й на сухій і пірогенетичній дорозі, коли стоплять ся два безводні окиси (оден kwasовий, другий основний).

Кожду сіль можемо впрочім розуміти як злуку двох окисів, пр. мінерал вітерит $\text{BaCO}_3 = \text{BaO} \cdot \text{CO}_2$, дольоміт $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = \text{CaO} \cdot \text{CO}_2 + \text{MgO} \cdot \text{CO}_2$, оловяна руда $\text{PbCrO}_4 = \text{PbO} \cdot \text{CrO}_3$, гіпс $\text{CaSO}_4 = \text{CaO} \cdot \text{SO}_3$ і т. д. Супроти того, можемо загально висказати, що структура мінерального сьвіта зводить ся до звичайних окисів і до зложених окисів (соли) всіх первнів, так металів, як метальюїдів.

Часть III.

21. Органічна хемія.

Звісно нам з попередних сторінок, що кисень, одиноко спосібний до хемічних злук з усіма іншими первнями, став ся складником майже кожного мінерала, цілої земної кори або коротко цілого неорганічного сьвіта. Є однак ще оден первень, близький сусід кисня на періодичнім рисунку (стор. 36 і 39), що з подібних причин заслугує на найбільшу увагу. Сим первнем є уголь, що займає в першім періоді місце, відповідаюче положеню кремю в найблизшій періоді.

Коли зважимо великі і ріжнородні молекулярні тканини кремю (стор. 58), відгадаємо подекуди відразу незвичайно важну прикмету угля. Атоми сього первня є спосібні, (без порівняня більше, ніж атоми кремю) творити непроглядні ряди і серії молекулярних тканин, т. зн. окремих хемічних злук. Іншими словами, в науці про злуки угля стрінемо ся майже з необмеженим числом нових тіл. Сі злуки дають ся в значній части синтетично витворити; з другої сторони вони дають ся відшукувати в орґанах живої матерії, т. зн. в тілах цілої фавни і фльори. Тому науку про злуки угля називають органічною хемією. Зачнім від найпростійшого типу органічних тіл.

А. Аліфатичні¹⁾ злуки угля.

Нафта, земний віск. Углеводні. На Кавказі, здовж північних Карпат (Румунія, Галичина), в Індиях і в північній Америці цвите поважний технічно-механічний промисл добуваня нафтової ропи. Є се темна, товстава і легко запальна теч, яку пересилає ся до хемічних рафінерій, т. є великих дестиляційних заведень. Ропа огріта у відпо-

¹⁾ *αλφαια* = товщ.

відних кітлах віддає вперед чимало газів, які випускає ся у вільний воздух. Хемічна аналіза сих газів і визначене їх питомого тягару допроваджують до вислїду, що тут маємо до діла з мішаниною злук: CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_2H_4 , C_3H_6 , C_2H_2 . . . і т. д. Є се углеводні, котрі дістали окремі назви: метан, етан, пропан, етилен, пропилен, ацетилен і т. д. Сї гази випускає ся, з причини їх надмірно легкої запальности.

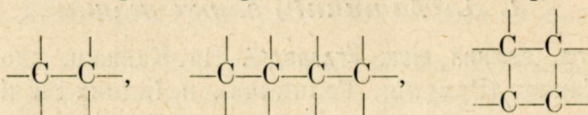
В міру дальшого ogrіваня кітлів, підносить ся температура кипіння ропи. В холоджених рурах, якими відпроваджує ся дестиліаційні пари, скроплюють ся поступенно: 1) нафтовий етер (уживаний до розпусканя товщів), 2) бензина, 3) нафта, 4) олій (уживаний до чищення машин), 5) васелїна і 6) парафіна (ужив. на виріб свічок). У відповідних хвилях злучує ся сї рури з окремими резервуарами і доконує ся простим способом фракціонованє або роздїл сих продуктів.

Їх хемічна аналіза виказує щораз виші углеводні: C_4H_{10} бутан, C_5H_{12} пентан, C_6H_{14} гексан і т. д. (можна написати загальний wzорець $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$). Крім того появляють ся члени інших рядів: C_nH_{2n} , $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ і т. д.

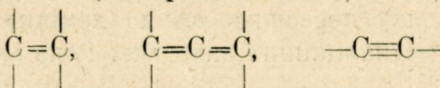
Земний віск (озокерит), що находить ся у нас в Галичині (Борислав, Старуня), є мішаниною самих углеводнів, з дуже високо зложеними молекулами.

Ропа або мінеральний олій повстав імовірно через повільний розклад товстих тіл морських живин, замулених в глибинах і стиснених пізнійше нагромадженими твердими покладами.

Причиною повставаня так різнородних а притім і високо-молекулярних злук (велике число атомів в молекулах) є особлива прикмета атомів угля. Вони вяжуть ся не лише з атомами інших первнів (пр. CO , CO_2 , CS_2 і ин.), але можуть і між собою творити найріжнійші повязаня, пр.:



(однократні повязаня)



(многократні повязаня)

Кожний з написаних тут взірців є завязком молекула щораз иншого і зовсім окремого тіла.

Метан (CH_4) є найпростішим углеводнем. Він вивязує ся в таких місцях, в котрих гниють якінебудь органічні (зв'їринні або рослинні) тіла, отже на кладовищах або багнах. (Рис. 43. представляє, як метан дає ся зібрати до фляшки, коли порушимо дно багна). Коли він вийде в трохи більшій кількості на поверхню землі, запалює ся по зіткненню з воздухом („блудні огні“).

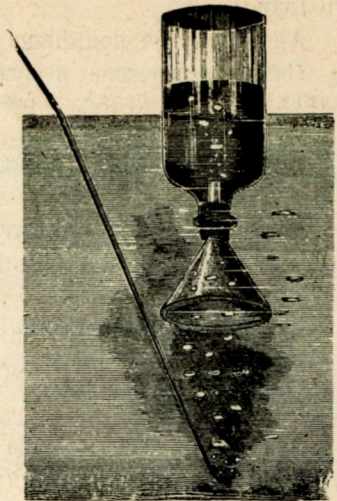
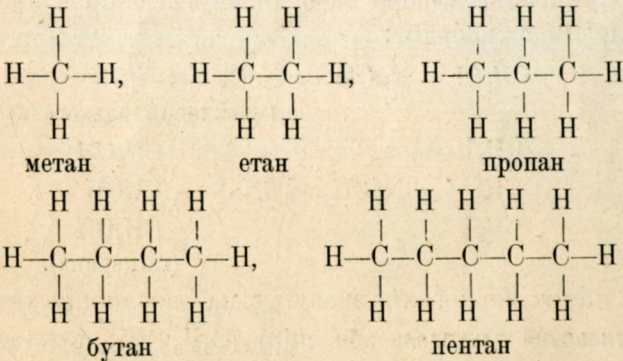


Рис. 43.

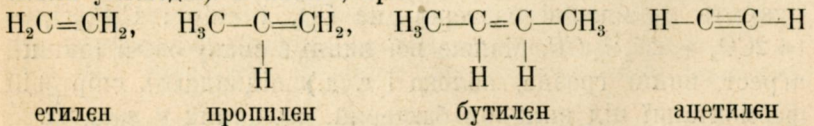
Етан, пропан, бутан є також газами, але не є самозапальні.

Пентан є вже течию.

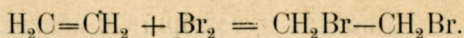
Молекулярна структура сих тіл дає ся пояснити слїдуючими взірцями :



Тут бачимо звичайні, однократні повязаня атомів угля (насичені углеводні). В инших, пр.:



бачимо вже дво- і трикратні повязаня. Послїдні злуки називають ся ненасиченими. Вони легко переходять в насичені злуки, коли дамо їм нагоду зіткнутися з атомами инших первнів, пр.:



Ненасичені углеводні стрічаємо між складниками сьвітляного газу.

Ацетилен має примінене в звісних лямпках до освітлювання.

Вапно, випражене в дуже високих температурах (в електричних печах) з углем, переміняє ся на карбід: $\text{CaO} + \text{C}_2 = \text{C} + \text{CaC}_2$.

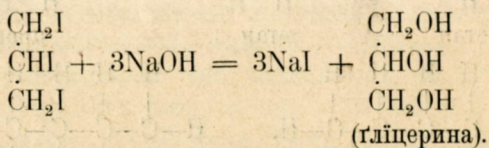
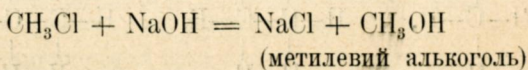
Карбід зіткнений з водою розкладає ся на вапно і ацетилен: $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} + \text{C}_2\text{H}_2$.

Хлоро-, бромо-, йодо-углеводні повстають через субституцію одного, двох і більше атомів водня в углеводнях. На увагу заслуговують:

Хлороформ (CHCl_3), важний наркотик в медицині.

Йодоформ (CHI_3), неоцінений у хірургії при хоропеню ран від закаженя.

Алькоголі. Під назвою алькоголів розуміємо хемічні злуки, що мають склад подібний до якихнебудь углеводнів, лише на місце одного, двох або і більше атомів водня приходить водокисова група (OH). Синтетично можна їх дістати ріжними способами. Алькоголі повстають, коли н. пр. змішаємо хлоро- або йодо-углеводні з потасовим або содовим водокисом:



З поміж алькоголів заслугує на особлившу увагу:

Етиловий алькоголь або спирт ($\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{OH}$); повстає через ферментацію деяких цукрів. Пр. грозновий цукор $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ розкладає ся під впливом цимази (субстанції, яку продукують дріжджові бактерії) на CO_2 і спирт: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{CO}_2 + 2\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{OH}$. Майже всі винні в смаку овочі (вишні, агрест, винні грозна, яблока і т. д.) підпадають спиртовій ферментації під впливом бактерій, розсіяних у воздуху.

Фабрично продукує ся спирт з мучних рослин, передовсім з бульби. По відділеню волокон одержує ся вперед розводнену муку або крохмаль, масу, що переходить легко в цукор.

Відтак слідує ферментація. Сильно розводнений спирт, що при тім повстає, відділює ся від води фракціонованою дистиляцією. Майже 100%-вий алкоголь є потрібний лише до наукових цілей. Таке совершенне відводнене спирту dokonує ся при помочи па-леного вапна.

Спирт або алкоголь є безбарвною течню, лекшою від води. Служить до розпусканя йоду, живиць і найріжнійших органічних субстанцій. Спирт має питомий собі запах, менші організми затроює; абсолютний, т. зн. безводний алкоголь спричинює смерть навіть більших живин м. и. і чоловіка.

Для потреб чисто промислових етильовий алкоголь дена-турують (для заощадження високого податку), т. зн. запускають субстанціями, дуже неприємними в запаху (пр. піридиною).

Алькоголь підпадає легко поступенному окисненню.

Органічні кваси. Між органічними злуками угля стрі-чаємо велику громаду тіл, яких хемічні прикмети відпові-дають зовсім неорганічним (або мінеральним) квасам. Вони характеризують ся гро-мадою первнів — COOH , котра входить в їх молекулярний склад, становить їх суть і ви-кликує однакові, квасові при-кмети. З великого числа тих тіл, замітнійші є: $\text{H}\cdot\text{COOH}$ му-равельний квас, $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$ оцто-вий квас (звичайно названий оцтом), $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$ ма-словий квас, $\text{C}_5\text{H}_8\text{COOH}$ яблo-ковий квас і ин.

Органічні кваси повстають через окиснене алкогольів будьто під впливом хемічних чинників, будьто питомих бактерій, що викликають „киснене“.

Оцтовий квас $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$ продукують в спеціальних бочках (рис. 44.), виповнених споршкованим буковим деревом. Алького-леві розчини переціджують ся помалу краплями (в долині є ді-раве дно). Рівночасно іде струя воздуха знід споду через цілу масу.

Органічні кваси входять з алкогольами у злуки (по-дібно як мінеральні кваси з основами), які називаємо естрами:

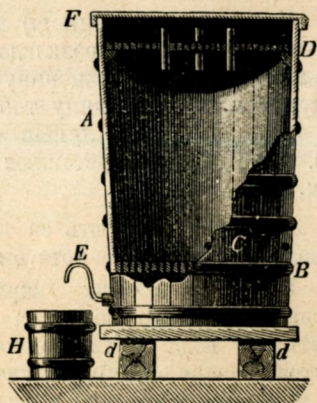
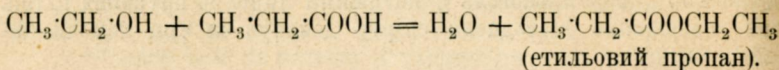
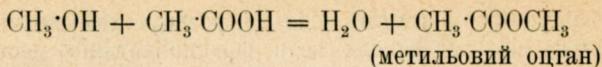


Рис. 44.



Естри мають переважно приємний, відсвіжуючий запах; знаходяться в овочах різних рослин; в практиці примінують їх у перфумерії.

Товщі є важними складниками рослинних і звіринних організмів. Вони є естрами гліцерини (алькоголю з трьох групами — OH) і висших аліфатичних kwasів, з котрих найважніші є: kwas пальмітовий $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{COOH}$, стеариновий $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{COOH}$ і олійовий $\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{COOH}$.

Товщі мають широке примінене в практиці. Вони служать передовсім за дуже важне средство поживи (масло, смалець, солонина, олива, пальмовий товщ), крім того уживають їх до всілякого намащування, до виробу покостів, гліцерини, свічок і мила.

Свїчки (стеаринові) вироблює ся в той спосіб, що вперед »змилує ся«, т. зн. розкладає ся воловий і козловий лій на їх складники (кваси і гліцерину); в дальшій стадії роботи прасує ся дуже сильно мішанину товщевих kwasів, щоби відділити олійовий kwas. В прасах лишає ся лише стеариновий і пальмітовий kwas, котрі відтак перетоплює ся і вливає до готових на свїчки форм.

Мила фабрикують ся так, що до розкладу лоїв уживає ся не водної пари, лише потасового або содового водокису.

В кітлах, в яких »варить ся« мішанина лоїв і водокисів, збирають ся в короткім часі дві верстви. В долішній з них громадить ся вода з гліцериную а в горішній наступає відразу знеутралізоване органічних kwasів мінеральними основами. Повстає там мішанина стеарину, пальмітану і оліяну содового або потасового т. є плинної маси мила. Сю масу впроваджує ся відразу до форм, в яких вона застигає, а опісля крають її тонкими дротами.

Уживане мила представляє ся в хемічнім змислі так: коли мило натираємо теплою (а навіть зимною) водою, воно ще раз »змилує ся«, т. зн. розкладає ся на содовий (або потасовий) водокис і на kwas. Основний водокис злучує ся з товщами бруду і розпускає їх, а пальмітові і стеарові кваси, що повстали з мила, переминюють ся з причини своєї нерозчинности і потирания в дрібненькі баньки і піну. Ся піна, яку сполікує ся, забирає з собою розложений товстий бруд.

Углеводани. В рослинних організмах, переважно в овочах і цвітах, є незвичайно розповсюднені злуки угля, водня і кисня, яких молекулярний склад дає ся представити взірцем: $C_x + yH_2O$, котрі носять тому назву углеводанів. Вони обіймають кілька громад, з котрих найважнійші є: а) прості цукри, б) зложені цукри, в) муки і кляйстри, г) целюльози.

Грозновий цукор ($C_6H_{12}O_6$) находить ся в меді і в солодких овочах, повстає також з ріжних зложених углеводанів під впливом квасових, водних розчинів. Відзначає ся тим, що ділає сильно редуційно. Коли мішанину азотану срібла і амоняку заправимо грозновим цукром і оґріємо, на стінах скляної посудини осідає блискуче зеркало чистого срібла.

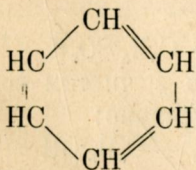
Тростинний цукор ($C_{12}H_{22}O_{11}$) є солодший від грознового цукру, є дуже важним средством поживи; його продукують на велику скалю з цукрових бураків. Під впливом квасів розпадає ся на грозновий і овочевий цукор.

Мука є високо-молекулярним углеводаном, громадить ся в коренях, зернах і овочах всіляких рослин. Зароблена горячою водою, творить крохмаль або кляйстер, який з йодовою тинктурою закрашує ся на сино.

Целюльози є складниками кори молодих рослин. Вони дають ся переробити на папір, бібулу, заправлені сірковим квасом переходять на штучні пергаміни. Під впливом сіркового і азотового квасу переменяють ся (залежно від того, як доберемо скількість одного і другого квасу) на кольольодіум або на стрільну бавовну (материял на бездимний порох).

Б. Ароматичні злуки угля.

В цілій органічній хемії вибивають ся на перше місце такі тіла, що в їх молекулярнім складі находить ся шестиуглевий перстень:



або коротший символ:



Називаємо їх ароматичними злуками, а перстень бензольовим перстеном. Важність сих злук впливає з того, що котрийнебудь із 6 атомів водня дає ся незвичайно легко заступити атомом иншого первня, пр. Cl, Br, I,

а що більше, навіть цілою одновартісною низкою атомів, яка знаменує якунебудь иншу типову злуку (алькоголеву, квасову і т. д.).

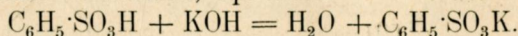
(Субстанція, котрої хемічний склад відповідає назначеному перстеневи C_6H_6 , дає ся легко одержати через дестилляцію погазової мази (се є останків при фабрикації сьвітляного газу з камінного угля). Ся мазь кипить поступенно щораз више, при чім дестиллюють щораз нові, найріжнійші тіла. Коли ми відберемо з перегону лише сю часть (фракцію), що кипить між 80 до $85^{\circ} C$, відтак остудимо і сильно витиснемо замерзлу масу, дістанемо майже чисту субстанцію, що топить ся при $+ 6^{\circ} C$, а кипить при $80\text{--}5^{\circ} C$. Називаємо її бензолем. Є се (в звичайній температурі) теч, рухлива, з етеричним запахом, легша від води (п. т. 0.899), розпускає ся легко в алькоголю, в етері, в собі розпускає легко живиці, товщі, сірку, йод, фосфор і дуже багато инших, органічних тіл).

1. Вистане змішати бензол з азотовим квасом і огрівати короткий час, а повстане червоново-жовта, оліяста теч нїтробензол $C_6H_5 \cdot NO_2$, з котрої легко через редукцію приходить ся до аніліни $C_6H_5 \cdot NH_2$.

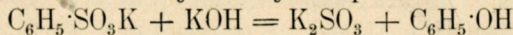
2. Перепускаючи струю хльору або броду через бензол дістаємо $C_6H_5 \cdot Cl$, $C_6H_5 \cdot Br$. На місце водня в перстени C_6H_6 входить, як бачимо, атом Cl , Br , або і ціла характеристична низка NO_2 , а посередно NH_2 .

Тут замітне, що коли струю хльору або броду будемо довше і сильнійше перепускати, слідуєть дальні синтези, при котрих щораз більше число атомів водня відступає своє місце в бензолу атомам Cl , Br . Повстають злуки: $C_6H_4Cl_2$, $C_6H_4Br_2$, $C_6H_2Cl_4$, $C_6H_2Br_4$, C_6HCl_5 , а навіть (як додамо трохи ICl_3) появить ся злука, котрої склад є C_6Cl_6 .

3. Коли бензол змішаємо з сірковим квасом і огріємо на деякий час, повстане через субституцію одного водня сульфобензолевий квас $C_6H_5 \cdot SO_3H$, котрий неутралізує ся легко основами, пр. KOH :



4. Коли сіль $C_6H_5 \cdot SO_3K$ стопимо з чистим водокисом KOH , повстане, як вказує слідуєче рівнанє:

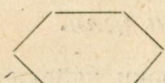


бензолевий водокис, або бензолевий алькоголь. Він однак дістав окрему назву феноль, або, як в практиці втерло ся, карболовий квас.

Чистий феноль приймає вид прозорих, кристальних голочок. Під впливом сьвітла кристали стають трохи рожеві, а на вогкім

воздусі розпливають ся. Феноль є одною з найсильніших отруй, заразом однак в рідкім воднім розчині служить як незрівняний дезінфікатор.

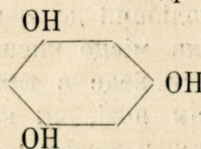
Хемічна синтеза допроваджує легко також до двовартісних і тривартісних фенолів:



НО ОН
пиро-катехіна



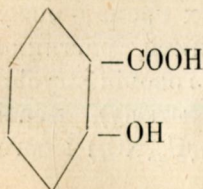
гідрохінон



пиро-гальльоль

Сі тіла мають приміненє в фотографії, бо ділають редуційно.

Важною в медицині є злука:



, звісна під назвою саліцильового

квасу. Як бачимо, є вона і квасом ($-\text{COOH}$) і алькоголем ($-\text{OH}$). Синтеза доконує ся в той спосіб, що феноль, злучений з содом, $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ огріває ся в струї двокису угля.

Вже на основі тих кількох примірів догадуємо ся, що з бензолом можна складати прямо непроглядне число органічних субстанцій. Так дійсно є. Широко закроена органічна хемія обіймає всі такі тіла під спільну назву ароматичних злук угля.

Сюди належуть також злуки, котрих бензольові перстені є зложені дво-, три- і більше-кратно, н. пр. як при тілах:



нафталіна (C_{10}H_8)



антрацен ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$)

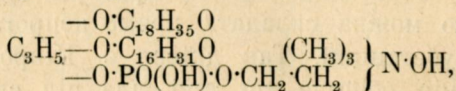
що дають ся випродукувати через дистиляцію погазової мази. З нафталіни і антрацену складають синтетично в спеціальних великих промислових заведеннях, найрізніші фарбники (штучне індиго, алізарину і ин.).

В. Гетеро-циклічні злуки угля.

Атомові перстені (молекулярні завязки найважніших типів і громад органічних злук) повстають не лише з угля, але й атомів інших первнів. Коли пр. чотири атоми угля замкне в перстень (подібний до ароматичного) атом кисня, повстає фуран. Коли місце кисня займе сірка, повстає тіофен, а атом азоту веде в тих самих обставинах до піролю. Є се зовсім нові, як кажемо, гетеро-циклічні перстені та репрезентанти зовсім нових громад органічних тіл. Само собою розуміє ся, що атоми S, O, N можуть не лише по одному, але й по кілька входити в перстеневі повязаня, з чого виходить непроглядна перспектива всіляких можливих злук.

Як приміри високо зложених азотових громад можуть нам послужити алькальоїди, складники рослинного світа. Належуть тут: **стрихніна** $C_{21}H_{22}N_2O_2$ (з овочів *Strychnos Ignatii*), **нікотина** $C_{10}H_{14}N_2$ (з листків тютюну), **морфіна** ($C_{17}H_{19}NO_3$), **хініна** ($C_{20}H_{24}N_2O_2$), **атропіна** ($C_{17}H_{23}NO_3$) і багато інших.

Єще більше зложені, а для органічного світа найважніші є класи тіл **білковинних** або **протеїнових**. Вистане поглянути пр. на молекулярний символ **лецитини** $C_{42}H_{86}NPO_9$, (складника нервів, крови, жовтка):



щоби зрозуміти, з як різнородними і скомплікованими атомовими тканинами стрічає ся тут органічна хемія.



46.122

89.

ОСНОВИ ХЕМІЇ

ДЛЯ

ВИСШИХ КЛАС ГІМНАЗИЯЛЬНИХ

НАПИСАВ

Др. ЮЛІЯН ГІРНЯК

Ціна примірника 1 К.

У ЛЬВОВІ 1914.

НАКЛАДОМ УКРАЇНСЬКОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ТОВАРИСТВА

З друкарні Наукового Товариства ім. Шевченка.