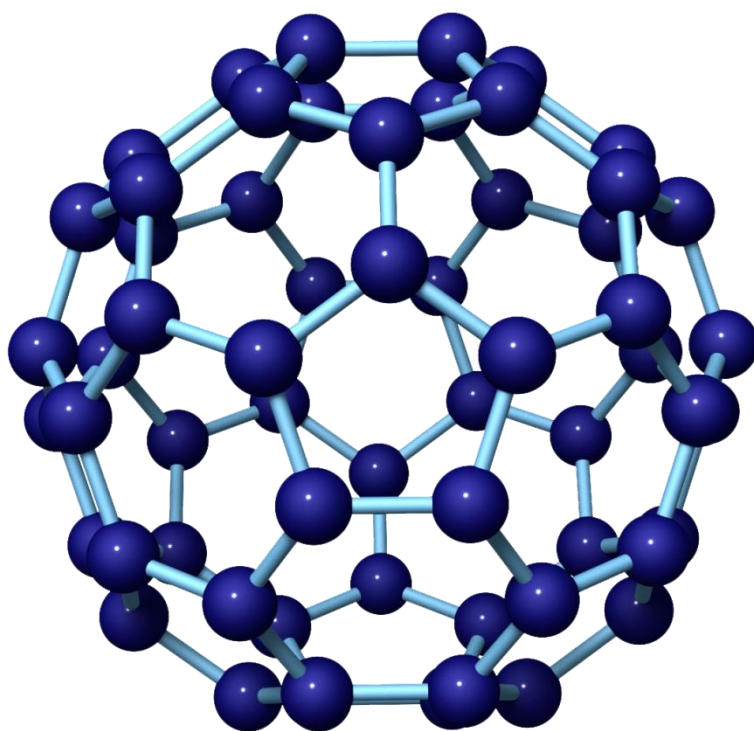


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

ХІМІЯ: НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК



Мелітополь
2021

УДК 54 (075)

X 42

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
факультету агротехнологій та екології
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
як навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої
освіти «Бакалавр» зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» (на основі
повної загальної середньої освіти) (протокол №8 від 18.05.2021 року).*

Рецензенти:

Віталій ХРОМИШЕВ, к.т.н., професор, професор кафедри органічної і біологічної хімії, декан хіміко-біологічного факультету Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького

Максим КОЛЕСНИКОВ, к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри плодовоовочівництва, виноградарства та біохімії Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Хімія: навчально-методичний посібник / Т. В. Герасько, Ю. П. Пащенко, І. О. Коротка, Л. А. Покопцева. – Мелітополь: 2021. – 228 с.

ISBN 978-966-197-841-5

Зміст видання відповідає освітньо-професійній програмі зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» та програмі навчальної дисципліни «Хімія». Розглянуті сучасні теоретичні положення про будову атома, хімічний зв'язок, хімічну кінетику і термодинаміку; властивості електролітів і неелектролітів, хімічних елементів та їх найважливіших сполук більш глибоко, ніж за шкільною програмою. Рекомендовано здобувачам ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 263 «Цивільна безпека».

ISBN 978-966-197-841-5

УДК 54 (075)

© Т.В. Герасько, Ю.П. Пащенко, І.О. Коротка, Л.А. Покопцева 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС	10
ЛЕКЦІЯ 1. ОСНОВНІ НАУКОВІ ПОНЯТТЯ ХІМІЇ	10
1.1.Хімія як наука та її завдання.....	10
1.2.Поняття атом, хімічний елемент, відносна атомна, відносна молекулярна маса.....	12
1.3.Моль, молярна маса, молярний об'єм, хімічний еквівалент	13
1.4.Основні закони хімії	14
ЛЕКЦІЯ 2. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ	18
2.1.Класифікація розчинів.....	19
2.2.Процес розчинення, енергія процесу	22
2.3.Розчинність твердих речовин, рідин і газів	27
2.4.Закон Генрі	29
2.5.Осмоз. Закон Вант–Гоффа	29
2.6.Тиск насиченої пари. Закони Рауля	30
2.7.Антифризи	31
2.8.Демонстраційні досліди	32
ЛЕКЦІЯ 3. ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ (ПОЛІМЕРИ)	34
3.1.Характеристика і одержання полімерів.....	34
3.2.Фізичні властивості високомолекулярних сполук	35
3.3.Класифікація полімерів	36
3.4.Природні високомолекулярні сполуки.	39
3.5.Штучні полімери	41
3.6.Синтетичні полімери	42
3.7.Елементополімери	45
3.8.Екологічні проблеми застосування синтетичних полімерів	47
ЛЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ.....	48
4.1.Фізичні властивості металів	49
4.2.Одержання металів	52
4.3.Хімічні властивості металів.....	53

4.4.Значення металів для людини	56
ЛЕКЦІЯ 5. ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ	61
5.1.Основні положення електрохімії.....	62
5.2.Поняття про електродні потенціали. Виникнення стрибка потенціалу	63
5.3.Визначення і вимірювання електродних потенціалів	64
5.4.Принцип дії гальванічного елементу	65
5.5.Типи і характеристики основних первинних хімічних джерел струму	67
ЛЕКЦІЯ 6. ЕЛЕКТРОЛІЗ. ЕЛЕКТРОЛІЗНІ ПРОЦЕСИ.....	73
6.1.Суть електролізу. Катодне відновлення і анодне окислення	74
6.2.Послідовність розрядження іонів у електродів. Другорядні процеси при електролізі	74
6.3.Закони Фарадея. Вихід по струму	77
6.4.Потенціал розкладення.....	78
6.5.Явище поляризації	79
6.6.Застосування електролізу.....	80
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	82
ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ПРАВИЛА РОБОТИ	82
У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ.....	82
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.....	83
ОТРИМАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ. ВСТАНОВЛЕННЯ	83
ФОРМУЛИ КРИСТАЛОГІДРАТУ	83
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.....	87
СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ. РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЇ.....	87
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.....	97
ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАС	97
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4.....	102
ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ.....	102
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5.....	109

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ	109
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДЦІЇ	114
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	114
ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ	114
Основні наукові поняття хімії	114
Класи неорганічних сполук	115
Властивості розчинів	118
Високомолекулярні сполуки (полімери)	120
Жорсткість води	121
Загальна характеристика металів	122
Гальванічні елементи.....	123
Електроліз	124
Акумулятори.....	126
Корозія металів.....	133
Властивості сплавів	138
КАРТКИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ.....	146
ТЕЗАУРУС.....	184
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ	194
КЕЙСИ	211
ЛІТЕРАТУРА	227
ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ.....	228

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Хімія» складає основу теоретичної підготовки здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 263 «Цивільна безпека», відіграє роль фундаментальної природничої бази, без засвоєння якої неможлива успішна діяльність сучасного спеціаліста. **Предметом** навчальної дисципліни «Хімія» є: вивчення найпростіших й разом з тим найбільш загальних закономірностей явищ природи, властивостей і будови матерії та законів її хімічних перетворень, хімічних явищ у біологічних об'єктах, а також ознайомлення з фундаментальними хімічними процесами, які використовуються у промисловості та техніці.

Навчально-методичний посібник з навчальної дисципліни «Хімія» складений для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» (на основі повної загальної середньої освіти).

Мета вивчення дисципліни «Хімія» – отримання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності через розуміння хімічних аспектів сучасних технологій та екологічних явищ. Надання студентам навичок виконання хімічного експерименту, якісного та кількісного визначення вмісту хімічних речовин, що сприяє формуванню первинних професійних дій фахівця з питань техногенної безпеки, що є забезпеченням реалізації державної політики у сфері охорони людини та природи, запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного походження, цивільного захисту населення і територій.

Завдання вивчення дисципліни «Хімія»:

Оволодіння студентами знаннями, уміннями і здатностями (компетентностями) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням хімічних аспектів сучасних технологій та екологічних явищ, критичного осмислення основних теорій, методів та принципів хімії.

У результаті вивчення дисципліни «Хімія» студенти повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з виявленням хімічних ризиків, які виникають у виробничій діяльності, забезпеченням оптимального управління техногенною та екологічною безпекою на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності).

Студент повинен знати:

- сучасні теоретичні положення про будову атома, хімічний зв'язок, хімічну кінетику і термодинаміку, властивості електролітів і

неелектролітів, хімічних елементів та їх найважливіших сполук більш глибоко, ніж за шкільною програмою;

- хімічний склад, будову та властивості речовин, що є компонентами узагальнених об'єктів діяльності фахівців спеціальності 263 Цивільна безпека: розчинів, металів, полімерів, паливно-мастильних матеріалів, добрив, хімічних засобів захисту рослин тощо;
- основні методи якісного і кількісного аналізу іонів, простих і складних речовин, їх принцип, хід виконання аналізу, розрахунки;

вміти:

- готувати для аналізу згідно з відповідними методиками прилади, посуд, реактиви, матеріали;
- користуватися приладами, посудом, реактивами, матеріалами в процесі виконання відповідних аналізів;
- виконувати якісний і кількісний аналіз умісту іонів та речовин;
- проводити, користуючись відповідними методиками, якісний і кількісний аналіз рослин, добрив, води, ґрунту, хімічних засобів захисту тощо.

Результати навчання -компетентності

Після освоєння дисципліни студенти повинні мати наступні компетентності :

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Навички міжособистісної взаємодії.
- Здатність працювати як в команді, так і автономно.
- Навики здійснення безпечної діяльності.
- Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- Здатність оперувати фізичними та хімічними термінами, розуміти сутність математичних, фізичних та хімічних понять та законів, які необхідні для здійснення професійної діяльності.
- Здатність до оцінювання ризиків виникнення та впливу надзвичайних ситуацій на об'єктах суб'єкта господарювання та ризиків у сфері безпеки праці.
- Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати методи визначення та контролю фактичних рівнів негативного впливу уражальних чинників джерел надзвичайних ситуацій на людину і довкілля.

- Здатність до аналізу й оцінювання потенційної небезпеки об'єктів, технологічних процесів та виробничого устаткування для людини й навколишнього середовища.
- Здатність до розуміння механізму процесів горіння і вибуху, обставин, дій та процесів, що спричиняють виникнення надзвичайної ситуації.
- Здатність організовувати радіаційний, хімічний та біологічний захист населення, інженерне забезпечення процесу виконання аварійно-рятувальних робіт.

Методи і форми навчання

Лекції (проблемні й оглядові), робота з малими групами, опитування, індивідуальні завдання, лабораторні заняття, тести; ділова гра; групова дискусія. Для забезпечення цього процесу для студентів підготовлені дидактичні матеріали: картки індивідуальних завдань, кейси, презентації, заняття із застосуванням телекомунікаційної техніки, дистанційні консультації тощо.

Політика курсу

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття та не запізнюватися на них;
- систематично брати активну участь у освітньому процесі;
- сумлінно виконувати навчальні завдання;
- не займатися сторонніми справами на заняттях;
- толерантно ставитися до думки інших членів колективу;
- приймати участь у дискусіях;
- виявляти ініціативу з пошуку кейсів, створення постерів за тематикою курсу хімії;
- власноручно і самостійно проводити лабораторні дослідження;
- брати участь у поповненні електронної фільмотеки з тематики курсу хімії.

Форма контролю знань

Поточний контроль - протягом кожного заняття (до 30 балів). Підсумковий модульний контроль – 2 модуля (ПМК1 -10 балів, ПМК2 -10 балів). Контроль самостійної роботи - упродовж кожного заняття (СРС1 -10 балів, СРС2 -10 балів). Підсумковий контроль – екзамен (до 30 балів).

Шкала оцінювання

Навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. 0-59 балів - незадовільно, 60-74 бали - задовільно, 75-89 балів - добре, 90-100 балів - відмінно.

ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

ЛЕКЦІЯ 1. ОСНОВНІ НАУКОВІ ПОНЯТТЯ ХІМІЇ

Мета лекції: Ознайомлення з основними поняттями хімії: хімічний елемент, атом, молекула, іони електрони, відносна атомна маса, відносна молекулярна маса, моль, молярний об'єм.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння предметної області навчальної дисципліни «Хімія», сучасних теоретичних положень про будову атома, основні закони хімії); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення основних понять хімії здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- що вивчає наука хімія, які завдання вона виконує;
- основні поняття хімії – атом, елемент, молекула, Моль, еквівалент, відносна атомна маса, молярна маса;
- що характеризує порядковий номер елемента у періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва;
- основні закони хімії: збереження маси речовин, сталості складу речовин, кратних відношень, простих об'ємних відношень, закон Авогадро, закон еквівалентів.

План лекції

1.1.Хімія як наука та її завдання

1.2.Поняття атом, хімічний елемент, відносна атомна, відносна молекулярна маса

1.3.Моль, молярна маса, молярний об'єм, хімічний еквівалент

1.4.Основні закони хімії

1.1.Хімія як наука та її завдання

Хімія, як і будь-яка природнича наука, вивчає матерію і рух, а саме **хімічну форму руху матерії**. Загальнонаукове поняття матерії охоплює весь

навколишній світ, всі предмети і явища в їхньому взаємозв'язку. Відомі дві основні форми існування матерії: речовина і поле. Під речовиною розуміють об'єднання матеріальних частинок (молекул, атомів, електронів, тощо), що мають власну масу спокою. Хімічна речовина як форма існування матерії характеризується за даних умов певними фізичними властивостями. Розрізняють чотири стани речовини: твердий, рідкий, газоподібний та стан плазми. Поле – це вид матерії, яка не має власної маси спокою. Між полем і речовиною існує тісний взаємозв'язок. За певних умов елементарні частинки, наприклад електрон плюс позитрон, можуть перетворюватись на кванти електромагнітного поля і навпаки. Згідно із теорією відносності, кожній зміні маси речовини Δm відповідає певне значення енергії $E = \Delta mc^2$, де c – швидкість світла.

Основною властивістю матерії є її здатність рухатись. Існують декілька форм руху матерії: механічна, фізична, хімічна, біологічна, геологічна і т.п. **Предметом хімії є хімічна форма руху матерії.** *Характерною особливістю хімічної форми руху є те, що за хімічних процесів речовини, молекули, йони не зберігають свого початкового стану і структури, а зазнають перетворень.*

Хімія – це наука про склад, властивості і будову речовин, про їхні перетворення, про залежність складу і будови речовин, про взаємодію, добування і використання речовин.

Головні завдання хімії в наш час полягають у пошуку та добуванні нових речовин із заданими властивостями, без яких неможливий науково-технічний прогрес. Хімія відіграє велику роль у житті і особливо виробничій діяльності людини. Без хімічних процесів неможливе добування металів, переробка сировини, виробництво продуктів харчування і побуту. Набуло особливого значення виробництво надчистих матеріалів, кольорових і рідкісних металів. Найважливіші технічні досягнення сьогодення неможливі без використання нових видів неорганічних і полімерних матеріалів, здатних витримувати надвисокі і наднизькі температури, підвищений тиск, високі механічні навантаження і працювати в агресивних середовищах. Зростання обсягів виробництва хімічної продукції різноманітного призначення супроводжується поліпшенням їх якості, вдосконаленням технологічних процесів на основі модернізації технологічного обладнання, а також впровадженням досягнень сучасної науки у виробництво. Проте слід відмітити, що розвиток хімічної науки і промисловості неможливий без урахування екологічних чинників, тобто без збереження в чистоті і незайманості навколишнього середовища. Саме тому подальше збільшення виробництва хімічної продукції пов'язують із розвитком безвідходних

виробництв, підприємств із замкнутим циклом водозабезпечення, екологічно чистих технологій.

1.2. Поняття атом, хімічний елемент, відносна атомна, відносна молекулярна маса

У 1860 році в м. Карлсруе відбувся перший міжнародний з'їзд хіміків, на якому були вперше прийняті визначення таких понять, як атом, молекула і елемент.

Атом – найменша хімічно неподільна електронейтральна частинка матерії, що складається з позитивно зарядженого ядра й негативно заряджених електронів і є носієм хімічних властивостей елемента.

Молекула – найменша частинка речовини, яка має сталий склад і зберігає її хімічні властивості.

Кожен окремий вид атомів називається *хімічним елементом*.

Ознакою, яка відрізняє один атом від іншого, є заряд ядра атома. Саме тому більш повне визначення хімічного елемента буде таке:

Хімічний елемент – це різновид атомів з однаковим протонним числом (заряд ядра атома).

Маси атомів надзвичайно малі, і використовувати ці числа при розрахунках дуже незручно. Тому використовують відносні значення мас атомів. За одиницю відносної атомної маси прийнята а.о.м, яка дорівнює $1/12$ частини маси атома ізотопу Карбону ^{12}C .

Відносна атомна (молекулярна) маса A_r (M_r) – значення маси атома (молекули), виражене в атомних одиницях маси. 1 атомна одиниця маси /а.о.м./ дорівнює $1/12$ частини маси атома ізотопу Карбону ^{12}C і становить $1,66 \cdot 10^{-24}$ г. Відносна атомна маса показує, у скільки разів маса атома даного елемента більше за $1/12$ частини маси атома ізотопу Карбону ^{12}C . Значення A_r наводяться в періодичній системі Д.І. Менделєєва.

Чому в періодичній системі наводяться дробні вирази відносних атомних мас?

Ізотопи – це різновид атомів з однаковим протонним числом, але різною відотною атомною масою. Наприклад: $^8\text{O}^{16}$ $^8\text{O}^{17}$ $^8\text{O}^{18}$. Ізотопи всіх елементів не відрізняються між собою за властивостями. Винятком є ізотопи Гідрогену: $^1\text{H}^1$ $^1\text{D}^2$ $^1\text{T}^3$. Властивості елементів, утворених цими сполуками, відрізняються між собою. Наприклад, проста вода має температуру замерзання 0°C , важка вода (з дейтерієм) - -3°C , відповідно температури кипіння цих сполук складають 100°C та 103°C .

Молекулярна маса конкретної речовини дорівнює сумі відносних атомних мас атомів усіх елементів, що входять до складу молекули, з урахуванням їх індексів.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2A_r(\text{H}) + A_r(\text{O})$$

Висновки: 1) шляхом сполучення атомів одного й того ж елементу утворюються молекули простих речовин, наприклад, H_2 , Cl_2 , Br_2 , N_2 , O_2 та ін.; 2) взаємодія між атомами різних елементів приводить до утворення молекул складної речовини, наприклад KCl , HCl , Na_2CO_3 та ін.; 3) різниця між простою речовиною і хімічним елементом полягає в тому, що один і той же хімічний елемент може утворювати декілька простих речовин. Наприклад: Фосфор – білий, червоний, чорний фосфор; Карбон – алмаз і графіт; Оксиген – кисень і озон. Явище існування елемента у вигляді кількох простих речовин називається алотропією, а різні прості речовини одного й того ж елемента – алотропними видозмінами (модифікаціями) цього елемента.

1.3. Моль, молярна маса, молярний об'єм, хімічний еквівалент

У хімічних розрахунках поряд із такими фізичними величинами як маса і об'єм, використовують кількість речовини – величина, яка пропорційна числу структурних одиниць, що містяться у речовині. У кожному випадку вказується, які це структурні одиниці: молекули, атоми, йони та ін. Одиницею кількості речовини є моль.

Моль – це одиниця кількості речовини (входять до системи СІ) – це така кількість речовини, що містить $6,02 \cdot 10^{23}$ структурних одиниць (атомів, молекул, йонів, електронів і т. ін.). Число $6,02 \cdot 10^{23}$ називають сталою Авогадро. $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

Маса 1 моль даної речовини називається її **молярною масою**. Вона вимірюється в г/моль і позначається буквою «М». Молярну масу знаходять, як відношення маси речовини до її кількості:

$$M = \frac{m}{\nu}, \text{ г/моль.} \quad (1.1)$$

Молярна маса дорівнює чисельно відносній молекулярній масі речовини. Наприклад, молярна маса сульфатної кислоти $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$. Об'єм 1 моль газоподібної речовини називається *молярним об'ємом*.

Хімічні елементи взаємодіють один з одним в певних співвідношеннях. Наприклад, один моль атомів Гідрогену (1,0079 г) може взаємодіяти лише з одним молем атомів Хлору (35,453 г). ці масові кількості рівноцінні або еквівалентні між собою.

Хімічний еквівалент (E) – масова кількість речовини, що взаємодіє з одним атомом чи йоном Гідрогену чи заміщає таку його кількість у хімічних реакціях. Масу 1 моль еквівалентів речовини називають молярною масою еквівалентів речовини.

Еквівалент і еквівалентна маса – величини змінні, вони залежать від характеру реакції:

а) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ оскільки в молекулі кислоти заміщується лише один атом Гідрогену, то m_e (кислоти) = $M/1 = 98$ г/моль,

$$E \text{ (кислоти)} = m_e/M = 98/98 = 1$$

б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ оскільки атоми Калію заміщується два атоми Гідрогену сульфатної кислоти, то m_e (кислоти) = $M/2 = 49$ г/моль;

$$E \text{ (кислоти)} = m_e/M = 49/98 = 1/2.$$

Еквівалентним об'ємом називається об'єм, який займає за даних умов один еквівалент газоподібної речовини. Обчислити еквівалентний об'єм газоподібної речовини можна за формулою:

$$V_e = V_m / (B \cdot n), \quad (1.2)$$

де V_m – молярний об'єм газу, л/моль; B – валентність елементу, який складає газоподібну просту речовину, або неметалу, в складі газоподібного кислотного оксиду, n – число атомів елементу у простій речовині або неметалу у складі кислотного оксиду. Наприклад: $V_e(\text{O}_2) = 22,4 / (2 \cdot 2) = 5,6$ л/моль; $V_e(\text{N}_2\text{O}) = 22,4 / (1 \cdot 2) = 11,2$ л/моль.

1.4. Основні закони хімії

Розділ хімії, в якому розглядаються масові та об'ємні відношення між речовинами, які реагують, називається стехіометрією. Основу стехіометрії становлять стехіометричні закони.

Закон збереження маси речовин. Відкритий і експериментально підтверджений великим російським вченим М.В. Ломоносовим у 1748 році: «Маса речовин, які вступають у реакцію, дорівнює масі речовин, що

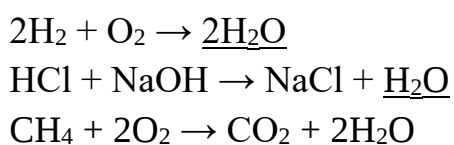
утворюються в результаті реакції». Незалежно від М.В. Ломоносова цей закон був відкритий французьким хіміком А. Лавуазьє. Він показав, що сталою залишається не лише загальна маса речовини, але й маса окремих елементів речовин, що реагують. Закон збереження маси речовин є одним із основних законів природи. Більш загальним законом є закон збереження матерії й енергії. Німецький фізик А. Ейнштейн довів, що між масою і енергією існує взаємозв'язок:

$$E = \Delta mc^2, \quad (1.3)$$

де E – енергія, m – маса, c – швидкість світла ($3 \cdot 10^8$ м/с). Це закон еквівалентності маси і енергії. Його неможливо трактувати так, що маса перетворюється в енергію, чи навпаки, енергія у масу. Маса і енергія – властивості матерії: маса – міра інертності, енергія – міра руху матерії. Згідно з цим законом зміні маси на величину Δm відповідає певна зміна енергії.

Сучасне формулювання закону збереження маси речовин математично виражається таким чином: $\Sigma m = \Sigma m_1 + \Sigma m_2$, де Σm – маса всіх вихідних речовин; Σm_1 – маса продуктів реакції; Σm_2 – маса всіх видів випромінювання.

Закон сталості складу речовин відкритий у кінці XVIII століття французьким хіміком Ж. Прустом: «Кожна індивідуальна молекулярна хімічна сполука має сталий якісний і кількісний склад, незалежно від способу її добування». Кожна речовина має постійний якісний і кількісний склад незалежно від способів її одержання. Речовини, що отримані різними способами, але які мають той самий якісний і кількісний склад, мають однакові хімічні властивості.



Хоча закон постійності складу речовини відіграв дуже важливу роль в розвитку хімічної науки, він не є всезагальним і має істотні **обмеження**. Подальші дослідження показали, що існують сполуки як постійного, так і змінного складу. За пропозицією академіка М. С. Курнакова сполуки постійного складу назвали дальтонідами (на честь англійського фізика і хіміка Дальтона), а змінного складу — бертолідами (на честь французького

хіміка Бертолле, який передбачив такі сполуки). Склад дальтонідів виражається простими формулами з цілочисельними стехіометричними індексами, наприклад: H_2O , HCl , CH_4 , C_6H_6 . Склад бертолідів змінюється й не відповідає стехіометричним відношенням: у бертолідів дробові стехіометричні індекси. Так оксид титану (II) в дійсності має склад від $\text{TiO}_{0,7}$ до $\text{TiO}_{1,3}$, а склад TiO_2 змінюється від $\text{TiO}_{1,9}$ до $\text{TiO}_{2,0}$ (в залежності від умов синтезу). Бертоліди поширені серед простих та складних оксидів (наприклад, високотемпературний надпровідник $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$), гідридів, сульфідів, нітридів, карбідів, силіцидів та інших кристалічних неорганічних сполук.

У зв'язку з цим у сучасне формулювання закону сталості складу слід внести уточнення: **Склад сполук молекулярної структури є сталим незалежно від способів отримання. Склад сполук з немоллекулярною структурою залежить від умов отримання** (наприклад, склад оксиду титану (II) залежить від температури та тиску кисню, що використовують під час синтезу).

Віднесення тієї чи іншої речовини до сполук із сталим чи змінним складом також залежить від чутливості методів їх дослідження, особливо важливе значення у цьому випадку набуває дослідження речовин (електропровідність, забарвлення, магнітні та інші властивості), які вказують на наявність змінного складу (найбільш характерно для сполук d-елементів).

Закон сталості складу речовин знаходиться у повній відповідності до атомно-молекулярного вчення: будь-яка речовина складається із молекул, а молекули – із певної кількості атомів; атоми мають постійну масу, завдяки цьому масовий склад речовини залишається завжди постійним.

Закон простих вагових (кратних) відношень відкритий Д. Дальтоном: «Якщо два елементи утворюють між собою кілька хімічних сполук, то масові кількості одного з них, що припадають у цих сполуках на одну й ту ж масову частину іншого елемента, повинні відноситися між собою як прості цілі числа».

Наприклад: а) CO і б) CO_2

а) CO : 12 м.ч. "C" – 16 м.ч. "O"

1 м.ч. – X_1

$X_1 = 1,3$

б) CO_2 12 м.ч. "C" – 32 м.ч. "O"

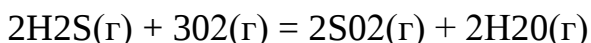
1 м.ч. – X_2

$X_2 = 2,6$

Масові кількості кисню у цих сполуках відносяться до найменшого із них (1,3) як невеликі цілі числа: $1,3 : 2,6 = 1 : 2$

З розглянутого вище прикладу можна констатувати: якщо одні й ті ж елементи утворюють декілька сполук, то кількісні співвідношення елементів від сполуки до сполуки змінюються стрибкоподібно. Сполуки, утворені одними і тими ж елементами, але з різними кількісними співвідношеннями, різко відрізняються своїми фізичними, хімічними і, навіть, біологічними властивостями (показати на прикладах N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 і N_2O_5).

Закон простих об'ємних відношень або газовий закон Гей-Люссака (1808 р.) – «За однакових умов об'єми газів, що вступають в реакцію, відносяться між собою та до об'ємів газів, утворених в результаті реакції, як прості цілі числа». Наприклад:



На підставі рівняння можна робити різні розрахунки.

Закон Авогадро (1811 р.): у рівних об'ємах різних газів при однакових умовах міститься однакове число часток (молекул, атомів, йонів).

Висновки:

1. Моль будь-якого газу за нормальних умов займає об'єм 22,4 л.
2. Моль будь-якого газу за нормальних умов містить $6,02 \cdot 10^{23}$ часток (стала Авогадро N_A).

Закон еквівалентів був експериментально встановлений німецьким вченим В. Ріхтером (1792 р.), а остаточно сформульований Дж. Дальтоном у 1803 р.: **хімічні елементи і речовини реагують між собою у масових кількостях, пропорційних їхнім еквівалентам (еквівалентним масам):**

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_{E_1}}{M_{E_2}}, \quad (1.4)$$

де m_1 і m_2 - маси елементів або речовин (г), а M_{E_1} і M_{E_2} - еквівалентні маси (г/моль)

Для складних речовин:

$$\begin{aligned} m_e (\text{оксиду}) &= M/(X \cdot n); \quad m_e (\text{кислоти}) &= M/y; \\ (1.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_e (\text{основи}) &= M/z; \\ (1.6) \end{aligned}$$

$$m_e(\text{солі}) = M/XMe \cdot n, \quad (1.7)$$

де n – валентність елементу (металу), X_e – кількість атомів елементу; XMe – кількість атомів металу; y – основність кислоти (кількість атомів водню); z – кислотність основи (кількість гідроксильних груп).

Питання для самоперевірки

1. Опишіть предмет науки хімії та її основні завдання.
2. Дайте визначення поняттям: атом, хімічний елемент, відносна атомна, відносна молекулярна маса.
3. Охарактеризуйте поняття: Моль, молярна маса, молярний об'єм, хімічний еквівалент.
4. Опишіть основні закони хімії (збереження маси речовин, сталості складу речовин, кратних відношень, простих об'ємних відношень, закон Авогадро, закон еквівалентів): автор, формулювання, застосування.
5. Які обмеження має закон сталості складу речовин?

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Басов В.П., Радионов В.М., Юрченко О.Г. Хімія: підручник - 3-тє вид., випр. Київ: Каравела, 2003. 280 с.
2. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.
3. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

ЛЕКЦІЯ 2. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

Мета лекції: Ознайомлення з класифікацією, властивостями та застосуванням розчинів, основними хімічними теоріями розчинів.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння сучасних теоретичних положень теорії розчинів, практичне застосування законів Генрі, Вант-Гоффа, Рауля); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення властивостей розчинів здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- класифікацію розчинів;
- як відбувається процес розчинення твердих речовин, рідин та газів;
- основні положення теорії розчинів;
- практичне застосування теорії розчинів.

План лекції

- 2.1.Класифікація розчинів
- 2.2.Процес розчинення, енергія процесу
- 2.3.Розчинність твердих речовин, рідин і газів
- 2.4.Закон Генрі
- 2.5.Осмос. Закон Вант–Гоффа
- 2.6.Тиск насиченої пари. Закони Рауля
- 2.7.Антифризи
- 2.8. Демонстраційні досліди

2.1.Класифікація розчинів

У природі, техніці та побуті нас оточують дисперсні системи: гірські породи, ґрунт, вода річок та океанів, повітря, яким ми дихаємо, пальне для машин, кров, молоко, будівельні матеріали, фарби і т. і. Система, у якій одна речовина у вигляді дрібних частинок розподілена в іншій речовині, називається дисперсною системою (табл. 2.1). Роздроблену речовину називають дисперсною фазою, а середовище, у якому вона розподілена - дисперсійним середовищем. Лінійні розміри частинок дисперсної фази коливаються у широких межах від 1нм (10^{-9}м) до 1мм (10^{-3}м).

Таблиця 2.1

Гетерогенні дисперсні системи

Агрегатний стан дисперсійного середовища	Агрегатний стан дисперсної фази		
	Газ	Рідина	Тверде тіло
Газ	Гомогенна система, немає поверхонь розділу	Туман	Дим, пил
Рідина	Піни, шипучі напої	Емульсії (молоко, каучук, нафта)	Суспензії (кава, золі металів)
Тверде тіло	Тверді піни (пемза, хліб)	Рідинні включення у твердих тілах (перли)	Тверді включення у твердих тілах (рубін)

Усі дисперсні системи за величиною частинок дисперсної фази можна розділити умовно на 3 групи: грубо дисперсні (> 100 нм), колоїдно - дисперсні ($1 \div 100$ нм) і істинні розчини (< 1 нм).

Дисперсійні системи можуть бути:

1. Гомогенні: всередині яких немає поверхонь розділу, що відокремлюють частинки системи - сюди відносять газові суміші, істинні розчини, деякі сплави.

2. Гетерогенні: які мають поверхню розділу між фазами і різний розмір часток дисперсної фази і дисперсійного середовища. До них відносять колоїдні системи і грубодисперсні системи.

Цікаво уявити собі розчини металів у воді. Гідрозолі металів - суспензії частинок дуже малого розміру (10^{-9} - 10^{-6} м), забарвлення яких залежить від розміру частинок металу. Наприклад, колоїдні гідрозолі срібла в міру зменшення розмірів частинок змінюють синє забарвлення на фіолетове, потім на червоне і, нарешті, на жовте, хоча іони срібла у розчині безбарвні. Так, можливе утворення іонного розчину. Тобто, просте запитання, чи розчинюється металева ложка у тарілці з борщем, має відповідь – так. За одну годину вода спроможна «вигризти» з кристалічної решітки декілька іонів металу, які утворюють іонний розчин. Ця властивість надає оздоровчі якості посуду із срібла а також «чарівну» силу водам річки Ганг. Гідрозолі металів (Ag, Au, Cu, Pt, Pd) цікавлять багатьох розробників оптоелектронних приладів для створення інтегрально-оптичних пристроїв, швидкодіючих оптичних перемикачів. Отримують **гідрозолі** металів методом електричного диспергування - при утворенні вольтової дуги між електродами з металу, поміщеними у воду, метал випаровується, а потім у холодній воді конденсується. Забарвлення золів металів пояснюється великою різницею

щільності, а отже, і показників заломлення дисперсної фази і дисперсійного середовища.

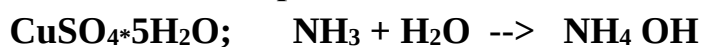
Прикладом **твердого золю** може слугувати рубінове скло, в якому колоїдно-дисперсне золото (0,0001 %) розподілене по об'єму силікатного скла. Існує також селеновий, мідний рубін (гематіон - скло кривавого кольору), сірчистий рубін. При варінні мідного рубіну спочатку частки міді дуже малі, і їх присутність в склі нічим не виявляється (скло безбарвне). Але варто тільки це скло нагріти і потримати при температурі 600-700 °С, як починає з'являтися червоне забарвлення і скло перетворюється на рубін. Що ж тут відбувається? Виявляється, що при цих температурах, хоча скло ще тверде, в ньому вже можливий деякий рух, і ось частинки міді наближаються одна до одної, збираються разом і шикуються у певному порядку. Ці кристали вже настільки великі, що утворюють як би сітку, у якій застрягають промені світла всіх кольорів, крім червоного, вони як би фільтрують світло. Забарвлення дорогоцінного каміння має схожу природу – це також приклад **твердого золю**. Так, сапфір, рубін, корунд мають однакову хімічну формулу з глиноземом – оксид алюмінію Al_2O_3 , але синє забарвлення сапфіру обумовлюється присутністю домішок титану (Ti) і заліза (Fe); червоне забарвлення рубіну – хрому (Cr); корунд без домішок – дешевий сіруватий камінь.

Рідинні включення у твердих тілах формують так звані **кристалогідрати**. Наприклад – перли. Середній хімічний склад перлів: CaCO_3 - 91,72%, конхіолін (органічна речовина білкової природи, з якої складається каркас перлів та зовнішній шар раковини молюсків) - 5,94%, вода - 2,23%. Випаровування води може призвести до втрати структури перлів і перетворення їх на звичайнісіньку крейду (CaCO_3), що і відбулося одного разу з перловим намистом, яке зберігалось 50 років у банківському сейфі.

Розчини – гомогенні системи, які складаються із 2-х або декількох компонентів, де частки однієї речовини рівномірно розподілені між частками іншої.

Існують дві теорії розчинів:

1. Теорія Д.І. Менделєєва (хімічна, гідратна, сольватна): розчинна речовина взаємодіє з розчинником.



2. Теорія С. Арреніуса: розчинник не реагує з розчинною речовиною.

Правомірні обидві теорії – розчини можуть бути як сполуками, так і сумішами. Порівняльна таблиця властивостей сполук та сумішей наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Властивості сполук та сумішей

Сполуки	Суміші
1. Склад постійний.	1. Склад змінюється в широких межах.
2. Діє Закон еквівалентів.	2. Змішуються в будь-яких кількостях.
3. Отримана речовина завжди однорідна.	3. Неоднорідні.
4. При їх утворенні виділяється чи поглинається енергія.	4. Енергія може не змінюватися.
5. Змінюється колір.	5. Змішуються кольори.

За агрегатним станом розчини класифікуються:

рідкі ($\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{I}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), **тверді** (бронза ($\text{Cu} + \text{Sn}$), латунь ($\text{Cu} + \text{Zn}$)) і **газоподібні** (повітря ($21\% \text{O}_2 + 78\% \text{N}_2 + 1\% \text{інших газів}$)).

За величиною часточок дисперсної фази розчини бувають:

- 1) Істинні – часточки < 1 нм (мілімікрон)
- 2) Колоїдні – від 1 до 100 нм
- 3) Зависі – від 100 і більше нм

Істинні розчини (молекулярно- або іоннодисперговані системи):

1) Утворюються самовільно

2) Між рідиною і речовиною може пройти реакція ($2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$; $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$)

3) Стійкі

4) Однорідні (однофазні)

5) При розчиненні часто об'єм зменшується (500 мл етилового спирту + 500 мл води = 965 мл). Явище скорочення об'єму при змішуванні рідин відомо під назвою контракція.

2.2. Процес розчинення, енергія процесу

Найбільше практичне значення мають рідкі розчини. Розглянемо процес розчинення. Для того, щоб перевести кристалічну речовину у розчин, треба затратити роботу по подоланню сил, які з'єднують молекули у кристал, тобто затратити енергію, щоб зруйнувати кристалічну решітку. У цьому разі

необхідно, щоб розчинник мав взаємодію з молекулами кристалу. Тобто: коли сили взаємодії між молекулами речовини, що розчиняємо, і розчинником більші, ніж сили взаємодії між молекулами розчиненої речовини, то відбувається розчинення.

Розчинення кристалічної речовини можна уявити як подвійний процес:

1. Гідратація частинок (молекул, атомів, іонів).
2. Зруйнування кристалічної решітки.

Причини розчинення речовин у воді:

1. Вода складається з полярних молекул (диполів).

При утворенні молекули води орбіталі р-електронів атома Оксигену перекриваються орбіталлю s-електрона атома Гідрогену – вздовж лінії координат, утворюючи кут між зв'язками $104,5^\circ$. Позитивні і негативні заряди розташовані нерівномірно і знаходяться на протилежних кінцях молекули, тому молекула води має два полюси і є диполем.

Між атомами Оксигену і Гідрогену в молекулі води виникають міцні зв'язки, тому розкласти молекулу на атоми можна лише за допомогою електричного струму. Оскільки атоми Оксигену набувають частково негативного заряду, то вони можуть взаємодіяти з атомами Гідрогену іншої молекули води, які мають частково позитивний заряд. Такий зв'язок називається **водневим**. Наприклад, це спостерігається в кристалі льоду.

2. Вода послаблює взаємодію між йонами у 81 раз. Диполі води «виривають» іони з кристалічної решітки.

3. Кристалічна решітка руйнується.

4. У розчин переходять гідратовані іони (рис. 2.1).

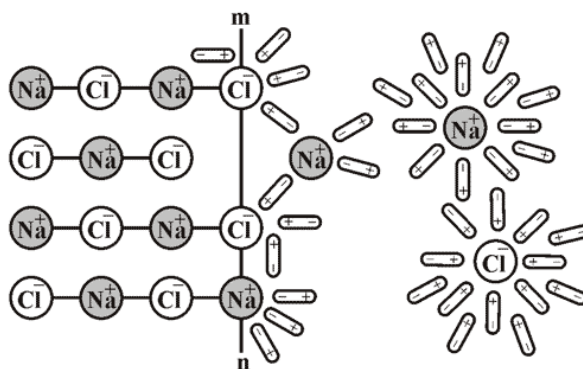


Рис. 2.1. Схема розчинення натрій хлориду у воді (m-n – поверхня кристалу)

Загальний тепловий ефект розчинення Q буде складатися із алгебраїчної суми енергії гідратації g (+, завжди екзотермічна) і енергії руйнування кристалічної решітки c (-, завжди ендотермічна); Q - теплота розчинення:

$$Q = g - c, \quad (2.1)$$

Тобто, якщо $g > c$, то $Q > 0$, виділяється тепло, $t^0 > 0$; якщо $g < c$, то $Q < 0$, поглинається тепло, $t^0 < 0$. Наприклад, розбавляємо H_2SO_4 : якщо лити кислоту у воду, температура розчину буде $96^\circ C$, а коли навпаки $180^\circ C$ (небезпечно). Тепло виділяється при розчиненні $NaOH$, $AgNO_3$, H_2SO_4 , $ZnSO_4$. При розчиненні NH_4NO_3 – температура знижується до $-10^\circ C$. Тепло поглинається при розчиненні $NaNO_3$, KCl , K_2SO_4 , KNO_3 , NH_4Cl (табл. 2.3, 2.4).

Чому під час розчинення речовин в одних випадках спостерігається розігрівання, а в інших – охолодження? Це пояснюється тим, що при зв'язуванні частинок речовини, що розчиняється, з молекулами розчинника виділяється енергія (при утворенні зв'язків у гідрат-іонах), а при руйнуванні зв'язків між йонами кристалу теплота поглинається.

Таблиця 2.3

Солі, що застосовують для охолодження

Сіль	Вода-сіль (температура води $+13^\circ C$)		Сніг-сіль	
	На 100 мас. частин води беруть солі (мас. частин)	Отримують температуру ($^\circ C$)	На 100 мас. частин снігу беруть солі (мас. частин)	Отримують температуру ($^\circ C$)
KNO_3	16	3,0	13	- 2,9
KCl	30	0,6	30	- 11,1
NH_4Cl	30	- 5,1	25	- 15,8
NH_4NO_3	60	- 13,6	45	- 17,3
$NaNO_3$	75	- 5,3	50	- 17,3
$NaCl$	36	10,1	33	- 41,2
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	250	12,4	82	- 22,0
			125	- 40,0
			143	- 55,0

Таблиця 2.4

Охолоджувальні суміші

Склад суміші (у мас. частинах)	Отримують температуру (°C)
H ₂ O – 16; NH ₄ Cl – 5; KNO ₃ - 5	- 12
HCl – 9; Na ₂ SO ₄ •10 H ₂ O - 8	- 18
H ₂ O – 1; Na ₂ CO ₃ – 1; NH ₄ NO ₃ - 1	- 22
HNO ₃ – 4; NaPO ₃ •10 H ₂ O - 9	- 25
Лід – 5; NaCl – 2; NH ₄ Cl - 1	- 25
HNO ₃ – 4; NH ₄ NO ₃ – 5; Na ₂ SO ₄ - 6	- 40

Якщо теплоти виділяється більше, ніж витрачається на розрив зв'язків між частинками речовини, що розчиняється, то розчинення супроводжується нагріванням. Якщо теплоти виділяється менше при утворенні гідрат-іонів, необхідна енергія вбирається ззовні й відбувається охолодження. За цією ознакою процес розчинення слід віднести до фізичних явищ. Як ви знаєте, виділення теплоти – це ознака хімічної реакції. Отже, під час розчинення здійснюються й хімічні реакції. Наприклад, молекули сульфатної кислоти реагують з молекулами води й утворюються сполуки складу: H₂SO₄•H₂O (моногідрат сульфатної кислоти) і H₂SO₄•2H₂O (дигідрат сульфатної кислоти).

Взаємодію молекул сульфатної кислоти з молекулами води відносять до реакцій гідратації, а речовини, що при цьому утворюються, називають **гідратами**.

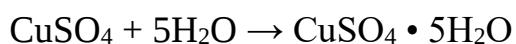
Через деякий час після розчинення гідрат-іони руйнуються, однак деякі іони так міцно утримують біля себе диполі води, що в такому стані можуть зберігатися навіть після нагрівання - утворюються кристалогідрати.

Кристалічні речовини, до складу яких входить певне число молекул води, називають **кристалогідратами**.

Вода, яка входить до складу кристалів, називається **кристалізаційною водою**.

У тому, що між частинками розчиненої речовини і молекулами розчину відбувається взаємодія, переконаємося на досліді. Якщо в пробірку до білого порошку купрум (II) сульфату (CuSO₄) долити трохи води, спостерігається сильне нагрівання розчину, а порошок із білого стає блакитним.

Якщо цей розчин випарувати досуха, то замість білого порошку утворюється у вигляді кристалів інша речовина – мідний купорос. Хімічний аналіз показує, що у мідному купоросі кожна молекула купрум сульфату зв'язана з п'ятьма молекулами води, тому склад мідного купоросу зображується формулою CuSO₄ • 5H₂O.



При прожарюванні мідного купоросу вода з нього виділяється і знов утворюється купрум (II) сульфат: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$. *Кількість молекул води у формульній одиниці кристалогідрату не пов'язана з валентністю елементів.*

У властивостях сумішей є цікава закономірність: температура плавлення суміші декількох речовин нижче, ніж температура плавлення кожної з чистих речовин окремо. Так, температура плавлення чистої води (у вигляді льоду або снігу) 0°C . Якщо внести у лід домішку кухонної солі, то лід починає плавитися при більш низьких мінусових температурах. Температура плавлення залежить від співвідношення льоду і солі, швидкості перемішування і навіть ступеня подрібнення льоду.

Найнижча температура замерзання даного розчину солі називається **кріогідратною температурою** (точкою). Для розчину NaCl кріогідратна температура мінус $21,2^\circ\text{C}$ за концентрації $23,1\%$. Щоб розплавити кристали льоду потрібна величезна кількість енергії, яка береться з навколишнього середовища та з самої суміші. У підсумку температура суміші різко падає. Застосовують це явище в ожеледь.

Посипавши лід сіллю отримуємо прикордонний шар, в якому суміш льоду і солі починає плавитися, тому що температура замерзання цього шару нижче. В результаті утворюється плівка з водного розчину солі, що збільшує площу зіткнення солі з льодом, поки весь лід не розтопиться, відібравши енергію у повітря. Стояти на сольовий каші **холодніше**, ніж просто на льоду, зате не слизько. Це явище застосовували у давнину для виготовлення морозива. Бочку зі снігом і сіллю застосовували як морозильник.

Внутрішня енергія неврегульованої рідини вища, ніж у впорядкованого твердого тіла, тому при переході з одного стану в інший спостерігається виділення (або поглинання) тепла. Як відомо з курсів елементарної фізики і хімії, теплота, що виділяється при перетворенні рідини на тверде тіло, називається прихованою теплотою кристалізації. Тобто, на практиці щоб вода перетворилася на лід треба охолодити її не до 0°C , а нижче. Чому ж вважається, що вода замерзає при 0°C ? Вода замерзає при нулі градусів Цельсія (при тиску 1 атм (760 мм рт. ст) тільки при відведенні тепла, яке виділяється при кристалізації. А лід тане при цій же температурі, тільки якщо до нього підводиться тепло. Якщо простіше, то вода замерзає, тільки якщо її оточує повітря, яке холодніше нуля. А лід тане, якщо температура навколишнього повітря вище нуля. При цьому для процесу кристалізації води з рідкої фази необхідна присутність у воді мікрозависей (неоднорідних частинок пилу, бульбашок повітря), які служать ядрами кристалізації. *Якщо вода занадто чиста, і в ній немає ядер кристалізації, то вода може*

залишатися у рідкому стані навіть при мінус 70°C . Цікаво, що аналогічним чином і перегріта очищена вода «не бажає» перетворюватися на пару, навіть якщо її температура перевищує температуру кипіння води. При досить високому тиску воду можна нагріти настільки, що в ній може розплавитися свинець (327°C), і все ж вона не буде кипіти.

Концентрація – це кількість речовини розчиненої у визначеній кількості розчину або розчинника. У промисловій практиці найчастіше використовують масову або вагову концентрацію. Звичайно її подають у відсотках, тобто в кількості грамів речовини, яка міститься в 100 грамах розчину. Процентна концентрація показує скільки грамів речовини знаходиться в 100 г розчину.

2.3. Розчинність твердих речовин, рідин і газів

Розчинення – процес динамічний, зворотний. Коли настає рівновага: нерозчинена речовина $\leftrightarrow$ речовина у розчині, то одержаний при цьому розчин називається **насиченим**, а гранична концентрація насиченого розчину – **розчинністю**. Розчинність коливається у широких межах. Якщо в 100г H_2O розчиняється $> 10\text{г}$ речовини, то така речовина називається легкорозчинною; до 1г – важко розчинна; $< 0,01\text{ г}$ – нерозчинна. Абсолютно нерозчинних речовин не існує.

Як видно із рисунку 2.1, в основному із підвищенням температури усі тверді речовини збільшують свою розчинність.

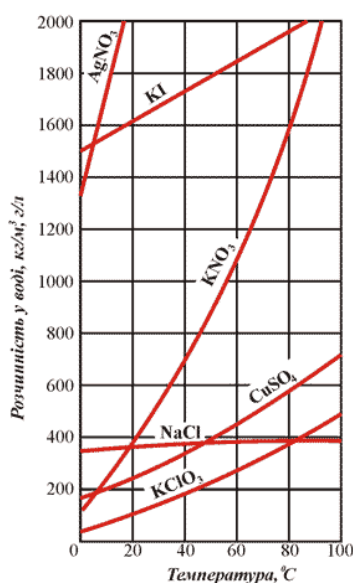


Рис.2.1. Криві розчинності деяких солей

Розчин з великою концентрацією розчиненої речовини називається **концентрований або міцний**. З малою концентрацією – **розведеним або слабим**. Не треба змішувати поняття концентрований з насиченим. Концентрований розчин не завжди може бути насиченим. Якщо речовина добре розчиняється у розчиннику, тоді розчин може бути концентрований але не насичений. Наприклад, 20% KNO_3 – цей розчин концентрований але не насичений. Для його насичення треба розчинити 31,5г KNO_3 в 100 г H_2O . Насичений розчин може бути дуже розведений – це коли речовина погано розчиняється у розчиннику. Наприклад, гіпс 0,21 г в 100 г H_2O . Цей розчин насичений але розведений. Як утворюється **перенасичений розчин**? При зниженні температури насичений розчин може за певних умов зберігати зазначену концентрацію речовини, тобто концентрація розчину може виявитися вищою, ніж у насиченому розчині при даній температурі (наприклад, фруктове варення). Насичені розчини є стабільними системами, при даній температурі вони можуть існувати як завгодно довго без зміни концентрації. Перенасичені розчини є нестабільними системами, тобто досить перемішати або кинути у такий розчин крихітний кристалик речовини, як відразу ж починає виділятися тверда фаза. Цей процес відбувається доти, поки концентрація речовини не досягне концентрації насиченого розчину при даній температурі (цим пояснюється кристалізація варення при довготривалому зберіганні). **Тиск практично не впливає на розчинність твердих речовин у рідинах, тому що об'єм системи із зміною тиску майже не змінюється. Розчинність газів із підвищенням температури зменшується (рис. 2.2), а з підвищенням тиску – збільшується.**

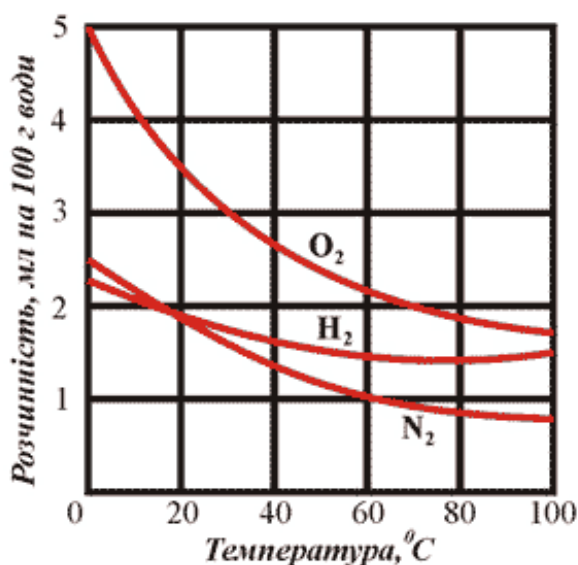


Рис. 2.2. Криві розчинності деяких газів

2.4.Закон Генрі

У 1803 р. англійський вчений *Уільям Генрі* встановив закон: *при сталій температурі розчинність газу в рідині прямо пропорційна його парціальному тиску над рідиною:*

$$c = k \cdot P \quad (2.2)$$

де c – концентрація газу в рідині, P – парціальний тиск газу над розчином, k – коефіцієнт пропорційності, який називають сталою Генрі.

Розчинність газів, які вступають у взаємодію з водою різко підвищується. CO_2 , NH_3 , HCl , HBr Тому розчинність їх не підлягає закону Генрі.

Якщо різко знизити тиск, розчинені гази швидко виділяються з рідини. Цим пояснюється утворення великої піни при відкриванні пляшки з пивом чи іншими газованими напоями, які насичені під тиском діоксидом вуглецю. Подібне явище відбувається при так званій «кесонній хворобі». При швидкому підйомі водолазів розчинені під високим тиском у крові гази починають швидко виділятися, кров наче закипає.

2.5.Осмос. Закон Вант–Гоффа

Розчинена речовина прагне до того, щоб рівномірно розподілитися по всьому об'єму розчину. **Дифузія** — *процес випадкового неупорядкованого переміщення частинок під впливом хаотичних сил, зумовлених тепловим рухом і взаємодією з іншими частками.* Дифузія — перенесення речовини, зумовлене вирівнюванням її концентрації, точніше, хімічного потенціалу у спочатку неоднорідній системі (рис. 2.3).

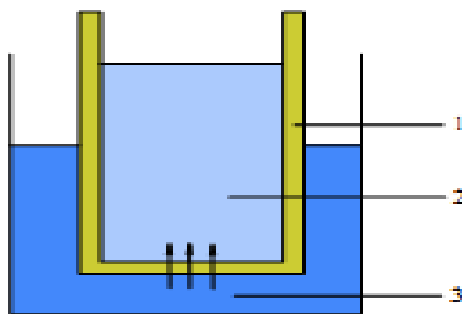


Рис. 2.3. Дифузія розчинника через напівпроникну перегородку (осмос): 1 – склянка з глини зі звуженими порами, 2 – розчин, 3 – розчинник

Дифузія розчинника крізь напівпроникну перегородку називається осмосом.

Тиск, що чине розчин на стінки посудини в результаті дифузії називається осмотичним тиском.

Завдяки осмосу відбувається безліч процесів у живій природі – наприклад, всмоктування води рослинами з ґрунту. Справа у тому, що клітинний сік рослин має більшу концентрацію солей, ніж ґрунтовий розчин, а клітинні стінки слугують напівпроникними мембранами. До того ж спрацьовують капілярні сили – якщо радіус капіляру порівнянний з радіусом кривизни меніску рідини у капілярі, відбувається втягування рідини у капіляр.

Закон Вант-Гоффа

Рівняння стану ідеального газу Менделєєва – Клапейрона:

$$(2.3) \quad P = CRT,$$

де C - молярна концентрація, R - універсальна газова постійна (8,314 Дж/ К * моль), T – абсолютна температура (273° К).

Знайшовши аналогію між газами і розчинами Якоб Хендрік **Вант-Гофф** сформулював закон: *осмотичний тиск пропорційний молярній концентрації розчиненої речовини і абсолютній температурі.*

$$\pi = C_m RT \quad (2.4)$$

Осмотичний тиск дорівнює тому тиску, який чинила б розчинена речовина, перебуваючи в газоподібному стані і займала об'єм, рівний об'єму розчину.

2.6.Тиск насиченої пари. Закони Рауля

Пара, яка знаходиться у рівновазі з рідиною називається насиченою, а тиск з яким вона діє на стінки посуду називається тиском насиченої пари.

Перший закон Франсуа Марі Рауля

Пониження тиску насиченої пари над розчином пропорційно молярній концентрації розчиненої речовини.

$$\frac{P - P_1}{P} = \frac{n}{N + n} \quad , \quad (2.5)$$

де P - тиск пари над чистим розчинником,

P_1 - тиск пари над розчином, ($P - P_1 = \Delta P$),

n – число молей розчиненої речовини неелектроліту,

N – число молей розчинника.

Із закону видно, що зниження тиску пари не залежить від природи розчиненої речовини, а залежить від кількості молекул цієї речовини.

Другий і третій закони Рауля

Пониження температури замерзання і підвищення температури кипіння пропорціональні молярній концентрації розчиненої речовини.

$$(2.6) \quad \Delta t_{\text{зам}} = \frac{K_{\text{кр}} \cdot m \cdot 1000}{M \cdot L}$$

$$(2.7) \quad \Delta t_{\text{кип}} = \frac{K_e \cdot m \cdot 1000}{M \cdot L} \quad ,$$

де $K_{\text{кр}}$ – криоскопічна константа (від грецького слова “kzyos” – холод); K_e – ебуліоскопічна константа (від латинського слова “ebullire” – викіпати); m – маса неелектроліту; L – маса розчинника; M – молекулярна маса неелектроліту.

2.7. Антифризи

Антифризи – рідини (розчини) з низькими температурами замерзання. Вони застосовуються у системі охолодження автомобілів та тракторів. Найбільш поширеними є антифризи на основі етиленгліколю ($\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ – двоатомний спирт).

Що характерно, $t_{\text{зам}}$ етиленгліколю ($\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$) = - 12°C, а якщо його розбавляти водою у співвідношенні 70 : 30, можна приготувати антифриз, який буде замерзати при мінус 68°C.

Слово «ТОСОЛ» утворено з аббревіатури «ТОС» - «Технологія органічного синтезу», відділу НДІ органічної хімії і технології, де працювали творці цього антифризу, і закінчення «ол», що застосовується для позначення спиртів.

Яка різниця між тосолом та антифризом? Тосол – це різновид антифризу. Антифриз – ширше поняття, ніж тосол.

2.8. Демонстраційні досліди

1. При охолодженні концентрованого розчину солі, при випаровуванні води з нього, сіль може виділятися з розчину, кристалізуватись. Особливо цікаво відбувається кристалізація з перенасичених розчинів деяких солей.

Приготуйте перенасичений розчин тіосульфату натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Для цього колбу з 250 г тіосульфату натрію нагрівайте на киплячій водяній бані. Через деякий час усі кристали зникнуть. Це означає, що сіль розчиняється в кристалізаційній воді. Якщо невелика кількість кристалів не зникає, додайте в колбу кілька мілілітрів води.

Закрийте колбу ватним тампоном і поставте не струшуючи охолоджуватись. В охолоджену рідину вставте скляну трубочку, звужену в нижній частині, і опустіть кристалик тіосульфату натрію. Відбувається досить ефективно явище – уся маса пересиченого розчину перетворюється в суцільну кристалічну масу.

2.3 помітним навіть на дотик охолодженням розчиняється у воді багато солей, у тому числі кухонна сіль. Розчинення у воді деяких солей супроводжується дуже великим зниженням температури. Так, якщо розчинити у воді амоній хлорид у тонкостінній склянці, яка стоїть на мокрій дощечці, то поглинається стільки тепла, що склянка примерзає до дощечки.

3. Помістіть у пробірку суху сіль кобальт хлориду і додайте невелику кількість безводного ацетону. Вміст перемішайте. Сіль і шар ацетону набуде синього кольору. Додайте воду. Розчин набуде рожевого кольору. Суть досліду у тому, що ацетон поглинає воду з кристалогідрату, кристалогідрат руйнується. Безводна сіль, яка при цьому утвориться має синє забарвлення. Якщо додати воду, відбувається зворотний процес – утворення кристалогідрату:

$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (рожевий кристалогідрат) $\rightleftharpoons$ CoCl_2 (синя безводна сіль) + $6\text{H}_2\text{O}$

Цей дослід показує, що кристалогідрати утримують воду по-різному. Наприклад, якщо додати ацетон до мідного купоросу, зміни кольору не відбудеться, тому що мідний купорос більш стійкий.

Питання для самоперевірки

1. Як ділять розчини за величиною часточок неелектроліту?
2. Дайте коротку характеристику теоріям розчинів Д.І. Менделєєва і С. Арреніуса.
3. Що характерно для істинних розчинів?
4. Охарактеризуйте етапи процесу розчинення.
5. Який спосіб вираження концентрації розчинів найчастіше використовується, як знаходить процентну концентрацію?
6. Дайте визначення насиченого розчину.
7. Що таке розчинність?
8. Як впливає температура і тиск на розчинність?
9. Сформулюйте закон Генрі.
10. Охарактеризуйте, що таке дифузія?
11. Що таке осмос, осмотичний тиск?
12. Сформулюйте закон Вант-Гофа.
13. Сформулюйте перший закон Рауля.
14. Про що говорять другий і третій закони Рауля, де вони використовуються у техніці?

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Басов В.П., Радионов В.М., Юрченко О.Г. Хімія: підручник - 3-тє вид., випр. Київ: Каравела, 2003. 280 с.
2. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.
3. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

ЛЕКЦІЯ 3. ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ (ПОЛІМЕРИ)

Мета лекції: Ознайомлення з характеристикою, класифікацією, властивостями та застосуванням полімерів, новими екологічними розробками у хімії полімерів.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння сучасних тенденцій у використанні полімерів як конструкційних матеріалів, екологічних проблем, пов'язаних з виробництвом полімерів); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення властивостей високомолекулярних сполук здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- технології отримання полімерів;
- способи використання полімерів у техніці та побуті;
- класифікацію полімерів;
- характеристику найпоширеніших полімерів та пластмас.

План лекції

- 3.1. Характеристика і отримання полімерів
- 3.2. Фізичні властивості високомолекулярних сполук
- 3.3. Класифікація полімерів
- 3.4. Природні високомолекулярні сполуки
- 3.5. Штучні полімери
- 3.6. Синтетичні полімери
- 3.7. Елементополімери
- 3.8. Екологічні проблеми застосування синтетичних полімерів

3.1. Характеристика і одержання полімерів

Щоранку ми включаємо пластмасовий чайник і дивимося новини по телевізору з пластмасовим корпусом. Меблі, посуд, спортивний інвентар, лінолеум, клеї, монтажні піни, одяг із натуральних, штучних та синтетичних волокон - все це і багато іншого містить в своєму складі полімери (високомолекулярні сполуки). Розповсюдженість полімерів у сучасному світі пояснюється їхніми корисними властивостями (можуть приймати довільну

форму, достатньо міцні, стійкі проти вологи, добрі утеплювачі, клеї, захисні покриття та ін.), а також їхньою високою рентабельністю.

Чим обумовлена висока рентабельність полімерів?

- можна вилучити операції механічної обробки;
- температура переробки складає всього 150 — 250 °С;
- за один цикл формування отримують відразу декілька виробів;
- всі процеси переробки автоматизовані.

Полімери (*πολύ-* — багато (*poli*); *μέρος* — частина (*meres*) — «складається з багатьох частин») — високомолекулярні сполуки, молекули яких складаються з великого числа повторюваних атомних угруповань, з'єднаних у ланцюги. Структурні одиниці, з яких складаються полімери називаються **мономерами**. Молекулярна вага низькомолекулярних сполук не перевищує декілька сотень вуглецевих одиниць (в.о.). Високомолекулярні сполуки мають молекулярну вагу більше 10 000 в.о. **Молекули високомолекулярних речовин відрізняються від низькомолекулярних такими особливостями:**

- **Великою молекулярною вагою**
- **Ланцюговою будовою**

Розмір молекули полімеру визначається ступенем полімеризації, тобто числом ланок у ланцюзі. Якщо $n = 10 \dots 20$, речовина відноситься до легких масел. Зі зростанням n збільшується в'язкість, речовина стає воскоподібною, нарешті, при $n = 1000$ утворюється твердий полімер. Ступінь полімеризації необмежений: він може бути 10^4 , і тоді довжина молекул досягає мікрометрів. Молекулярна маса полімеру дорівнює добутку молекулярної маси мономера та ступеня полімеризації. Зазвичай молекулярна маса полімерів перебуває у межах $10^3 \dots 3 \cdot 10^5$.

Сировинна база виробництва полімерів. Сучасне виробництво полімерів базується на вуглеводнях — продуктах переробки нафти, попутного і природного газу. Доля цього виду сировини складає близько 90 %, доля продуктів переробки вугілля — 9-10 %, а доля рослинної сировини — лише 1 %. Вартість сировини в собівартості виробництва полімерів складає 70-80 %.

3.2. Фізичні властивості високомолекулярних сполук

Високомолекулярні сполуки — це аморфні речовини, які можуть містити кристалічні фрагменти (до 60%). Температура плавлення

визначається ступенем полімеризації. Речовини з лінійною структурою майже завжди гнучкі, еластичні, при високій температурі розм'якшуються.

Міцність полімеру збільшується, коли в його утворенні беруть участь молекули різної довжини.

Наявність в полімері бокових ланцюгів призведе до збільшення пружності, пластичності, міцності.

На фізичні властивості полімеру діє поперечний зв'язок. При його присутності розчинність зменшується, знижується і пластичність.

3.3.Класифікація полімерів

За структурою полімери бувають:

1)лінійні. Молекули лінійних полімерів зв'язані між собою лише силами Ван-дер-Ваальса. При нагріванні стають пластичними (можна змінити їх форму), тому лінійні полімери називають **термопластичними (термопласти)**. Не слід вважати, що термін «лінійні» позначає прямолінійні, навпаки, для них більш характерна зубчаста або спіральна конфігурація, що надає таким полімерам механічну міцність. Термопластичні полімери можна не лише плавити, але й розчиняти, тому що зв'язки Ван-дер-Ваальса легко руйнуються за дії реагентів. Наприклад, целюлоза, натуральний каучук.

2)розгалужені. Мають ланцюги з бічними відгалуженнями. Такі розгалужені полімери називають прищепленими. Зв'язуванням воєдино гнучких і жорстких сегментів в макромолекулах прищеплених сополімерів отримують міцні пластики щепленням бутадієну, ізопрену і деяких α -олефінів на полістирол, поліакрилонітрил, ПВХ (наприклад, АБС-пластик, полістирол ударостійкий, SAN (стірол+ акрилонітрил)).

3)сітчасті. Їх ще називають **дуропласти** (від латинського *durus* - твердий). Справді, з усіх пластмас твердіше за все ті, які мають сітку тривимірної структури, тобто такі, у яких з'єднання ланцюгів відбувається по всіх трьох осях координат. Ці пластмаси стійкі і до дії розчинників. Такі полімери містять реакційні групи, які при нагріванні з'єднуються між собою. Цей процес незворотний – повторне нагрівання вже не розплавить утворені «містки» (так, наприклад, варене яйце вже скільки не вари – воно не стане м'яким). **Внаслідок великої реакційної здатності молекул, яка проявляється при підвищенні температури, такі полімери називають термореактивними (реактопластами).** Наприклад, фенолформальдегідні смоли, амінопласти, епоксидні смоли, поліуретани, вініласти, целюлоза, гума.

Розрізняють **плоскі та просторові сітчасті полімери**. Класичними прикладами плоских та сітчастих полімерів є відповідно **графіт та алмаз**.

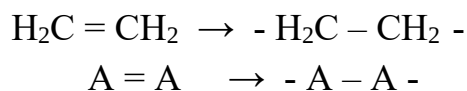
Отже, *за відношенням до температури* полімери діляться на: **термопластичні і термореактивні**. **Термопластичні полімери отримують за реакцією полімеризації** (поліетилен, поліпропілен, поліметилметакрилат (плексиглас), поливінілхлорид, полістирол і ін.). Реакція чутлива до присутності домішок і вимагає, як правило, **високих тисків**. Такий процес у природних умовах неможливий. **Термореактивні полімери можуть утворитися** більш простим і природним шляхом— поступово від мономера до димеру, потім до тримеру, тетрамеру і т. д. Таке об'єднання мономерів, їхню «конденсацію», називають **реакцією поліконденсації**; вона **не вимагає високої чистоти, тиску**, але супроводжується зміною хімічного складу, а часто й виділенням побічних продуктів (звичайно водяної пари).

Отже, полімери можна отримати такими способами:

Спосіб полімеризації (Мономер має містити кратні зв'язки).

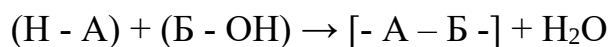
Спосіб поліконденсації (Мономери повинні містити не менше 2-х функціональних груп).

Спосіб полімеризації: розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



Тут ми маємо **однаковий** склад полімерних ланцюгів (**гомополімер**).

Спосіб поліконденсації: при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S).



При поліконденсації структурні **ланцюги** можуть бути **різні (сополімер)**.

Кількість ланцюгів (n) залежить від різних факторів: тиску, температури, каталізатора. Від величини ланцюгів або від їх кількості залежить властивості полімерів.

Для поліетилену: при $n = 20$ одержуємо в'язку рідину, при $n = 100$ одержуємо воскову речовину, а при $n = 1000$ отримаємо твердий продукт.

Отже, *за складом ланцюгів* бувають такі полімери:

1. *Гомополімери* – мономери мають одну і ту саму хімічну природу. Наприклад, поліетилен, поліпропілен, полістирол, крохмаль, целюлоза.

При цьому вони можуть бути розгалужені (лінійні) і привиті (прищеплені), але бокові ланцюги менші, ніж головні.

2. *Сополімери* – це продукти спільної полімеризації або поліконденсації мономерів різної природи. Наприклад, білки, ДНК, РНК, АВС-пластик.

За хімічною будовою полімери поділяються на:

1)**органічні** — головний ланцюг містить атоми С, Н, О, N, S (крохмаль, поліетилен);

2)**неорганічні** — не мають атомів вуглецю у головних ланцюгах (можуть мати вуглець тільки у бокових радикалах). До них належать різні види скла і близько 80 % мінералів (селен, телур, кварц, силікатне скло, пластична сірка, поліфосфонітрилхлорид);

3)**елементорганічні** — неорганічні полімери, бокові радикали яких – це так звані полісілоксани. Зв'язки Si—O—Si називають сілоксановими; вони досить міцні. Практично всі елементорганічні полімери синтетичні (сілікон).

За походженням полімери поділяються на:

1.**природні або натуральні**, до яких відноситься велика група (білки, крохмаль, целюлоза, натуральний каучук та ін.);

2.**синтетичні** — утворені синтезом з низькомолекулярних речовин — мономерів (поліетилен з етилену, полістирол із стиролу). Це найбільша група, тому що синтез дозволяє цілеспрямовано регулювати склад і властивості;

2.**штучні** — утворюються з природних полімерів шляхом їхньої хімічної модифікації (наприклад, при взаємодії целюлози з азотною кислотою утворюється нітроцелюлоза).

Матеріали на основі полімерів можна класифікувати у такий спосіб:

- пластмаси,
- волокніти,
- шаруваті пластики,
- плівки,
- покриття,
- клеї.

Пластмаси за складом діляться на:

1. *Прості* – утворені однією смолою.

2. *Складні* – утворені декількома компонентами:

а) *зв'язуюча речовина* – основна;

б) *наповнювачі* – компоненти, які підвищують механічну стійкість (графіт, мука, тканина);

в) *пластифікатори* – добавки, які надають пластмасі еластичність, гнучкість і т.д.

г) *барвники* – забарвлюють пластмасу.

Майже всі відомі полімерні матеріали можуть бути сформовані у вигляді волокон.

Послідовність виробництва волокон така:

- 1) одержання відповідної солі; поліконденсація солі в смолу;
- 2) переведення смоли у розплав або розчин; продавлювання розтопленої або розчиненої смоли через дуже дрібні отвори;
- 3) холодне витягування волокон.

Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей деяких волокон наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Порівняльні характеристики фізико-механічних властивостей різних
волокон**

Волокно	Питома густина, г/см ³	Пружність, GPa	Гранична міцність на розрив, GPa	Розривне подовження, %
Шовк павуків A.diadematus	1,3	1–10	1,1 – 1,8	30
Шовк тутового шовкопряда B.mori	1,3	5	0,6	12
Найлон 6,6	1,1	5	0,9	18
Kevlar 49тм	1,4	130	3,6	3
Сталева нитка	7,8	200	3,0	2

Слід мати на увазі, що фізико-механічні властивості треба оцінювати не за одним показником, а принаймні, за сукупністю двох показників, тобто міцність і пружність при різних видах деформаційного впливу. Так, згідно з вищенаведеними даними, сталева нитка виграє за пружністю, але програє за питомою густиною (дуже важка).

3.4. Природні високомолекулярні сполуки. До природних високомолекулярних сполук належать асфальт, бітум, шелак, смола хвойних дерев, ДНК, РНК, білки, крохмаль, целюлоза, каучук.

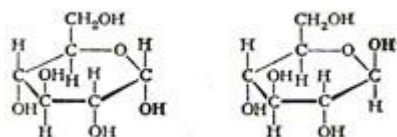
Білки – це залишки різних амінокислот зв'язаних між собою пептидним зв'язком. Молекулярна вага від десятків тисяч до кілька мільйонів в.о. Білки мають спіральну конфігурацію, укладену у складні

«клубочкові» форми (вторинна, третинна, четвертинна структури). Окрему молекулу білку можна побачити лише в електронному мікроскопі, але вони здатні утворювати волокна (вовна, шовк, павутиння). Білок казеїн, що виділяється з молока, раніше використовувався для приготування клею, велике значення мала пластмаса, одержувана з казеїну (*галаліт*), робилися спроби отримувати з казеїну і штучне волокно. У США та Італії у 1939 році було розпочато виробництво казеїнового волокна «аралак», у 1943 р продукція цього волокна досягла приблизно 5000 т/рік. Казеїнове волокно за деякими властивостями (знижена теплопровідність, стійкість до зминання, еластичність) найбільш наближається до вовни, однак має значно меншу міцність, особливо у мокрому стані. Тому у 1948 р випуск волокна аралак був припинений, однак робилися спроби отримати штучні волокна з рослинних білків (з арахісу, сої), з білка кукурудзяних зерен було отримано волокно «вікар» (зеїнове волокно від лат. *zea* — кукурудза). Казеїновий клей свого часу використовували навіть при виготовленні гвинта гелікоптера (яка міцність і еластичність!). *Галаліт* для певних цілей застосовується і в наш час, у порівнянні з сучасними пластиками він більш екологічний у виробництві, а ще він *не накопичує статичну електрику*. Тому пряжу з синтетики в'яжуть спицями, які зроблені з галаліту.

До білкових полімерів відноситься **желатина**.

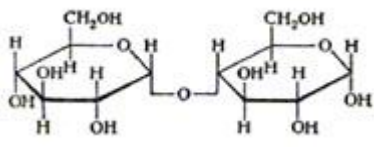
Крохмаль і целюлоза - мають один й той самий мономер – глюкозу, отже й однакову хімічну формулу - $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекули целюлози відрізняються від крохмалю більш високим ступенем полімеризації. У целюлози $n=2500-3000$ (до 4000), тоді як у крохмалю $n=600-900$.

Крім того, целюлоза побудована з ланок β -глюкози, а крохмаль - з α -глюкози. Зазначені форми глюкози, здається, мало відрізняються за своєю просторовою будовою:

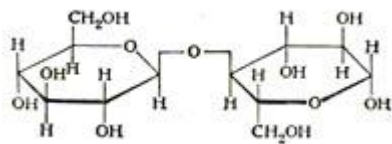


α -глюкоза і β -глюкоза

Але, наприклад, дві молекули α -глюкози зв'язуються з утворенням мальтози - солодового цукру:



а дві молекули β -глюкози зв'язуються з утворенням целобіози:



, які мають зовсім різні властивості.

Молекули целюлози, на відміну від крохмалю, не мають розгалужень, тобто вони побудовані більш впорядковано. Ланцюги молекул целюлози розташовуються паралельно один одному і утворюють між собою зв'язку за рахунок так званих «водневих містків».

Натуральні волокна з целюлози – це *бавовна, льон і пенька* (конопляне волокно).

Каучук – $(C_5H_8)_n$. М. В. 170 –200 тис. в.о. Макромолекули каучуку побудовані ланцюгоподібно. При вулканізації відбувається зшиття молекул каучуку з сіркою і утворюється резина (гума). Коли сірки буде більше 25–30%, каучук перетворюється на тверду речовину чорного кольору – ебоніт. Із ебоніту роблять радіоприлади, медичний інструмент та ін.

3.5.Штучні полімери

Штучні полімери одержують шляхом хімічної переробки природних високомолекулярних речовин. Наприклад, ацетилцелюлоза, **целулоїд** – матеріал для виготовлення галантерейних виробів, іграшок та інших. Целулоїд – легкозаймистий. Ацетилцелюлоза, на відміну від нього малозаймиста, а пластмаса целон, яку виготовляють з неї, у полум'ї не займається, через що її часто називають негорючим целулоїдом. Целулоїдні пластмаси при терті об шерсть виділяють запах камфори.

Ацетилцелюлоза – складний ефір целюлози і оцтової кислоти $[C_6H_7O_2(-O-CH_3CO)_3]_n$ – негорючий матеріал, який широко використовується для виготовлення кіноплівки, ацетатного шовку і пластмас (целулоїд, целон).

Ацетатний шовк отримують так: відходи бавовни при перемішуванні обробляють концентрованою оцтовою кислотою і її ангідридом в присутності невеликої кількості сірчаної кислоти, яка служить каталізатором. Утворюється триацетат целюлози – ефір целюлози з оцтовою кислотою, у якого естерифікованих всі три гідроксильні групи в кожному залишку глюкози, з яких побудована целюлоза.

Цю речовину піддають потім зворотному перетворенню в більш легко розчинний дیاцетат целюлози. Останній розчиняють в пропаноні (ацетоні) або суміші етанолу з бензолом і отримують прядильний розчин. Для виготовлення ниток цей розчин продавлюють через фільтри – металеві

або фарфорові диски з дуже вузькими отворами (кількість отворів коливається від 24 до 36 тис.) - в прядильну шахту, яка продувається нагрітим повітрям. При цьому розчинник випаровується і видаляється разом з потоком повітря. Пари розчинника конденсують і знову використовують у виробництві. Далі нитки з однієї філь'єри на прядильних машинах з'єднуються в одну загальну нитку, витягуються і намотуються на бобіну.

Нітроклітчатка, тринітроклітчатка $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$ – **піроксилін**. Це – ефір целюлози і азотної кислоти. Застосовується як вибухова речовина. Одержують бездимний порох.



Нітроклітчатка разом з камфорою утворюють **целулоїд**, з якого одержують кіноплівки, іграшки, скло «триплекс».

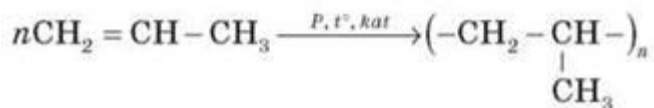
Віскоза – одержують із целюлози і сірки. Із неї роблять целофан, віскозний шовк і т. д. Целюлозу для віскозного волокна отримують з ялинової деревини без будь-яких домішок.

3.6. Синтетичні полімери

Синтетичну речовину отримують шляхом полімеризації або поліконденсації. Вони ще називаються смолами, які використовуються у народному господарстві.

Наприклад, **поліетилен** – $(CH_2 - CH_2 -)_n$. М.В. 60–300 тис. або до 3 млн. в.о. Він має високі електроізоляційні властивості, стійкий до лугів і кислот. При $110^{\circ}C$ розм'якшується, при $-20^{\circ}C$ – стає крихким. Розчиняється у бензолі, толуолі, ксилолі, чотирьох хлористому вуглецю і осідає при охолодженні у вигляді порошку. Використовується в електротехніці, медицині, хімічній промисловості і т. д.

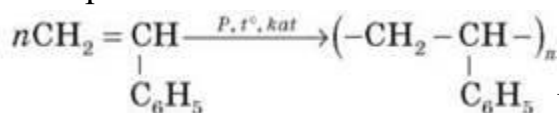
Уперше поліетилен було одержано 1932 р. методом високого тиску у Великій Британії, методом низького тиску — 1953 р. у ФРН.



Поліпропілен -

легкий

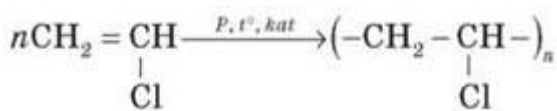
полімер М.в. 150 тис. в.о. міцний, розм'якшується при 160 – 165°C. Добре формується. Використовується як ізоляційний матеріал, для виготовлення деталей телефонів, телевізорів.



Полістирол -

М.в. 3-900 тис. в.о.

Безкольорова маса, фарбується у різний колір. Хімічно стійкий. Застосовується для виготовлення різних деталей, акумуляторних банок і т.д. Полістирольний *пінопласт* застосовується як добрий ізолятор і утеплювач.



Полівінілхлорид -

більш міцний ніж

полістирол. Використовується для виготовлення гальванічних ванн, клейонок, плащів, сумок і т.д. Недолік – швидко «старіє».

Фторопласт – 4 (тефлон) $[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$. Ця речовина нагадує парафін. М.в. 142-534 тис. в.о. Тефлон перевершує навіть благородні метали по стійкості до кислот, лугів, він не розчинюється навіть у «царській горілці». Вироби із нього мають велику твердість, стійки до стирання. Із нього виготовляють підшипники, покриття для робочих органів сільськогосподарських машин (*John Deere*). Розм'якшується при 250°C. Добрий ізолятор.

Поліакрилат, або акрилопласт (органічне скло, плексиглас)

$[-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-]_n$ - дуже поширена прозора пластмаса, з якої виготовляють найрізноманітніші вироби - посуд, чорнильні ручки, скло для годинників, шибки для ілюмінаторів літаків тощо. Вона не б'ється і пропускає 73 % ультрафіолетового проміння, якого звичайне скло зовсім не пропускає. Недоліком є те, що ця пластмаса недостатньо тверда; на ній швидко утворюються подряпини. Органічне скло добре обробляти різальним інструментом, шліфувати і полірувати. Його можна фарбувати в різні кольори органічними барвниками. Плексиглас при нагріванні розм'якає, а в полум'ї загоряється.

Цікаво, що сформований у вигляді волокна, плексиглас – це «штучна вовна» (акрил, ПАН-волокно, прелан, нитрон, редон, орлон, крилор).

Фенолформальдегідні смоли. Бакеліт (карболіт) - $[-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{CH}_2-]_n$, поліоксibenзілметіленглікольангідрид - продукт поліконденсації фенолу (карболової кислоти) з формальдегідом у присутності лужного каталізатора,

резол, термореактопласт. Назва походить від прізвища його винахідника - Лео Бакеланд випустив першу партію ще в 1909-му. Коко Шанель та Енді Уорхол пропагували прикраси з бакеліту серед людей вищого світу. Колекція виробів з бакеліту Енді Уорхола у 1988-му на аукціоні «Сотбіс» була продана за мільйони доларів. Зараз стало модним переробляти старий бакеліт і робити з нього нову прикрасу. Ювелірні виробники використовують предмети старовини з бакеліту (наприклад, радіо), які були дуже популярні в епоху розквіту цього матеріалу. Якщо купуються подібні вироби, то покупця попереджають, що це нова річ ручної роботи, зроблена із старовинного бакеліту. Бакелітові пластмаси (феноло-формальдегідні) поділяють на окремі підгрупи залежно від наповнювача, а саме:

- з бавовною - волокніт,
- з азбестом - фаоліт;
- із скловолокном - склотекстоліт;
- з папером - гетинакс;
- з тканиною - текстоліт;
- з деревним шпоном - лігнофоль, лігностон, баланіт, а також карболіт,

неолейкорит з іншими наповнювачами.

Пластмаси на основі **фенолоформальдегідних смол** і зараз залишаються неперевершеним матеріалом. З них виготовляють:

- щаблі для ескалаторів в метро, ручки для інструментів;
- абразивні інструменти, гальмівні колодки для вагонів метрополітену;
- електротехнічні вироби - вилки, розетки, вимикачі, електролічильники, електропраски, корпуси електродвигунів, реле і магнітні пускачі, клемні коробки;
- корпуси різних апаратів - телефонів, радіоприймачів, фотоапаратів;
- деталі елементів електронної апаратури - радіоламп, електронно-променевих трубок, конденсаторів;
- деталі зброї і військової техніки;
- елементи кухонного приладдя: ручки для ножів, сковорідок, каструль і чайників, газових плит;
- фанеру і деревно-стружкові плити (сполучний матеріал);
- деталі меблів, і меблеву фурнітуру;
- шашки, шахи, доміно та інші елементи настільних ігор;
- сувеніри, канцтовари, біжутерію, годинники;
- клеї і лаки, - наприклад, клей БФ.

Бакелітовий лак (бакеліт у розведеному стані) - використовують для ізоляції обмоток електродвигунів.

Гетинакс - матеріал для виготовлення друкованих плат.
Текстоліт - матеріал для виготовлення друкованих плат і конструкційний матеріал.

В процесі виробництва виділяються пари формальдегідів. *У робочих фабрик трапляються шкірні екземи, роздратування.*

Епоксидні смоли (поліепоксидні смоли — коректніша назва) — пластикові маси (композиції) епоксиду, полімеризація молекул яких відбувається при додаванні каталізатора (отверджувача), в результаті чого маса необоротно твердне. *Епоксидні смоли* застосовуються як добрі **клеї**, для виготовлення **плитки** і т.ін.

3.7.Елементополімери

У залежності від складу ланцюгів неорганічні елементополімери діляться:

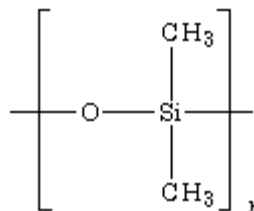
1. *Гомоланцюгові* – побудовані із атомів одного елементу
2. *Гетероланцюгові* – із різних атомів

Наприклад, кремній проявляє схильність до утворення гетероланцюгових полімерів із сітчастою структурою (кварц, силікатне скло).

Елементополімери відрізняються від органічних великою міцністю і твердістю.

Застосовуються як напівпровідники, у якості каталізатора, мінеральних волокон, для захисту металів від корозії і т.д.

Силікони (поліорганосилоксани) - кисневмісні високомолекулярні кремнійорганічні сполуки з хімічною формулою $[R_2SiO]_n$, де R = органічна група (метильна, етільнай або фенільна). До «силіконів» зараховують також поліорганосилоксани (наприклад силіконові мастила типу ПМС, гідрофобізатори типу ГКЖ або низькомолекулярні каучуки типу СКТН) і навіть кремнійорганічні мономери (силани).



- **Полідиметилсилоксан** - найпростіший представник силіконів.

Силікони можуть мати різні фізичні властивості: «силіконові рідини» - менш 3000 силоксанових ланок; «силіконові еластомери» - від 3000 до 10000

силоксанових ланок; «силіконові смоли» - більше 10000 силоксанових ланок і висока ступінь зшивання.

Силікони здатні збільшувати або зменшувати адгезію, надавати гідрофобність, працювати при екстремальних температурах та підвищених вологості; діелектричні, біоінертні, хімічно інертні, еластичні, довговічні, екологічні. Так, наприклад, вироби з силікону зберігають свою працездатність від -100°C до $+300^{\circ}\text{C}$.

З неорганічних полімерів вражають властивості *полімерів бору*: карбід бору - $(\text{B}_{12}\text{C}_3)_n$; борида - HfB_2 , TaB_2 ; боразон (нітрид бору, ельбор, кубонит, кінгсонгіт, киборит) - BN - високоякісні абразивні матеріали, за деякими параметрами переважають алмаз (більша термостійкість (розкладаються за $2000-3250^{\circ}\text{C}$, алмаз же горить за $700\ldots 800^{\circ}\text{C}$) та більша стійкість до механічних навантажень (менш крихкі). Застосовуються в інструментальному виробництві.

До речі, алмаз не є найтвердішою речовиною. *Полімери вуглецю лонсдейліт та фулерит набагато твердіші за алмаз*. Однак малоймовірно їх практичне використання через складність отримання.

Лонсдейліт або алмаз гексагональний на 58% перевершує по твердості алмаз. Під тиском атоми в решітці лонсдейліта перебудовуються таким чином, що об'єм зразка залишається незмінним, а його твердість збільшується. **Найтвердіша речовина відома науці - полімерний фулерит**. Приблизно у два рази твердіше за алмаз. Кристалічні решітки графіту, алмазу та фулериту представлені на рис. 3.1.

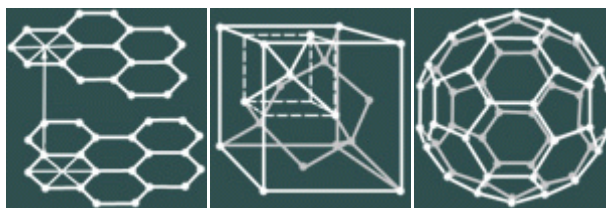


Рис. 3.1. Графіт Алмаз Фулерит

З елементополімерів слід ще згадати **азбест** - «гірський льон» ($3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - гідросилікат магнію, який використовують для виготовлення шиферу. **Азбест – небезпечний канцероген**. З 2005 року застосування азбесту в Європейському союзі повністю заборонено. Всього в світі 60 країн повністю або частково заборонили використання азбесту.

Поліфосфорнітридхлорид - цей єдиний безвуглецевий каучук доволі термостійкий. Він руйнується лише за 350°C .

Окрему ланку у використанні полімерів становлять **присадки до масел та палив**, які при дуже незначних концентраціях (0,001%) суттєво

впливають на в'язкість, а отже і на температуру застигання (гелеутворення), граничну температуру фільтрування та інші експлуатаційні характеристики. При чому використовують полімери з відходів виробництва, наприклад, акрилового волокна. Ефективне згоряння палива з присадкою запобігає втраті потужності і сприяє високопродуктивній роботі двигуна (через зменшення нагару).

3.8. Екологічні проблеми застосування синтетичних полімерів

Хоча наше життя без полімерів і важко уявити, але більшість із них дуже стійкі до впливу навколишнього середовища (можуть зберігатися у ґрунті більше 200 років). У світі щорічно випускається 4 трильйони поліетиленових пакетів у рік. Вони вбивають 1млн. птахів, 100 тисяч морських ссавців, безмежно велику кількість риби. Тому тривають розробки різноманітних способів утилізації полімерів, наприклад, переробки поліетилену на бензин та гас. Але більшість винайдених способів енергетично та економічно не вигідні, до того ж пов'язані з викидом отруйних речовин. Більш перспективним вбачається використання (де це можливо) саморозкладних полімерів. Наприклад, *полімолочна кислота* (НОАК) – походить від молочної кислоти, безпечний для екології матеріал, виготовляють з кукурудзи та інших рослин (останнім часом з бактерій *E. Coli*). Вироби з НОАК розкладаються у ґрунті протягом 60 діб. Може бути використана при компостуванні.

На зміну шкідливому для екології пластику можуть прийти їстівні посуд і упакування. Їстівні склянки *Jelloware* були створені у нью-йоркській дизайнерській студії «The way we see the world». Для створення своєї новинки вони вибрали рослинний замінник желатину — агар-агар. *Агар-агар* отримують з водоростей, його основний компонент — їстівні полісахариди. Студент Ісландської академії мистецтв Арі Йонссон розробив технологію створення пляшок з агар-агару. На відміну від звичайних пластикових пляшок і стаканчиків, склянки з агар-агару не шкодять ґрунту і не забруднюють його: вони швидко розкладаються і стають добривом для мікроорганізмів. Українці Віталій і Ольга Коваль — учасники програми зеленого підприємництва «ClimateLaunchpad» — створили одноразовий посуд з переробленої соломи та крохмалю. Такий посуд не тільки не забруднює природу, а й служить прекрасним добривом для рослин.

Питання для самоперевірки

1. Чим високомолекулярні сполуки відрізняються від низькомолекулярних?
2. Охарактеризуйте фізичні властивості полімерів
3. Чим обумовлена висока рентабельність полімерів?
4. Що є сировинною базою виробництва полімерів?
5. Опишіть структуру полімерів.
6. Як діляться полімери по відношенню до нагрівання?
7. Як діляться пластмаси за складом?
8. Як класифікуються матеріали на основі полімерів?
9. Опишіть склад і властивості природних полімерів.
10. Опишіть склад і властивості штучних полімерів.
11. Опишіть склад і властивості синтетичних високомолекулярних речовин.
12. Охарактеризуйте елементополімери.

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Ластухін Ю.Ю., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 863 с.
2. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С. Основи загальної хімії. Львів: Світ, 2000. 424 с.
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовський В.М. Загальна та неорганічна хімія. Київ: Педагогічна преса, 2000. 783 с.

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

ЛЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ

Мета лекції: Ознайомлення з фізичними та хімічними властивостями металів, способами їх одержання та застосування.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння походження, хімічних властивостей та способів отримання металів, їх

значення у житті людини); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення властивостей високомолекулярних сполук здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- фізичні властивості металів;
- хімічні властивості металів;
- класифікацію металів;
- одержання та використання металів.

План лекції

4.1. Фізичні властивості металів

4.2. Одержання металів

4.3. Хімічні властивості металів

4.4. Значення металів для людини

4.1. Фізичні властивості металів

Більшість хімічних елементів є металічними. Ці елементи є в усіх групах періодичної системи. Перші три групи складаються тільки з металічних елементів, за винятком Гідрогену в першій групі та Бору в третій групі. У IV, V, VI групах металічні елементи в побічних підгрупах і унизу головних підгруп. Якщо в періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва провести умовну діагональ від Берилію до Астату, то в головних підгрупах зліва від діагоналі, у побічних підгрупах та у восьмій групі (виключаючи інертні гази) – металічні елементи. До металічних елементів належать також лантаніди і актиноіди. На зовнішньому електронному рівні атомів металічних елементів міститься 1–3 електрони, тому вони легко віддають ці електрони, та є відновниками. *Чим менше електронів на зовнішньому рівні, тим відновні властивості виражені сильніше. Радіус атомів металічних елементів більший за радіус атомів неметалічних елементів. У періодах найбільші радіуси мають атоми лужних металічних елементів.*

Металічні елементи утворюють прості речовини – метали (від грец. *μέταλλον* (*métallon*) — шахта, кар'єр, добування з надр землі). За звичайних умов **це кристалічні речовини**. Між металічними елементами виникає металічний зв'язок.

Чи можна метали розглядати як полімери з сітчастою структурою? Тут треба пригадати ази молекулярної теорії будови речовин: при хімічній взаємодії атомів утворюються молекули. Молекули бувають одноатомні (наприклад, молекули гелію He), двоатомні (азоту N₂, оксиду

вуглецю CO), багатоатомні (води H₂O, бензолу C₆H₆) і *полімерні (містять до сотень тисяч і більше атомів - молекули металів в компактному стані, білків, кварцу).*

Металічний зв'язок – це зв'язок між позитивними йонами та відносно вільними електронами, що є спільними для всіх йонів. Суть його полягає в тому, що атоми металічних елементів віддають свої електрони, які переміщуються по всій масі шматка металу. Атоми елементів, що віддали електрони, перетворюються на позитивно заряджені йони. Ці йони притягують до себе електрони, які вільно рухаються. У кристалі металу спільні електрони зв'язують багато йонів.

Металічний зв'язок дуже міцний. Такий особливий тип зв'язку обумовлює певні фізичні та хімічні властивості металів.

У вузлах кристалічних ґраток металів знаходяться позитивно заряджені йони і нейтральні атоми, а між ними – вільно рухаються електрони. З цим рухом і зв'язана висока електро – і теплопровідність.

Існування одного металу в декількох кристалічних формах називається поліморфізмом, чи алотропією, а температура, при якій метал переходить з одного стану в інший — температурою поліморфного перетворення. Залізо, наприклад, має дві температури поліморфного перетворення: 910°C і 1400°C. Фізики називають металами речовини, які, крім особливого «металічного» блиску, добре проводять тепло і електричний струм і до того ж пластичні (їх можна обробляти молотом на ковадлі). А хіміки відносять до металів, в першу чергу, ті речовини, які дуже легко перетворюються в катіони, втрачаючи електрони зовнішнього валентного рівня. Таким чином, **із 117 елементів 85 – метали.** Але такий поділ досить умовний. *Наприклад, цинк, алюміній за фізичними властивостями метали, але вони утворюють сполуки (цинкати, алюмінати), в яких вони проявляють неметалічні властивості.*

До того ж, існує таке поняття у хімії як **напівметали (металоїди)** - хімічні елементи, розташовані в періодичній системі на кордоні між металами і неметалами. Для них характерна наявність ковалентної кристалічної решітки і металічної електропровідності (на відміну від напівпровідників напівметали мають електричну провідність при абсолютному нулі, і на відміну від металів з підвищенням температури їх провідність зростає).

Отже, до класу «неметали» повністю відносяться тільки азот, кисень, фтор, сірка, хлор, бром і все інертні гази.

Фізичні властивості металів. Металічний блиск. У компактному стані метали мають характерний металічний блиск, тому що метали

відбивають від своєї поверхні світлові промені, а не пропускають їх як скло, і майже не вбирають, тому є непрозорими. Найкраще відбивають світло **індій та срібло**, тому їх використовують для виготовлення дзеркал. *Метали відбивають радіохвилі.* **Ковкість і пластичність.** Багато металів пластичні і добре куються. Оскільки йони в металічній ґратці один з одним безпосередньо не зв'язані, то окремі їхні шари можуть вільно переміщатися один відносно одного під дією зовнішніх сил. *Пластичність* – це здатність легко змінювати форму під дією зовнішніх сил і зберігати одержану форму після припинення цієї дії. Найбільш пластичним є золото. **Пластичність зменшується в ряду: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe.** Чим більша кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні, тим міцніші зв'язки між окремими шарами йонів, тим пластичність буде нижча. **Найпластичнішим металом є золото.** Із нього можна виготовляти листи, товщиною 0,003 мм, витягувати проволочку тонше волосся. З 1г золота можна витягнути проволочку довжиною у 3 км. Деякі метали зовсім не виявляють пластичності, вони **дуже крихкі** — це бісмут, манган і особливо **стибій** (сурьма). При ударі вони розпадаються на шматочки. **Електрична провідність і теплопровідність.** Метали – добрі провідники електрики і теплоти. Це зумовлено наявністю в металічних ґратках вільних електронів, які в електричному полі набувають спрямованого руху. Найбільшу електропровідність має срібло. **Електропровідність і теплопровідність металів зменшується в ряду: Ag, Cu, Au, Al, Mg, Zn, Fe, Pb, Hg.** Оскільки срібло дороге, в електротехніці використовують мідь і алюміній. Під час нагрівання металів їх електропровідність зменшується, а при охолодженні – зростає; біля абсолютного нуля вона прямує до нескінченності – явище надпровідності. **Густина.** За густиною метали поділяють на *легкі* – *густина яких $< 5\text{г/см}^3$ і важкі* – *густина яких $> 5\text{г/см}^3$.* До легких металів відносяться: **Li, Na, K, Mg, Ca, Cs, Al, Ba.** До важких металів відносяться: **Zn, Cu, Fe, Sn, Pb, Ag, Au, Os.** Найбільш легкий – **Li**, густиною $< 0,53\text{ г/см}^3$. Найбільш важкий – **Os** густиною $> 22,5\text{ г/см}^3$. **Твердість:** за твердістю метали поділяють на *тверді* (найтвердіші **хром і вольфрам** – **ріжуть скло**), і *м'які* (найм'якішими є **натрій, калій, індій, цезій, рубідій**). Вони легко ріжуться ножом. За температурами плавлення розрізняють *тугоплавкі і легкоплавкі.* **Легкоплавкі:** До легкоплавких металів належать метали з $T_{\text{пл}} < 500^\circ\text{C}$. **Cs**– $T_{\text{пл}} = 29^\circ\text{C}$; **Ga**– $T_{\text{пл}} = 30^\circ\text{C}$, **K**- $T_{\text{пл}} = 64^\circ\text{C}$ · **Na**- $T_{\text{пл}} = 98^\circ\text{C}$, **Sn**- $T_{\text{пл}} = 232^\circ\text{C}$, **Pb**- $T_{\text{пл}} = 327^\circ\text{C}$, **Zn**- $T_{\text{пл}} = 419^\circ\text{C}$, **Cd**- $T_{\text{пл}} = 321^\circ\text{C}$. **Найнижчу температуру плавлення має ртуть (Hg) – $T_{\text{пл}} = - 39^\circ\text{C}$.** Але сплав ртуті з галієм (**амальгама галію**, яка містить 8,35% галію та 91,65% ртуті) має ще нижчу температуру плавлення – **мінус $63,3^\circ\text{C}$.** **Тугоплавкі:**

ніобій, молібден, тантал, вольфрам і реній мають температуру плавлення *вище 2000°C*; титан, ванадій, хром, цирконій, гафній, рутеній і осмій мають температуру плавлення *вище 1850°C*. **Найбільш тугоплавкий – W – 3380°C** (за іншими джерелами 3422°C). **Колір:** майже всі метали (за винятком золота та міді) мають білий або сірий колір з різними відтінками. У подрібненому (порошкоподібному) стані більшість металів набувають чорного або темно-сірого кольору. **Магнітні властивості.** *До феромагнітних металів відносять залізо, кобальт, нікель і їх сплави.* Вони володіють високою магнітною проникністю і добре *притягуються до магнітів* і електромагнітів.

До парамагнітних металів відносять алюміній, олово, хром, марганець, платину, вольфрам, розчини солей заліза і ін. Відносна магнітна проникність у них дещо більше одиниці: парамагнітні матеріали *притягуються до магнітів* і електромагнітам у тисячі разів *слабкіше*, ніж феромагнітні матеріали. *Діамагнітні метали до магнітів не притягуються, а, навпаки, відштовхуються.* *До них відносять мідь, срібло, золото, свинець, цинк.* Відносна магнітна проникність у них трохи менше одиниці.

Промислова класифікація металів: **Чорні** - залізо, манган, хром.

Кольорові – решта, поділяють на: малі – кобальт, кадмій, молібден, вольфрам, стибій, ртуть, вісмут; благородні – золото, срібло, метали платинової групи (платина, паладій та інші); рідкісні: розсіяні – галій, індій, талій, германій, реній; рідкісноземельні – скандій, ітрій, лантан та лантаніди; радіоактивні – радій, полоній, актиній та актиноїди.

4.2.Одержання металів

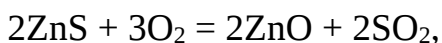
Лише благородні метали зустрічаються у вільному стані. Мінерали і гірські породи, придатні для добування з них металів заводським способом, називаються рудами. Найважливішими рудами є оксиди (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, MnO_2 тощо); сульфідів (ZnS , PbS , Cu_2S , HgS і ін.), солі (NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCO_3). Малоактивні метали зустрічаються переважно у вигляді оксидів і сульфідів, а активні (лужні і лужноземельні) — винятково у вигляді солей. Найбільш розповсюджені оксиди металів: Fe_2O_3 – гематит, Fe_3O_4 – магнітний залізняк, Cu_2O – куприт, Al_2O_3 – корунд, SnO_2 – каситерит.

Добуванням металів з руд займається металургія. Метали добувають з їхніх сполук на металургійних заводах. **Металургія** – наука про промислові способи добування металів з природної сировини. Залежно від способів

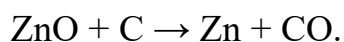
добування металів **розрізняють такі види металургії: піро-, гідро-, електрометалургія та металотермія.**

Пірометалургія посідає провідне місце в металургії. Цим способом добувають метали з руд за допомогою реакцій відновлення, які проводять при високих температурах. Як відновники застосовують вугілля, водень, карбон(II) оксид, активні метали:

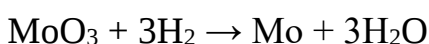
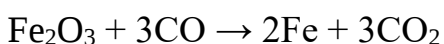
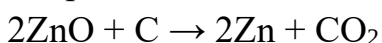
а) сульфідні руди спочатку випалюють:



а потім добутий основний оксид відновлюють вугіллям (коксом):



б) оксидні руди найчастіше відновлюють коксом або карбон(II) оксидом, рідше воднем:



Відновлення металів з їх сполук іншими металами, хімічно більш активними, називають **металотермією, або неметалами (силікотермія)**:
 $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} \xrightarrow{t} 3\text{Mn} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (алюмотермія) $2\text{MgO} + \text{Si} \rightarrow 2\text{Mg} + \text{SiO}_2$.

Гідрометалургія охоплює способи добування металів з розчинів їх солей. При цьому метал, що входить до складу руди, спочатку переводять у розчин за допомогою відповідних реагентів, а потім добувають його з цього розчину. Так, наприклад, під час обробки мідної руди розбавленою сульфатною кислотою, наявний у руді CuO переходить у розчин у вигляді сульфату. Мідь із солі добувають електролізом або відновленням за допомогою порошку заліза.

Електрометалургія охоплює способи добування металів за допомогою електролізу. Електролізом добувають чисті метали. Найактивніші метали (наприклад, Na, K, Ca, Mg) добувають електролізом розплавів солей. Менш активні метали – електролізом розчинів солей.

За допомогою зонної плавки отримують дуже чисті метали і напівпровідники.

Сублімація. Цим методом одержують ще більш чисті метали. Їх спочатку перетворюють у газоподібний стан, а потім шляхом охолодження кристалізують.

4.3.Хімічні властивості металів

У хімічному відношенні метали характеризуються здатністю віддавати електрони і перетворюватися у позитивно заряджені іони. Тому вони завжди виступають як відновники.



Окислювачами можуть бути тільки іони металів.



Відновні властивості металів у періодичній системі збільшуються по групах зверху вниз, а по періодам справа – наліво.

Здатність віддавати електрони у металів неоднакова. Чим легше метал віддає електрони, тим активніше і більш енергійно він взаємодіє з неметалами та іонами інших металів.

Метали можна розташувати в ряд, який починається з хімічно активних і закінчується найменш активними благородними металами (**ряд активності** або **ряд напруг**):

Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Mg, Al, Be, Mn, Zn, Cr, Ga, Fe, Cd, Tl, Co, Ni, Sn, Pb, H, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au.

У ряду напруг стоїть також водень, який віддає електрони і утворює позитивно заряджений іон, тобто поводить себе як метал. Так виглядає, за новітніми уявленнями, ряд напруг для найважливіших металів і водню. За місцем металу в електрохімічному ряду напруг можна пояснити, чи є метал у природі вільним (у самородному стані), чи у вигляді хімічних сполук. Метали, що стоять в електрохімічному ряду напруг до водню, знаходяться в земній корі практично тільки в хімічних сполуках. Срібло, мідь, олово можуть існувати в природі як у самородному стані, так і у вигляді сполук. У самородному стані перебувають найменш активні метали – золото і платина.

З ряду напруги можна зробити три основних висновки, щодо хімічної активності металів:

1. Чим лівіше у ряду напруг розташовується метал, тим він більш активний і кращий відновник.

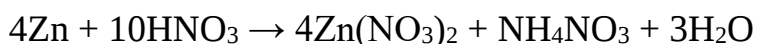
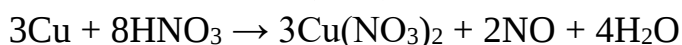
2. Більш активний метал витісняє із солей менш активний ($\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$).

3. Метали, які знаходяться в ряду активності до водню, витісняють його із розбавлених кислот.

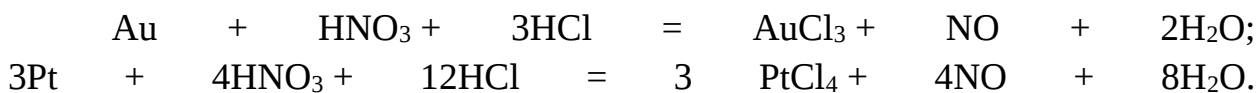
Метали, які знаходяться після водню можуть реагувати з кислотами, але не витіснятимуть його.

Концентрована сірчана кислота (H₂SO₄) взаємодіє майже із усіма металами незалежно від їх розташування у ряді напруги, але водень при цьому не виділяється. Продукт, до якого відновлюється кислота, залежить від активності металу. Наприклад, при взаємодії з міддю – відновлюється до диоксиду сірки (IV) SO₂, з цинком – до вільної сірки, з кальцієм – до сірководню (чим активніший метал, тим краще відновиться сірка).

Специфічно взаємодіє з металами *азотна кислота (HNO₃)*. Навіть її розведені водні розчини окислюють метали без виділення водню. *Продукт відновлення нітрат-іона залежить і від концентрації азотної кислоти і від активності металу*, що з нею взаємодіє.



Золото і платина розчиняються у царській горілці (суміш концентрованих нітратної і хлоридної кислот у відношенні 1: 3 відповідно):

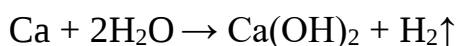
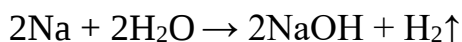


Дія царської горілки полягає в тому, що нітратна кислота окиснює хлоридну кислоту. Вільний Хлор що виділяється при цьому, сполучається з металами з утворенням хлоридів.

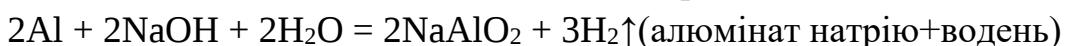
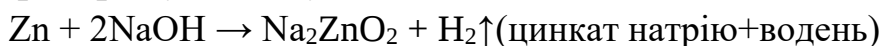
Метали за хімічними властивостям відносять до 3–х груп:

1.Лужні і лужноземельні (1 і 2 групи, головні підгрупи) – найбільш активні:

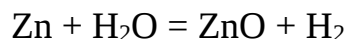
- *реагують з водою* з утворенням гідроксиду і виділенням водню:



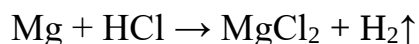
2.Амфотерні - реагують з лугами:



3.Типові метали - реагують з водою при нагріванні. Наприклад, залізо - в парі води при червоному розжарюванні. У цих випадках утворюються оксиди металів і водень:



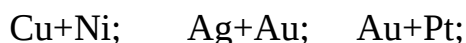
- *метали, які знаходяться у ряду активності до водню реагують з кислотами, витісняючи водень:*



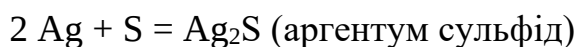
- *метали, які знаходяться після водню реагують з кислотою, але водень не виділяється:*



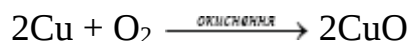
- *реагують з іншими металами, при високій температурі, з утворенням однорідних сплавів:*



- *взаємодіють з неметалами з утворенням солей (крім золота і платини):*



-*з киснем більшість металів утворюють оксиди:*



Для полегшення запам'ятання хімічних властивостей металів уважно роздивиться таблицю 4.1.

4.4.Значення металів для людини

Чорні метали — залізо, манган, хром використовуються як основні метали у чорній металургії, а їх сплави у всіх галузях машинобудування. **Дорогоцінні метали:** золото, срібло, платина використовуються переважно в ювелірній промисловості. **Важкі метали:** мідь, цинк, олово, свинець застосовуються в машинобудуванні, енергетиці. **Рідкісні важкі метали:** нікель, кадмій, вольфрам., молібден, кобальт, ванадій, вісмут використовуються у сплавах з чорними металами як легуючі елементи. **Легкі метали:** алюміній, титан використовуються в авіації, космічній

галузі. **Лужні метали:** калій, натрій, літій використовуються переважно у сполуках у вигляді солей та електролітів. **Лужноземельні метали:** кальцій, барій, стронцій застосовуються в хімічній промисловості. У техніці найбільшого застосування набули залізо, алюміній, мідь, свинець, цинк, олово, нікель. Вони ще мають назву «**технічні метали**».

Таблиця 4.1

Хімічні властивості металів

Відновні властивості	Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Ni	Sn	Pb	(H)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
-----------------------------	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----

	← ← ← ← ← ← ← ← ← ← зростають ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ←		
Взаємодія з киснем повітря	Швидко окислюються за звичайної температури	Повільно окислюються за звичайної температури або при нагріванні	Не окислюються
Взаємодія з водою	За звичайної температури виділяється H_2 і утворюється гідроксид	За нагрівання виділяється H_2 і утворюється оксид	H_2 з води не виділяють
Взаємодія з кислотами	Витісняють H_2 з розбавлених кислот (окрім HNO_3)	Не витісняють H_2 з розбавлених кислот	
		Реагують з конц. H_2SO_4 , HNO_3 при нагріванні	З кислотами не реагують, розчиняються у «царській водці»

Метали використовуються як добрі провідники електрики (мідь, алюміній), так і в якості матеріалів з підвищеним опором, котрі працюють при високих температурах: для резисторів, реостатів і електронагрівальних елементів (ніхром та ін.).

Питання для самоперевірки

- 1.Що таке метали?
- 2.Який тип зв'язку характерний для металів?
- 3.Опишіть будову атомів металів.
- 4.Опишіть будову кристалічної ґратки металів.
- 5.Що таке алотропія?
- 6.Охарактеризуйте фізичні властивості металів
- 7.Що таке легкі та важкі метали?
- 8.Як розподіляються метали за пластичністю?
- 9.Як розподіляються метали за електро- і теплопровідністю?
- 10.Охарактеризуйте твердість металів.
- 11.Як діляться метали за температурою плавлення?
- 12.Які іще існують класифікації металів?
- 13.Опишіть, у якому вигляді знаходяться метали у природі.
- 14.Як одержують метали?
- 15.Яка основна хімічна властивість металів?
- 16.Які висновки можна зробити з ряду напруги металів?
- 17.Що є продуктом реакції між металами?
- 18.На які три групи ділять метали за їхніми хімічними властивостями?
- 19.Що характерно для лужних металів, наведіть приклади.
- 20.Що характерно для амфотерних металів?
- 21.Охарактеризуйте хімічні властивості типових металів.
- 22.Як реагують метали з кислотами?
- 23.Як реагують метали з неметалами?
- 24.Що таке напівметали?
- 25.Охарактеризуйте магнітні властивості металів.
- 26.Опишіть значення металів для людини.

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.

2. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.

3. Кириченко В.І. Загальна хімія. Київ.: Вища школа, 2005. 639 с.

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>

2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>

3. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

ЛЕКЦІЯ 5. ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Мета лекції: Ознайомлення з основними положеннями електрохімії, визначенням та вимірюванням електродних потенціалів, принципом дії та характеристикою основних типів гальванічних елементів.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння основних положень електрохімії, принципу дії гальванічного елементу, типів і характеристик хімічних джерел струму); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення властивостей високомолекулярних сполук здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- основні положення електрохімії;
- електродні потенціали;
- принцип дії гальванічного елементу;
- типи і характеристики первинних хімічних джерел струму.

План лекції

5.1. Основні положення електрохімії

5.2. Поняття про електродні потенціали. Виникнення стрибка потенціалу

5.3. Визначення і вимірювання електродних потенціалів

5.4. Принцип дії гальванічного елементу

5.5. Типи і характеристики основних первинних хімічних джерел струму

5.1. Основні положення електрохімії

Початок електрохімії – досліди 1771 р. Луїджі Гальвані з м'язами жаби: за накладання двох різних металів, що з'єднані провідником, м'язи скорочуються. Гальвані передбачав, що у м'язах виробляється електричний струм (тваринна електрика). Алесандро Вольта був проти теорії Гальвані, Вольта вважав, що м'язи є лише провідниками електричного струму, але не є джерелом струму. Тоді Гальвані демонструє дослід, як м'язи скорочуються за накладання одного металу та без металу – при з'єднанні стегового нерву з м'язом. Хто ж з них був правий? Виявляється, обидва – м'язи є як джерелом, так і провідником електричного струму.

Хімічні процеси, що супроводжуються виникненням електричного струму або самі викликаються ним називаються електрохімічними.

Розділ хімії, що вивчає ці процеси називається електрохімією.

Основи електрохімії були закладені так:

Алессандро Вольта: (1792) відкрив різницю потенціалів і записав відомий ряд Вольта в такому порядку: цинк, олово, свинець, залізо, мідь, золото; (1799) знайшов перше хімічне джерело струму – батарею гальванічних елементів, що складались з цинкових пластинок, розділених сукняними прокладками, просоченими сірчаною кислотою.

Хемфі Деві : (1806-1807pp) сконструював потужну батарею, яка дозволила йому провести електроліз води до кисню та водню; одержати з розплавів солей натрій, калій, кальцій, стронцій, барій, магній, хлор.

1832 р. М.Фарадей: відкрив кількісні закони електрохімії.

1888 р. Вольтер Нернст: сформулював уявлення про природу виникнення електродних потенціалів.

Паралельно йшов розвиток електрохімічних технологій (добування лужних та лужноземельних металів, лугів, алюмінію, хлору; виробництво приладів – гальванічні елементи, акумулятори). Які ж процеси і ефекти є основою цих дивовижних технологій і приладів?

Електрохімічні реакції мають такі особливості:

1. Вони відносяться до окисно-відновних.
2. Протікають на межі електрод-електроліт.
3. Спостерігається перетворення хімічної енергії в електричну.

5.2. Поняття про електродні потенціали. Виникнення стрибка потенціалу

А тепер дайте відповідь на 2 запитання:

1. Чи зарядиться метал, поміщений у склянку з водою?
2. Чи зарядиться метал, поміщений у вакуум?

І в першому і в другому випадку зарядиться. Розберемо докладніше.

Кристалічна решітка складається із іонів металу і електронів, які вільно переміщуються в ньому.

Так, як абсолютно нерозчинних речовин нема, то і метали будуть розчинятися, посилаючи іони у воду. Вода від цих іонів металу зарядиться позитивно +, а електрони, які залишилися на поверхні металу, зарядять його негативно.

Таким чином, будь – який метал поміщений у воду, зарядиться негативно.

У вакуумі електрони, які вільно переміщуються по металу почнуть виходити у вакуум, заряджаючи його негативно, а іони металу, які залишилися - зарядять метал позитивно.

Таким чином, будь який метал у вакуумі зарядиться позитивно.

Електрод – металева пластинка, занурена у воду або розчин електроліту.

Між поверхнею цієї пластини та рідинним середовищем виникає різниця потенціалів, яку називають електродним потенціалом.

Електродний потенціал – це різниця потенціалів між електродом і електролітом.

Кількість іонів, які переходять у розчин з металу залежить від їх концентрації в ньому.

Розглянемо можливі випадки:

1. **У стакан з водою опускаємо цинкову пластинку.** Цинк почне розчинятися, посилаючи свої іони у воду. Вода від цих іонів зарядиться позитивно, а залишок електронів зарядить пластину негативно.
2. **У стакан з розчином $ZnSO_4$ опускаємо цинкову пластинку, концентрація іонів цинку (Zn^{2+}) у розчині така, яку цинкова пластина дає при розчиненні (5 іонів/л).** Цинк почне розчинятися; іони з металу виходять у розчин і в ту саму мить іони з розчину осідають на пластину; настає динамічна рівновага між іонами Zn^{2+} (одні з пластини переходять у розчин, інші – із розчину осідають на метал); утворюється подвійний електродний шар але різність потенціалів дорівнює 0, тобто пластинка не заряджується.

3. Як зарядиться цинкова пластинка у насиченому розчині $ZnSO_4$, де концентрація Zn^{2+} дуже велика? У початковий момент швидкість осідання іонів металу на поверхні електрода переважає швидкість їх переходу в розчин. Поверхня електрода набуватиме позитивного заряду. Кислотний залишок (SO_4^-) зарядить розчин негативно (-).

Виявляється, змінюючи концентрацію розчину можна зарядити метал по різному: -, 0, +.

Розбавляючи розчин водою (3 стакан), можна змінити полярність металу +, через 0, на -.

Добавляючи насичений розчин солі у 1 стакан, також змінимо полярність -, через 0, на +.

Отже полярність металу залежить від концентрації розчину.

Електродний потенціал (абсолютний) виміряти неможливо по 2 причинам:

1. Від вольтметра один провідник можна підключити до електрода, а другий до розчину – ніяк, крім того він становиться електродом.

2. Ці два провідники мають опір, а тому показник вольтметра буде не вірний.

5.3. Визначення і вимірювання електродних потенціалів

Так як виміряти абсолютне значення електродного потенціалу неможливо, його визначають по формулі Нернста.

$$E_0 = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg C_i, \quad (5.1)$$

E_0 - електродний потенціал, В,

E^0 – стандартний електродний потенціал, В,

n – валентність металу,

C_i – концентрація розчину, г-іон/л.

Вимірюють електродний потенціал відносно водневого електрода.

Водневий електрод представляє собою платинову пластинку, що вкрита рихлою (губчастою) платиною. Ця пластинка опущена у 2 н розчин H_2SO_4 , з активністю іонів водню $[H^+] = 1$ г*іон/л. Крізь розчин H_2SO_4 пропускають водень під тиском в 1 ат.

Платинова пластинка, поглинаючи водень, веде себе так нібито вона зроблена із водню. Різність потенціалів між «водневою» пластинкою і H_2SO_4 умовно приймають за 0.

По відношенню до водневого електроду вимірюють електродні потенціали металів. Для цього їх занурюють в розчини своїх солей з концентрацією іонів металу $1 \text{ г} \cdot \text{іон} / \text{л}$ і з'єднують з водневим електродом.

Різниця потенціалів між металом опущеним у розчин своєї солі з концентрацією іонів металу $1 \text{ г} \cdot \text{іон} / \text{л}$ і водневим електродом називається стандартним (нормальним) електродним потенціалом.

Таким чином були виміряні електродні потенціали усіх металів, які створили ряд напруг металів. Цей ряд представляє кількісну характеристику хімічних властивостей металів. У гальванічних елементах анодом слугує більш активний метал, тобто стандартний електродний потенціал якого має меншу алгебраїчну величину, а катодом - навпаки.

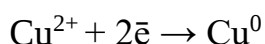
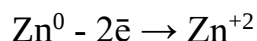
5.4. Принцип дії гальванічного елементу

Гальванічними елементами називаються такі елементи, у яких енергія окисно-відновних реакцій перетворюється в електричну.

Щоб з'ясувати, яким чином у гальванічних елементах хімічна енергія перетворюється у електричну, необхідно знати, які процеси протікають на окремих електродах.

Розглянемо роботу мідно – цинкового гальванічного елементу.

У реакції, де цинкова пластина реагує з CuSO_4 електрони від цинку переходять до іонів міді.



Цей перехід відбувається на дуже малій відстані (частки мілімікрон). При цьому хімічна енергія перетворюється в теплову.

Коли цю реакцію провести так, щоб окисно-відновні процеси протікали окремо, тобто в різних напівелементах, з'єднаних напівпроникною перегородкою, а електроди - провідником, тоді виникає електричний струм (Рис.5.1).

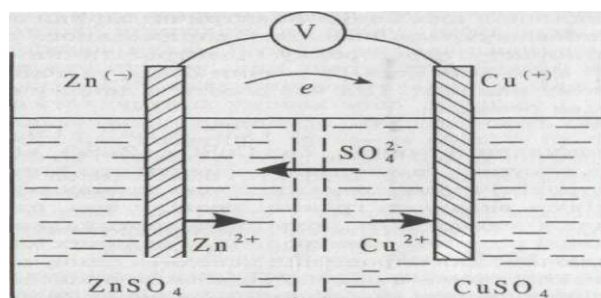
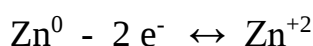
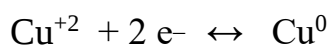


Рис. 5.1. Схема мідно – цинкового гальванічного елемента.

У *цинковому напівелементі* цинкова пластинка занурена у розчин своєї солі з малою концентрацією іонів цинку. Цинк почне розчинятися, посилаючи свої іони у розчин. Розчин від цих іонів буде заряджатися позитивно, а залишок електронів зарядить пластину негативно. Цей процес швидко припиняється, бо позитивно заряджений розчин не буде пускати іони Zn^{+2} із металу, тобто буде їх відштовхувати на пластинку. Між ними встановлюється хімічна рівновага. Тобто, скільки іонів буде виходить із пластинки, стільки їх буде із розчину й осідати.



У *мідному напівелементі*, мідна пластина опущена у розчин своєї солі, де концентрація іонів міді Cu^{2+} дуже велика. При цьому йде пригнічення розчинення пластинки і іони міді із розчину почнуть осідати на пластинку, заряджуючи її позитивно (+), а кислотний залишок SO_4^{-2} зарядить розчин негативно (-). Цей процес швидко припиняється тому, що пластинка зарядившись позитивно почне відштовхувати іони міді Cu^{2+} . Між ними встановиться рівновага.



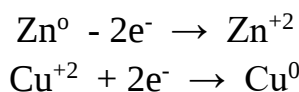
Щоб елемент запрацював треба замкнути внутрішній і зовнішній ланцюги. Внутрішній ланцюг замикається безпосередньо іонами, які проникають крізь напівпроникну перегородку (Zn^{+2} , SO_4^{-2}). Зовнішній ланцюг замикається металічним провідником. Електрони там, де їх більшість (на цинковій пластині) по провіднику перейдуть туди, де їх не вистачає (на мідну пластинку).

Іони міді, які осідають на мідній пластині приймаючи ці електрони перетворюються у чисту мідь:



Таким чином у гальванічному елементі проходять ті самі реакції, що і у пробірці, але у пробірці енергія хімічної реакції перетворюється у теплову, а у гальванічному елементі – у електричну. Це відбувається тому, що забезпечили рух електронів і катіонів.

Загальний процес, який відбувається в гальванічному елементі:



Як бачимо, електрони від цинкової пластини переходять до мідної.

Такий направлений рух електронів називається електричним струмом.

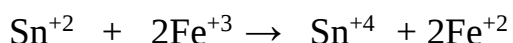
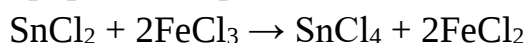
Умовний запис гальванічного елемента: **(-) Zn / ZnSO₄ // CuSO₄ / Cu (+).**

Електрорушійну силу (ЕРС) гальванічного елемента визначають так: від електродного потенціалу окисника віднімають електродний потенціал відновника: $E = E_{\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}}^0$. **ЕРС гальванічного елемента не залежить від розмірів електродів і кількості електроліту, а залежить від активності металу і концентрації електроліту.**

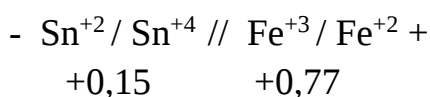
5.5. Типи і характеристики основних первинних хімічних джерел струму

Концентраційні елементи. У концентраційних елементах електроди та розчини однакові, але розчини у напівелементах мають різні концентрації. Там де концентрація мала – електрод буде заряджатися негативно (-) , а де велика - позитивно (+) .

Окисно – відновні елементи. У окисно-відновних елементах електродами найчастіше є малоактивний метал Pt, Au або графітові стержні. Розчини у напівелементах однакової концентрації, але різної хімічної природи, наприклад SnCl₂ і FeCl₃.

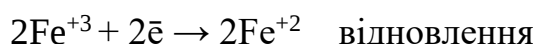
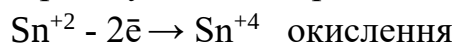


донор акц.



окислення відновлення

Найбільшу спорідненість до електрону проявляє більш активний метал Fe⁺³, він і буде притягувати електрони від Sn⁺².



У результаті утворюються потік електронів від олова до заліза, а між електродами - електродний потенціал, який називається окисно-відновним, або редоксі-потенціалом. **Електрод-окислювач** це електрод, який приймає електрони із зовнішнього ланцюгу (акцептор) і є позитивним полюсом гальванічного елемента (Fe)⁺. **Електрод - відновлювач** це електрод, який

віддає електрони у зовнішній ланцюг (донор) і являється негативним полюсом гальванічного елемента (Sn)⁻.

ЕРС такого елемента буде: $E = +0,77 - (+0,15) = 0,62 \text{ (V)}$

У гальванічних елементах по мірі його роботи ЕРС буде зменшуватися. Це явище називається **гальванічною поляризацією**. Найчастіше поляризація спостерігається у позитивного електрода, де можуть розряджатися іони H^+ , утворюючи при цьому водневу подушку.

У меншій мірі підлягає поляризації негативний електрод, але концентрація іонів металу у розчині зростає, перехід нових іонів зменшується.

Усунення поляризації називається **деполяризацією**, а речовини які використовуються для цього називають **деполяризаторами**: O_2 , MnO_2 , Ag_2O , HgO та ін.

Ємність гальванічного елемента залежить від розмірів електродів і кількості електроліту і визначається:

$$Q = I * t, \quad (5.2)$$

де I – струм розрядки, А; t - час розрядки, години.

До найбільш розповсюджених відносяться марганцево-цинкові і літієві первинні джерела струму. Інші джерела струму виробляються в значно менших масштабах. Коротенько опишемо основні первинні хімічні джерела струму і їх характеристики.

Марганцево-цинкові джерела струму з сольовим електролітом. Анодом служить цинк, що є корпусом джерела струму, активною речовиною катода - діоксид марганцю, електролітом - хлорид амонію, хлорид цинку або хлорид амонію з хлоридом цинку. Електроліт знаходиться або в загущених стані, або в порах мікропористого сепаратора. Для зниження швидкості або запобігання корозії в цинк і в електроліт додають інгібітори корозії. До переваг цих батарейок відносяться невисока вартість і велика кількість випущених типорозмірів, до недоліків - падаюча розрядна крива, відносно невисока питома енергія, значне погіршення характеристик при підвищених навантаженнях і низьких температурах.

Марганцево-цинкові джерела струму з лужним електролітом. Анодом служить порошкоподібний цинк, а катодом - діоксид марганцю. Електролітом є гелеобразний розчин КОН або КОН в матриці. До складу анода і електроліту включають інгібітори корозії. У порівнянні з марганцево-

цинковим джерелом струму з сольовим електролітом батарейки з лужним електролітом мають більш високі ємність і питому енергію, особливо при підвищених навантаженнях і низькій температурі, але вони дорожчі.

Ртутно-цинкові джерела струму. Анодом є порошкоподібний цинк, катодом - оксид ртуті, електролітом - розчин КОН. Характеризується горизонтальною розрядною кривою, високою питомою енергією, низьким саморозрядом. До недоліків відносяться погані характеристики при знижених температурах, висока вартість і, найголовніше, висока токсичність ртуті. Застосовувалися в медичних пристроях, точних приладах і інших пристроях. В останні роки через токсичність ртуті в деяких країнах випуск припинено, в інших країнах істотно скорочений.

Ртутно-кадмієві джерела струму. Анодом служить порошкоподібний кадмій, катодом - оксид ртуті, електролітом - розчин КОН. Робочі температури навколишнього середовища від -55 до 80°C . Вони мають горизонтальну розрядну криву, дуже низький саморозряд, що забезпечує збереження заряду до 10 років. Навіть при температурі 60°C саморозряд не перевищує 1% на місяць. До недоліків відносяться токсичність і висока ціна компонентів. Виготовляються в обмежених масштабах в дисковій, циліндричній і призматичній формах. Застосовуються в пристроях контролю буріння нафтових і газових свердловин, телеметрії двигунів внутрішнього згорання, сигнальних пристроях тривоги, рятувальному обладнанні, пристроях моніторингу у віддалених районах і т.д. Через токсичності виробництво цих джерел струму скорочується.

Срібно-цинкові первинні джерела струму. Як анод застосовується порошкоподібний цинк, катод - оксиди срібла, електроліт - розчин КОН або NaOH (загущені або матричні). Мають гладку розрядну криву, високу питому енергію, низький саморозряд, можуть працювати при великих токах, проте коштовні. Виробляються у дискової формі ємністю до $200\text{ мА}\cdot\text{год}$. Застосовуються у годинниках, фотоапаратах, слухових апаратах та інших пристроях.

Мідно-цинкові джерела струму. Виробництво цих хімічних джерел струму почалося ще в 1889 р. У даний час вони випускаються в невеликих масштабах у вигляді елементів ємністю від 250 до $1000\text{ А}\cdot\text{год}$. Гладкі цинкові пластини і пластини з суміші оксиду міді, міді і сполучника поміщають в скляний або металевий посуд з 20% розчином NaOH. Елементи мають напругу $0,6-0,7\text{ В}$ і питому енергію $25-30\text{ Вт}\cdot\text{год/кг}$. До їх достоїнств відноситься сталість розрядної напруги, дуже малий саморозряд, безвідмовність в роботі і невисока ціна. Застосовувалися в системах сигналізації і зв'язку на залізницях.

Повітряно-цинкові первинні джерела струму. Активною речовиною катода служить кисень повітря, тому катод є невитратним, він містить каталізатор відновлення кисню (активоване вугілля або діоксид марганцю). В якості електроліту застосовується розчин КОН. До переваг відносять дуже високу питому енергію і відносно невисоку ціну, до недоліків - вплив навколишнього середовища (вологості повітря і діоксиду вуглецю) на характеристики джерела струму. Виробляються два різновиди: призматичні з високою ємністю (до 1000 А•год) і дискові з малою ємністю. Використовуються для живлення засобів зв'язку, в слухових апаратах, медичних та інших пристроях.

Літієві первинні джерела струму з твердими катодами і апротонним електролітом. Відновлювачем є літій, окислювачами - оксиди, сульфіді металів або фторокарбон. Електролітами служать розчини солей літію (LiClO_4 , LiBF_4 або LiBr) в апротонних розчинниках: пропіленкарбонат (ПК), діоксолан (ДОТ), γ -бутіролактон (БЛ), тетрагідрофуран (ТГФ), діметоксіетан (ДМЕ) та ін. Залежно від типу використовуваного окислювача джерело струму має розрядне напруга близько 1,5 В (CuO , CuS , FeS , Bi_2O_3 або FeS_2) або 2,5-3,2В (MnO_2 , $(\text{CF})_n$, $\text{Ag}_2\text{V}_4\text{O}_{11}$, Ag_2CrO_4 , $\text{Cu}_4\text{O}(\text{PO}_4)_2$ і ін.) . Літієві первинні джерела струму мають більш високу ємність і питому енергію, більш широкий інтервал робочих температур, кращу працездатність при знижених температурах і меншу швидкість саморозряду в порівнянні з цими ж параметрами марганцево-цинкових джерел струму. Однак вони дорожче марганцево-цинкових елементів. Літієві джерела струму з напругою 1,5 В замінюють марганцево-цинкові батарейки однакового типорозміру, джерела струму з напругою 2,5-3,2В замінюють батареї марганцево-цинкових елементів. Вони використовуються в медичній, побутової, промислової і військової електроніці.

Літієві джерела струму з рідким або розчинним окислювачем. У цих джерелах струму використовуються діоксид сірки (SO_2), що розчиняється в органічному розчиннику, рідкі тіонілхлорид (SOCl_2) і сульфурілхлорид (SO_2Cl_2). Катоди нерозчинні і виготовляються з вуглецевих матеріалів, нанесених на алюмінієву (для SO_2), нікелеву основу або нержавіючу сталь. Електролітом в елементі системи літій - діоксид сірки є LiBr , розчинений в ацетонітрилі, в елементах з тіонілхлоридом і сульфурілхлоридом - LiAlCl_4 в SOCl_2 або в SO_2Cl_2 з добавками. Ці джерела струму мають дуже високу питому енергію, високі швидкості розряду і питому потужність, горизонтальну розрядну криву, здатність функціонувати при низьких температурах (до -55°C), тривалий ресурс. До недоліків слід віднести порівняно високу вартість, роботу під тиском, потенційну

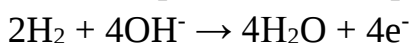
вибухонебезпечність, присутність токсичних компонентів. Використовуються у тих областях, де потрібні високі питома енергія і потужність, тривале збереження, здатність працювати при низьких температурах (у космічній і військовій техніці, системах збереження пам'яті, і інших пристроях).

Йодно-літієві джерела струму з твердим електролітом. Окислювачем є йод, розчинений в твердому полівінілпірідині (ПВП), електролітом - тверда сіль LiI, товщина якої безперервно зростає в результаті токоутворюючої реакції. Ці джерела струму можуть зберігатися дуже тривалий час, мають високу питому енергію, широкий діапазон робочих температур, але дуже низькі швидкість розряду і питому потужність. Використовуються в кардіостимуляторах і виробляються для цих цілей в спеціальній D-образній формі.

Паливні елементи. У паливних елементах електродами служать мілкопористі нікельові пластини. Електролітом – 30 – 40% КОН. Паливом – частіше H_2 , CO, природний газ, вугілля, спирт. У паливному елементі, як і в усіх гальванічних елементах, реакції окислення (палива) і відновлення (кисню) просторово розділені.

Паливні елементи були відкриті ще у далекому 1839 році сером Вільямом Гровом (*William Robert Grove*), коли він вивчав електроліз води. Відключивши від електролітичного середовища батарею, Гров з подивом виявив, що електроди почали поглинати газ, що виділювався і виробляти струм. Відкриття процесу електрохімічного «холодного» горіння водню стало знаменною подією в енергетиці, і в подальшому такі відомі електрохіміки, як Оствальд і Нернст, відіграли велику роль у розвитку теоретичних основ і практичної реалізації паливних елементів і пророкували їм велике майбутнє.

При звичайному горінні у кисні протікає окислення органічного палива, і хімічна енергія палива неефективно переходить у теплову енергію. Але виявилося можливим реакцію окислення, наприклад водню з киснем, провести у середовищі електроліту і при наявності електродів отримати електричний струм. Наприклад, подаючи водень до електрода, що знаходиться у лужному середовищі, отримаємо електрони:



які, проходячи по зовнішньому ланцюгу, надходять на протилежний електрод, до якого надходить кисень і де проходить реакція:



Видно, що результуюча реакція: $2H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ - така само, що і при звичайному горінні, але у паливному елементі, або інакше - в

електрохімічному генераторі, виходить електричний струм з великою ефективністю і частково тепло.

К К Д. (Коефіцієнт Корисної Дії) теплових електростанцій 30 - 40 %.

К.К.Д. паливних елементів - близько 100%.

У 1965р. паливні елементи були випробувані США на космічному кораблі «Джеміні-5», а в подальшому - на кораблях «Аполлон» для польотів на Місяць і за програмою «Шатл». У ті роки вже з'явилися нові матеріали - твердополімерні електроліти на основі іонообмінних мембран, нові типи каталізаторів, електродів. І все ж таки, робоча щільність струму була невеликою - в межах 100-200 мА /см², а вміст платини на електродах - кілька г/ см². Існувало багато проблем, пов'язаних із довговічністю, стабільністю, безпекою.

Вже дуже багато виробників автомобілів представили свої концепти з живленням від паливних елементів. У декількох містах світу колесять автобуси на паливних елементах. Канадська фірма Ballard Power Systems випускає цілий ряд стаціонарних генераторів потужністю від 1 до 250 кВт. При цьому, кіловатні генератори розраховані на те, щоб відразу постачати одну квартиру електрикою, теплом і гарячою водою.

Атомні батареї. На поверхню напівпровідника (германія або кремнію) наносять шар радіоактивного стронцію – 90. β – частинки вибивають із напівпровідника електрони, які рухаються в одному напрямку і накопичуються на колекторі. На колекторі устаноується різниця потенціалів 0,2 V. Строк дії 20 років. Стабільність напруги. З'єднуючи рамки між собою, можна одержати бажану напругу.

Сонячні батареї. На поверхню напівпровідника кремнію наносять шар бора, який дуже чутливий до світла. Світло вибиває із напівпровідника електрони, які рухаються в одному напрямі і накопичуються на колекторі. Різниця потенціалів 0,5V. З'єднуючи рамки між собою можна одержати високу напругу.

Питання для самоперевірки

1. Наведіть основні положення електрохімії
2. Дайте визначення поняття «електродний потенціал».
3. Опишіть виникнення стрибка потенціалу
4. Опишіть визначення і вимірювання електродних потенціалів
5. Опишіть принцип дії гальванічного елементу
6. Охарактеризуйте типи основних первинних хімічних джерел струму
7. Як використовується ряд напруги металів у електрохімії?

8.Що таке електрорушійна сила? Як її визначають?

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.
- 2.Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.
- 3.Кириченко В.І. Загальна хімія. Київ.: Вища школа, 2005. 639 с.

Інформаційні ресурси

- 1.Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
- 2.Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>
- 3.Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

ЛЕКЦІЯ 6. ЕЛЕКТРОЛІЗ. ЕЛЕКТРОЛІЗНІ ПРОЦЕСИ

Мета лекції: Ознайомлення з суттю електролізу, послідовністю розрядження іонів у електродів, законами Фарадея, застосуванням електролізу у промисловості.

Матеріал лекції сприяє формуванню наступних компетентностей: **інтегральна компетентність** (критичне осмислення основних теорій, методів та принципів хімії); **загальна компетентність** (знання та розуміння суті електролізних процесів, законів Фарадея, застосування електролізу у побуті та виробництві); **soft skills** (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

У процесі вивчення властивостей високомолекулярних сполук здобувач ступеня вищої освіти повинен отримати **знання** про:

- суть електролізу;
- закони Фарадея;
- потенціал розкладення, явище поляризації;
- застосування електролізу.

План лекції

- 6.1. Суть електролізу. Катодне відновлення і анодне окислення
- 6.2. Послідовність розрядження іонів у електродів. Другорядні процеси при електролізі
- 6.3. Закони Фарадея. Вихід по струму
- 6.4. Потенціал розкладення
- 6.5. Явище поляризації
- 6.6. Застосування електролізу

6.1. Суть електролізу. Катодне відновлення і анодне окислення

Електроліз - розклад речовин (напр., води, розчинів кислот, лугів, розчинених або розплавлених солей тощо) постійним електричним струмом. При цьому йде перетворення електричної енергії у хімічну.

Відкриття електролізу стало можливим після створення Вольтом батареї гальванічних елементів (1799).

У 1800 англійські дослідники **Нікольсон і Карлейль** відкрили електроліз: вони встановили, що під час проходження постійного струму у воді чи водних розчинах вода розкладається на водень і кисень. Результати пізніших досліджень були сформульовані у вигляді законів **Майклом Фарадеєм** (1833).

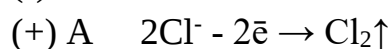
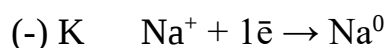
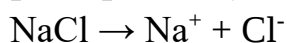
При проведенні електролізу користуються різними електродами. Електроди бувають нерозчинні – Au, Pt, вугільні. Усі інші розчинні.

Реакції, які відбуваються при електролізі на електродах є вторинними. Первинними є реакції дисоціації в електроліті.

6.2. Послідовність розрядження іонів у електродів. Другорядні процеси при електролізі

Розглянемо декілька випадків електролізу.

1. Електроліз розплаву NaCl.

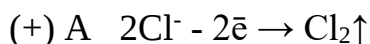
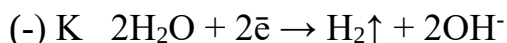
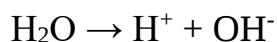
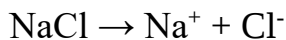


На катоді - відновлення катіонів натрію електронами зовнішнього джерела струму.

На аноді - окислення аніонів хлору, при чому відрив електронів йде тим же самим джерелом струму.

На катоді виділяється натрій, а на аноді - хлор.

2. Електроліз водного розчину NaCl. При цьому бере участь вода.



Так як потенціал водню = 0,414В, то коли йде електроліз водного розчину солі, де потенціал металу менший потенціалу водню, то відновлюється у такому разі не іони металу, а водню із води.

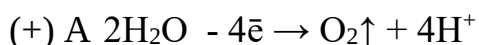
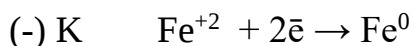
Таким чином на катоді виділяється $\text{H}_2\uparrow$. На аноді - $\text{Cl}_2\uparrow$. Як помітили, натрій і гідроксильна група (OH^-) не виділяються.

Натрій у вигляді іонів (Na^+) буде знаходитися у розчині, притягуючись до катода, де з іонами гідроксилу (OH^-) утворює лужне середовище. Тому його можна виявити індикатором фенолфталеїном.

Помічено, що метали, які знаходяться у ряду напруг до алюмінію включно, не виділяються із водних розчинів на електродах при електролізі, замість них йде електроліз води і виділяється водень.

Вихід по струму таких металів дорівнює 0.

3. Електроліз водного розчину FeSO_4 .



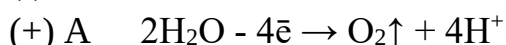
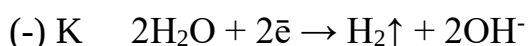
У цьому випадку залізо знаходиться у ряду напруг після алюмінію, тому почне відновлюватися на катоді, тобто виділятися. При цьому іони водню (H^+) будуть накопичуватися біля катода.

До аноду підходять іони SO_4^{-2} і OH^- . Виявляється, що іони SO_4^{-2} утримують електрони міцніше, ніж OH^- іони води. Тоді на аноді буде йти окислення води і виділятися $\text{O}_2\uparrow$.

Тому у цьому випадку на катоді буде виділятися залізо, а на аноді $\text{O}_2\uparrow$. Катіони водню (H^+) і аніони (SO_4^{-2}), будуть знаходитись у розчині.

Помічено, що залишки безкисневих кислот (Cl^- , I^- , Br^- , S^{2-} , CN^- ...) виділяються на електродах при електролізі з водних розчинів, а залишки кисневих кислот (SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} ...) не виділяються, замість них йде окислення води і виділяється $\text{O}_2\uparrow$.

4. Електроліз водного розчину CaSO_4 .



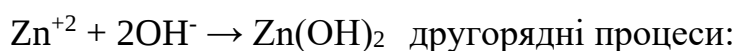
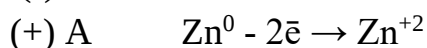
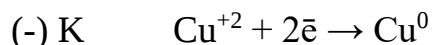
У цьому випадку до катоду підходять іони Ca^{+2} і H^+ . Так як кальцій знаходиться у ряду напруг до алюмінію, то він виділятися не буде. Замість нього виділиться водень із води.

До аноду підходять іони SO_4^{-2} і OH^- . Кислотний залишок не виділиться, замість нього виділиться кисень із води.

Таким чином, одержати Ca^{+2} і SO_4^{-2} електролізом водного розчину CaSO_4 неможливо. Одержимо H_2 і O_2 . Разом ці гази утворюють гримучий газ (дуже вибухонебезпечний). У розчині йде нагромадження іонів Ca^{+2} , SO_4^{-2} , H^+ , OH^- .

До цього ми розглядали процеси електролізу, які відбувалися при нерозчинних електродах. Але в промисловості застосовують і розчинні аноди.

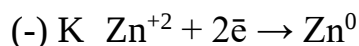
5. Електроліз водного розчину CuSO_4 з розчинним анодом.



У цьому випадку у розчині будуть іони Cu^{+2} , SO_4^{-2} , Zn^{+2} , H^+ , OH^- .

До катоду підходять іони Cu^{+2} , Zn^{+2} і H^+ . Будуть виділятися мідь і цинк.

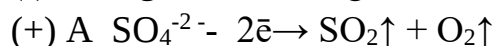
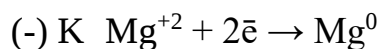
На аноді розчиняється цинк, іони цинку виходять у розчин і підходячи до катоду відновлюються і осідають на ньому.



Таким чином анод розчиняється і переходить на катод. На катоді відкладаються два метали Zn^0 і Cu^0 (спочатку – Cu, потім – Zn).

При наявності у розчині іонів декількох металів першими відновлюються на катоді менш активні метали (більш благородні).

А тепер уявіть собі, що ви берете 2 вугільних електроди, до яких підключений постійний струм, опускаєте їх у розплав MgSO_4 і ведете електроліз. Що буде виділятися на катоді і аноді?



Виявляється, що із розплаву завжди можна одержати метал, а кислотний залишок кисневмісних кислот не одержите – він розкладеться.

6.3. Закони Фарадея. Вихід по струму

Зв'язок між кількістю речовини, яка виділяється при електролізі і кількістю електрики, яка пройшла через електроліт виражається *законами Фарадея*:

1. Однакова кількість електричного струму виділяє на електродах еквівалентну кількість речовин.

Щоб виділити 1 еквівалент іона, необхідно пропустити через розчин кількість електрики, що дорівнює добутку заряду електрона e на число Авогадро N_A :

$$e \cdot N_A = 1,6021 \cdot 10^{-19} \cdot 6,0225 \cdot 10^{23} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ А} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1} (96500 \text{ Кл})$$

Отже, **для виділення на електроді 1г.екв. будь-якої речовини необхідно затратити одну й ту саму кількість електрики – 96500Кл. (Число Фарадея).** Наприклад, при електролізі розплаву NaCl виділяється 22,98 г Na і 35,45 г Cl, тобто, як вони реагували в еквівалентних кількостях, так і одержуються.

2. Маса речовин які виділяються на електродах при електролізі прямо пропорційні кількості електричного струму, що протікає через електроліт:

$$m = e \cdot I \cdot t / F, \quad (6.1)$$

де e – маса еквіваленту, г; F – число Фарадея (96500 Кл); I – сила струму, А; t – час (сек.)

У багатьох випадках на практиці осідає металу менше, ніж розраховано по формулі Фарадея. Тоді використовують формулу, по якій розраховують вихід по струму:

$$\eta = m^1 \cdot 100 / m; \quad (6.2)$$

де η – вихід по струму, %; m^1 – маса металу фактично одержана; m – маса метала, розрахована по формулі 2 закону Фарадея.

Таким чином вихід по струму; металів із розчинів по ряду напруг:

До Al включно – 0; від Al до H_2 – у середньому 50%; від H_2 до Au – 100%.

Тобто, це означає, що метал який знаходиться у ряду напруг до Al при електролізі розчинів ми не одержимо, а буде виділятися H_2 .

Якщо у розчині солей є іони металів (Li, K, Na, Ca, Al, Fe, Co, Ni, Cu, Pt, Au), який з них буде відновлюватися першим при електролізі?

Першим – золото Au, потім – Pt, Cu, Ni, Fe – останнім. Алюміній і всі метали, активніші за нього, не відновлюватимуться з розчинів (тільки з розплавів – як їх і одержують).

6.4. Потенціал розкладення

Для того, щоб електроліз проходив із помітною швидкістю, на клеммах ванни треба підтримувати певну напругу, не меншу, ніж ЕРС гальванічного елемента, що виникає при з'єднанні даних електродів у середовищі даних електролітів.

Та найменша величина електричного потенціалу, при якій струм повинен надійти у ванну, щоб забезпечити протікання процесу електролізу називається потенціалом розкладення, напругою розкладення, вольтажем.

Ці величини можна знайти у довідниках.

Процеси, що проходять у гальванічному елементі та при електролізі мають один характер – це окисно-відновні процеси, але спрямовані протилежно. Тому для електролізу необхідна така напруга, яку дає гальванічний елемент, а краще, ще більша.

Наприклад, проведемо електроліз NiCl_2 . Потенціал розкладання цієї солі $E_{\text{розкл. NiCl}_2} = 1,85 \text{ В}$. ЕРС такого гальванічного елемента ($-\text{Ni}/\text{Ni}^{+2} // 2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2 +$): $E = E_{\text{Cl}} - E_{\text{Ni}} = 1,36 + 0,25 = 1,61(\text{В})$

Різниця між потенціалом розкладання і ЕРС гальванічного елемента називається перенапругою:

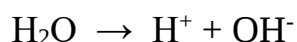
$$E_{\text{п}} = E_{\text{розкл. (дп)}} - E_{\text{розкл. (теор)}}; E = 1,85 - 1,61 = 0,24 (\text{В})$$

Мінімальний потенціал на електроді, при якому починається процес відновлення катіонів металу називається критичним потенціалом ($E_{\text{крит.}}$).

Перенапруга при електролізі може досягати значної величини, що приводить до втрати значної кількості енергії.

6.5. Явище поляризації

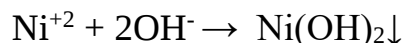
Проведемо нікелювання якогось металічного предмета. У ванну із розчином NiSO_4 опускаємо предмет, підключаємо до нього від випрямляча «-» , а до вугільного електроду – «+». Даємо напругу 36 В. А тепер давайте на декілька хвилин збільшимо напругу до 50 В. Так як у ванні будуть іони Ni^{+2} і H^+ ,



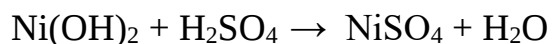
то при такій напрузі іони водню, які у 59 разів легші нікелевих будуть перші досягати предмета і відновлюватися на ньому. Вони покривають тонким шаром (водневою подушкою) предмет і таким чином припиняють доступ іонам Ni^{+2} .

Нікелювання припиняється, тому що виникла поляризація. Щоб її зруйнувати треба поміняти на декілька хвилин клеми. А потім знову зробити, як було. Цим самим можна знову почати нікелювання.

Може відбутися поляризація по-іншому. На клемках гальванічної ванни 36 В, а нікелювання не йде. У цьому випадку розчин не підкислили H_2SO_4 , тому утворився осад,



який тонкою плівкою покриває предмет і припиняє доступ іонам Ni^{+2} . Тому нікелювання не йде. Щоб воно відбулося, треба додати H_2SO_4 , для розчинення осаду.



Таким чином, **поляризація – це зниження ефективності електролізу через перебільшення напруги або випадіння осаду.**

6.6.Застосування електролізу

Електроліз застосовується для одержання багатьох речовин (металів, водню, хлору та ін.), для гальваностегії (нанесенні металічних покриттів), для гальванопластики (відтворенні форми предметів), у хімічному аналізі (полярографія); а також:

- отримання оксидних захисних плівок на металах (анодування);
- електрохімічна обробка поверхні металевого виробу (полірування);
- електрохімічне фарбування металів (наприклад, міді, латуні, цинку, хрому та ін);
- очищення води - видалення з неї розчинних домішок. В результаті біля катода накопичується легка вода («жива вода», застосовується для лікування органів травлення, як загальнооздоровча); біля аноду – важка («мертва» вода, застосовується для лікування шкірних захворювань, дезінфекції ран);
- електрохімічне заточування ріжучих інструментів (наприклад, хірургічних ножів(скальпелів), бритв і т.д.)

Питання для самоперевірки

1.Охарактеризуйте, що таке електроліз.

2. Охарактеризуйте, які реакції первинні, а які вторинні при електролізі?
3. Наведіть формулювання законів Фарадея.
4. Опишіть застосування електролізу.

Рекомендована література та інформаційні ресурси

Рекомендована література

1. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.
2. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.
3. Кириченко В.І. Загальна хімія. Київ.: Вища школа, 2005. 639 с.

Інформаційні ресурси

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії <http://www.tsatu.edu.ua/pvb/>

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ І ПРАВИЛА РОБОТИ У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Техніка безпеки

1. У хімічній лабораторії категорично забороняється проводити досліди, які не відносяться до даної роботи, без дозволу викладача.
2. Досліди з речовинами, що легко займаються або мають неприємний запах, проводити тільки у витяжній шафі.
3. Для проведення дослідів треба користуватися розчинами і реактивами лише вказаної концентрації.
4. Гази, які виділяються у результаті реакції, слід нюхати направляючи рукою потік повітря від склянки до себе.
5. Не коштувати на смак хімічні реактиви.
6. При нагріванні пробірки з реакційною сумішшю її треба тримати відкритим отвором від себе і від людей, які знаходяться поруч.
7. Якщо на руки або обличчя потрапила кислота, треба негайно її змити водою і промити 2% розчином соди або аміаком, потім знову водою.
8. Якщо на руки або обличчя потрапив концентрований луг – спочатку промивають водою, потім - 5% розчином оцтової кислоти і знову змивають водою.
9. При попаданні реактивів в очі їх треба негайно промити великою кількістю води і звернутися до лікаря.
10. При загорянні горючих рідин їх треба гасити вогнегасником або піском, але ні в якому разі не водою.
11. При всіх нещасних випадках в лабораторії негайно треба доповісти викладачу або лаборанту.

Правила роботи

З перших днів роботи у лабораторії студент повинен привчити себе до акуратності і уваги, недолік яких нерідко буває причиною невірності результатів експерименту, а у деяких випадках може призвести до нещастя.

Основним місцем виконання лабораторних робіт є робочий стіл, на якому необхідно підтримувати порядок і чистоту, на робочому місці не повинно бути нічого зайвого.

При виконанні практичних робіт усі спостереження треба записувати в зошит після кожного досліду.

Експеримент проводити тільки у чистому посуді і з чистими реактивами.

Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитися в певному місці, їх заборонено переносити на робочий стіл. Досліди треба проводити спокійно, не поспішаючи, без нервозності. При цьому не проливати і не просипати реактиви. Навіть коли це трапилося, ні в якому разі не виливати і не висипати зібрані реактиви у склянки з чистими реактивами. Їх треба передати лаборанту.

Потрібно бережно поводитися з приладами та реактивами.

Отруйні сполуки потрібно збирати в окремі склянки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. ОТРИМАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ. ВСТАНОВЛЕННЯ ФОРМУЛИ КРИСТАЛОГІДРАТУ

Мета роботи - отримати і дослідити властивості солей. Визначити вміст води у кристалогідраті.

Вимоги до знань і умінь

Студент повинен знати: які сполуки називаються солями, їх класифікація і номенклатура; як визначають формули хімічних сполук; які сполуки відносяться до кристалогідратів, особливості їх будови та властивості.

Студент повинен вміти: скласти рівняння реакції і практично здійснити їх; визначити вміст води у кристалогідраті та встановити його формулу; визначити похибку досліду.

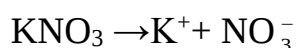
Обладнання та матеріали

- 1.Розчини солей: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KCl , KI , KBr , AgNO_3 , Na_2SO_4 , NiSO_4 , FeCl_3 , CuSO_4 , BaCl_2 , Na_2CO_3 , KNO_3 , NaCl , Na_2SiO_3 ,
- 2.Розчин NaOH
- 3.Розчин HCl

4. CuSO_4 кристалічний
5. Терези з точністю до 0,01 г
6. Тигель
7. Піщана баня
8. Тримач для тиглю
9. Ексикатор
10. Штатив з пробірками (20 шт)
11. Шпатель
12. Сірники

Теоретична частина

Солі представляють собою продукти заміщення атомів водню в кислоті на метал або гідроксид-аніонів в основах на кислотний залишок. Згідно теорії електролітичної дисоціації, **солями називають** речовини, при дисоціації яких утворюються катіони металів (а також NH_4^+ -катіон) і аніони кислотних залишків. $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$



Солі бувають нормальні (середні) – NaCl , CaSO_4 , KNO_3 ; гідросолі (кислі) – KHSO_4 , NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 ; гідроксосоли (основні) – CaOHCl , AlOHSO_4 , CaOHNO_3 ; подвійні – $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$; змішані – CaClClO ; комплексні – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

У назвах солей кисневмісних кислот застосовують закінчення – іт, - ат, - ід.

- іт – коли елемент, утворюючий кислоту, проявляє низьку ступінь окислення. Наприклад: K_2SO_3 – сульфіт калію.
- ат – коли ступінь окислення вища. Наприклад: Na_2SO_4 – сульфат натрію.
- ід – в назвах солей безкисневих кислот. Наприклад: ZnS – сульфід цинку.
- KHSO_4 – гідросульфат калію,
- NaH_2PO_4 – дігідрофосфат натрію,
- CaOHCl – гідроксохлорид кальцію.

Формула хімічної сполуки показує, з яких елементів складається дана речовина і скільки атомів кожного елемента входить до складу його молекули. Масові співвідношення елементів в молекулах можна представити як відношення добутку відповідних атомних мас на число атомів кожного елемента в молекулі, тобто, можна записати:

$$m_1 : m_2 : m_3 = xA_1 : yA_2 : zA_3, \quad (1)$$

де m_1, m_2, m_3 - вміст елементів у даній сполуці (%); x, y, z - число атомів цих елементів у молекулі; A_1, A_2, A_3 - атомні маси елементів. З цього рівняння випливає:

$$x : y : z = \frac{m_1}{A_1} \div \frac{m_2}{A_2} \div \frac{m_3}{A_3}, \quad (2)$$

що дозволяє знаходити відношення між числами атомів в молекулі.
Приклад. Речовина містить 32,43% натрію, 22,55% сульфуру і 45,02% кисню. Співвідношення чисел атомів у формулі даної сполуки:

$$x : y : z = \frac{32,43}{23} \div \frac{22,55}{32} \div \frac{45,02}{16} = 1,41 : 0,705 : 2,82.$$

Якщо найменше число (0,705) прийняти за одиницю, то дане відношення стає відношенням цілих чисел: $x : y : z = 2 : 1 : 4$,

отже, формула сполуки Na_2SO_4 . Ця формула буде найпростішою, оскільки отримане співвідношення може бути виражено також і числами, кратними знайденим.

Для встановлення справжньої формули необхідно знати молекулярну масу сполуки; це дозволяє знайти справжнє співвідношення атомів у молекулі. Так, наприклад, бензол містить 92,3% карбону і 7,7% гідрогену. Знайдена з цього складу найпростіша формула CH . Але у дійсності молекулярна маса бензолу, що визначається за щільністю його пара, дорівнює не 13 ($12 + 1$), а 78. Отже, справжня формула бензолу C_6H_6 .

Кристалогідратом називаються кристалічні речовини, що включають молекули води, наприклад гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мідний купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і т.д. Кристалогідрати при нагріванні втрачають кристалізаційну воду, переходячи у безводні солі. Користуючись цим, можна визначити вміст води у кристалогідраті, а потім, знаючи формулу безводної солі, розрахувати число молекул води, які приєднуються до однієї молекули безводної солі.

Експериментальна частина

Дослід 1. Встановлення формули кристалогідрату

1. У зважений тигель насипати 0,5 - 1 г мідного купоросу. Тигель з кристалогідратом зважити на терезах з точністю до 0,01 г.
2. Помістити тигель на нагріту піщану баню і витримати 20 - 30 хв.
3. Перенести щипцями тигель до ексикатора і охолодити.
4. Зважити охолоджений тигель.
5. Повторити прожарювання тигля, знову охолодити його у ексикаторі і зважити. Якщо вага змінилася не більше ніж на 0,01 г, прожарювання

припинити.

6. За результатами останнього зважування заповнити таблицю 1:

Таблиця 1

Результати зважувань

Маса тигля, г	Маса тигля з кристалогідратом, г	Маса кристалогідрату, г	Маса тигля з сіллю після прожарювання, г	Маса безводної солі, г	Маса води, г

7. Обчислити кількість (моль) води ($N_{\text{досл}}$), що припадає на один моль CuSO_4 , і записати формулу мідного купоросу, отриману дослідним шляхом:

$$N_{\text{досл}} = m / M, \quad (3)$$

де m - Маса води, г; M – маса моля води, г.

1. Визначити похибку досліду (η), виходячи з того, що ідеальна формула мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, тобто $N_{\text{теор}} = 5$:

$$\eta = \frac{N_{\text{досл}} - N_{\text{теор}}}{N_{\text{теор}}} \times 100\% \quad (4)$$

Дослід 2. Отримання солей свинцю і срібла. До п'яти крапель розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ додати 5 крапель розчину будь-якого хлориду, наприклад, KCl . Спостерігати випадіння осаду PbCl_2 . Самостійно підібрати реактиви і отримати сульфат свинцю PbSO_4 і йодид свинцю PbI_2 . Описати досліди, написати рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Підібрати необхідні реактиви і самостійно отримати галогеніди срібла: хлорид, бромід і йодид. Звернути увагу на різне забарвлення солей (що використовується в якісному аналізі). Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Взаємодія солей з лугами. У трьох пробірках провести реакції солей нікелю (NiSO_4), заліза (FeCl_3) і міді (CuSO_4) з гідроксидом натрію (NaOH) - всі речовини використовувати у розчиненому вигляді. Описати, як протікають реакції, написати рівняння реакцій в молекулярній та іонній формі.

Дослід 4. Взаємодія солей з солями. У трьох пробірках змішати розчини наступних солей: в першій BaCl_2 і Na_2CO_3 , у другій $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і KBr ,

у третій KNO_3 і NaCl . Описати спостереження, скласти рівняння реакцій в першій і другій пробірках. Пояснити, чому в третій пробірці реакція не йде.

Дослід 5. Взаємодія солей з кислотами. Солі взаємодіють з кислотами у тому випадку, коли утворена нова кислота випадає в осад. Налити в пробірку 4 - 6 крапель розчину силікату натрію і додати по краплям розбавлену соляну кислоту. Спостерігати утворення желеподібного осаду кремнієвої кислоти. У звіті описати дослід, скласти рівняння реакції і описати зовнішні ознаки гелю кремнієвої кислоти.

Дослід 6. Окислювальні властивості солей (дослід «вогонь - художник»). Нітрати лужних металів при нагріванні виділяють кисень, тому використовуються як окислювачі у складі запалювальних сумішей, пороху, ракетного пального.

Концентрованим розчином KNO_3 зробити малюнок на папері у вигляді спіралі (лінія повинна бути безперервною, без перетинів). Кінець лінії відмітити олівцем. Почекати висихання і зникнення малюнка, після чого доторкнутися тліючим сірником до мітки. Вогонь просувається по малюнку, проявляючи його. Описати дослід і пояснити його.

У загальному висновку коротко перерахувати способи отримання солей і їх найважливіші хімічні властивості.

Питання для самоконтролю

1. Які сполуки називаються солями з точки зору електролітичної дисоціації?
2. Класифікація (які бувають) солей.
3. Як складаються назви солей?
4. Як визначають формули хімічних сполук?
5. Які сполуки відносяться до кристалогідратів, особливості їх будови та властивості?
6. Опишіть способи отримання солей і їх найважливіші хімічні властивості.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ. РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЇ

Мета роботи - ознайомитися з методикою приготування розчинів заданої концентрації, виправлення концентрації розчину, розрахунку потрібної концентрації.

Вимоги до знань і умінь

Студент повинен знати: способи вираження концентрації розчинів, формули для розрахунку еквівалентів речовин, зв'язок між концентрацією та густиною розчину.

Студент повинен вміти: розраховувати еквіваленти хімічних речовин, визначати масову частку речовини у розчині, у тому числі, з урахуванням густини розчину; розраховувати виправлення концентрації.

обладнання та матеріали: довідникові таблиці, калькулятор, таблиця Менделєєва.

Теоретична частина

Масова частка – це фізична величина, що визначається відношенням маси розчиненої речовини до маси всього розчину.

Масова частка не має розмірності і є додатнім число, меншим за одиницю. На практиці масову частку розчиненої речовини часто виражають у долях одиниці або у відсотках.

Процентна, відсоткова концентрація показує скільки грамів речовини знаходиться в 100 г розчину.

$$C \% = \frac{m}{m + m_1} * 100, \quad (5)$$

де m – маса розчиненої речовини,

m_1 – маса розчинника;

5% NaCl, це - 5г NaCl + 95 г H₂O

Розглянемо приклад розрахунків масової частки розчиненої речовини.

Приклад 1. Визначити масову частку купрум (II) хлориду у розчині, який містить 30 г CuCl₂ і 170 г води.

Дано: $m(\text{CuCl}_2) = 30 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 170 \text{ г}$	$w_p = \frac{m_{\text{CuCl}_2}}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100\%$	Розв'язання: Скористаємося наведеною формулою: $w_{\text{CuCl}_2} = \frac{30}{30 + 170} = \frac{30}{200} = 0,15 \text{ або } 15\%$
$w(\text{CuCl}_2) - ?$		

Відповідь: = 15 %.

Це означає, що у 100 г розчину міститься 15 г солі і 85 г води. На масу солі припадає 15% від маси всього розчину.

Масова частка показує скільки грамів розчиненої речовини міститься у 100 г розчину.

Приклад 2. Випаровуванням 250 г розчину добули 5 г солі. Яка була масова частка солі в розчині?

Дано: $m(\text{р-ну}) = 250 \text{ г}$ $m(\text{солі}) = 5 \text{ г}$ $w(\text{солі}) = ?$	$w_{\text{солі}} = \frac{m_{\text{солі}}}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100\%$	Розв'язання: $w_{\text{солі}} = \frac{5}{250} = 0,02 \text{ або } 2\%$
--	--	--

Відповідь: = 2%.

На практиці часто треба приготувати розчин із заданою масовою часткою розчиненої речовини.

$$w_{\text{речовини}} = \frac{w\%_{\text{речовини}} \cdot m_{\text{розчину}}}{100\%} \quad (6)$$

або $w_p = w \cdot m_{\text{р-ну}}$ (7)

Для цього необхідно знати скільки води і розчиненої речовини потрібно взяти, щоб добути розчин із заданою масовою часткою речовини.

Приклад 3. Визначити масу купрум (II) хлориду і води, необхідної для приготування 300 г розчину з масовою часткою солі 0,15 або 15%.

Дано: $m(\text{р-ну}) = 300 \text{ г}$ $w_p = 0,15 \text{ або } 15\%$		Розв'язання: 1. Спочатку обчислюємо масу солі, необхідної для приготування розчину: $m(\text{CuCl}_2) = 0,15 \cdot 300 = 45 \text{ г}$ або $m(\text{CuCl}_2) = \frac{15 \cdot 300}{100} = 45 \text{ г}.$ 2. Обчислюємо масу води: $m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{розчину}} - m_{\text{речовини}}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 300 - 45 = 255 \text{ г}.$
$m(\text{солі}) = ?$ $m(\text{води}) = ?$	$m_p = w \cdot m_{\text{р-ну}}$ або $m_p = \frac{w\% \cdot m_{\text{р-ну}}}{100\%}$	

При роботі з розчинами зручніше брати не масу води, а її об'єм. Для знаходження об'єму води необхідно її масу поділити на густину.

Якщо масова частка 2%, то це означає, що в 100 г розчину міститься 2 г речовини і 98 г води

$$w(\text{реч.}) = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{розчину})} \quad (8)$$

$m(\text{розчину}) = m(\text{реч.}) + m(\text{розчинника})$

$$V = \frac{m}{\rho}, \quad (9)$$

де V – об'єм; m – маса ; ρ – густина.

1 л води = 1000 мл.

$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл.}$

Звідси: $\frac{255\text{г}}{1\text{г/мл}} = 255 \text{ мл.}$

Відповідь: $m(\text{CuCl}_2) = 45 \text{ г}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 255 \text{ г}$ або 255 мл.

Для того, щоб приготувати 300 г розчину з масовою часткою 15% необхідно зважити 45 г CuCl_2 і вмістити її в колбу. Мензуркою відміряти 255 мл води і вилити в колбу з сіллю і перемішувати доти, поки не розчиниться вся сіль.

Обчислення, пов'язані з використанням густини

При роботі з розчинами часто користуються не їхніми масами, а об'ємами.

Щоб перерахувати об'єм розчину в одиниці маси або навпаки користуються поняттям **густини розчину**.

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (10)$$

Звідки

$$m = V \cdot \rho \quad (11)$$

де m – маса розчину, V – об'єм розчину.

Приклад 4. Скільки грамів натрій гідроксиду міститься в 50 мл 10% розчину, густина якого 1,11 г/мл?

Дано:

$V_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) = 50 \text{ мл}$

$w(\text{NaOH}) = 10\%$

$\rho_{\text{р-ну}} = 1,11 \text{ г/мл}$

$m(\text{NaOH}) - ?$

Розв'язання:

$m_{\text{р}} = w \cdot m_{\text{р-ну}}; m_{\text{р-ну}} = V \cdot \rho.$

1. Знаходимо масу розчину NaOH:

$m_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) = 50 \cdot 1,11 = 55,5 \text{ г.}$

2. Знаходимо масу NaOH в цьому розчині:

$m(\text{NaOH}) = \frac{10\% \cdot 55,5}{100\%} = 5,55 \text{ г.}$

Відповідь: у 50 мл 10 % розчину міститься 5,55 г NaOH.

Молярна частка (Молярна концентрація) виражається числом молей розчиненої речовини в 1 л розчину.

$$C_M = \frac{n}{V}, \quad (12)$$

де n – число г-моль розчиненої речовини.

V – об'єм розчину у літрах.

$$n = \frac{m}{M}, \quad (13)$$

де m – маса розчиненої речовини.

M – її молярна маса.

Тоді:

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} \quad (14)$$

Наприклад, треба приготувати 2 М розчин H_2SO_4 .

Молярна маса $H_2SO_4 = 98$, а г-моль = 98 г

$2 \text{ М} = 2 \times 98 = 196 \text{ г}$.

Таким чином треба відважити 196 г H_2SO_4 і вилити її у воду, потім довести до 1 л. Все це робиться у мірному посуді.

Моляльність (Моляльна концентрація) виражається числом г-молей речовини розчиненої у 1000 г розчинника.

$$C_m = n \cdot 1000; \text{ де } n - \text{число г-молей.}$$

Наприклад, треба приготувати 1 м H_3PO_4 .

Молярна маса = 98.

г-моль = 98 г.

Для цього треба взяти 98 г кислоти і вилити її у 1000 г води.

Нормальна або еквівалентна концентрація показує, скільки г-екв розчиненої речовини знаходиться в 1 л розчину.

$$C_H = \frac{m}{E \cdot V}; \quad (15)$$

де m – маса розчиненої речовини.

E – еквівалент розчиненої речовини.

V - об'єм розчину.

Наприклад, треба приготувати 1н розчин H_2SO_4 . Молярна маса = 98 в.о. $1\text{гМ} = 98\text{ г}$. $1\text{г-екв} = 98 : 2 = 49\text{ г}$. Тобто, треба взяти 49 г кислоти вилити у воду і довести до 1 л. Це робиться у мірному посуді.

Визначення еквіваленту.

Закон еквівалентів було відкрито наприкінці XVIII століття. **Хімічним еквівалентом елемента** називається така його маса, яка сполучається з однією масою водню чи 8 одиницями маси кисню, або заміщує таку кількість водню або кисню в сполуках.

Еквівалентною масою називається маса 1 еквівалента речовини.

Поняття про еквівалент має велике значення в хімії, тому що за його допомогою формулюється один з основних законів хімії – **закон еквівалентів**:

Хімічні елементи взаємодіють один з одним у масових кількостях, пропорційних їх еквівалентам.

Математичний вираз цього закону:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}, \quad (16)$$

де m_1 і m_2 – маса першої і другої речовини,

E_1 і E_2 – еквівалент першої і другої речовини.

Хімічний еквівалент простого елемента знаходять з відношення його атомної маси до валентності. Наприклад,

$$E_{Al} = \frac{A}{\text{валентність}} = \frac{27}{3} = 9$$

Хімічні еквіваленти складних речовин розраховують таким чином:

Еквівалент оксиду = мольна маса оксиду / число атомів елемента · валентність елемента

$$\text{Наприклад, } E_{Al_2O_3} = \frac{27 \times 2 + 16 \times 3}{2 \times 3} = \frac{102}{6} = 17$$

Еквівалент гідроксиду = мольна маса гідроксиду / кислотність гідроксиду

$$\text{Наприклад: } E_{Ca(OH)_2} = \frac{74}{2} = 37$$

Еквівалент кислоти = мольна маса кислоти / основність кислоти

Наприклад, $E_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49$

Еквівалент солі = мольна маса солі / число атомів металу · валентність металу

Наприклад, $E_{Al_2SO_4} = \frac{342}{2 \times 3} = 57$

Виправлення концентрацій

1. Коли розчин меншої концентрації, ніж потрібно :

$$m = (a - v) \cdot 100 / (c - a), \quad (17)$$

де m – маса речовини, яку треба додати;

100 – об'єм розчину, мл;

a – необхідна концентрація;

v – концентрація Вашого розчину;

c – концентрація речовини, яку Ви додаєте до Вашого розчину. (Звичайно береться 100% розчин або суха речовина).

Наприклад, із 45% розчину треба зробити 48%.

$$m = (48 - 45) \cdot 100 / (100 - 48) = 5,77 \text{ г} - \text{треба додати речовини на 100 мл}$$

2. Коли розчин більшої концентрації, ніж потрібно:

$$V = a (c - v) / v, \quad (18)$$

де V – об'єм розчиннику, який треба додати;

a – об'єм розчину;

v – необхідна концентрація;

c – концентрація Вашого розчину.

Наприклад, із 120 мл 23% розчину треба зробити 20%.

$$V = 120 \cdot (23 - 20) / 20 = 18 \text{ мл} - \text{стільки треба додати розчиннику.}$$

Правила змішування розчинів. Для приготування розчинів потрібної концентрації іноді приходится використовувати розчини іншої

концентрації. Для цього користуються «правилом хреста» («правилом діагоналей»). Наприклад, треба із 50% та 20% розчинів приготувати 25%. Малюємо умовний прямокутник, де ліворуч у вершинах вказуємо існуючі концентрації (50% та 20%), потім проводимо діагоналі і на перехресті діагоналей вказуємо потрібну концентрацію. Далі обрахунки треба проводити по діагоналях, від більшої величини віднімаючи меншу. Таким чином у кутах прямокутника праворуч ми отримаємо кількість об'ємних частин.

Дізнаємося відносну вагову кількість обох розчинів. Для цього від більшої концентрації віднімаємо потрібну ($50 - 25 = 25$), а потім від потрібної віднімаємо більш низьку ($30 - 25 = 5$).

$$\begin{array}{rcl}
 50\% \setminus & & / 5 \text{ частин} - \text{результат другого віднімання} \\
 & 25\% & \\
 20\% / & & \setminus 25 \text{ частин} - \text{результат першого віднімання} \\
 & \text{-----} & \\
 & 30 \text{ частин} - \text{усього } 25\% \text{ розчину} &
 \end{array}$$

Тобто, на 5 вагових частин 50% розчину треба взяти 25 частин 20% розчину.

Користуючись правилом хреста, можна:

- змішувати розчини, концентрації яких виражені в процентах.
- розбавляти розчини заданої концентрації водою.
- змішувати розчини, концентрації яких виражені в щільності.
- розбавляти розчини заданої концентрації водою.
- збільшувати концентрацію розчину шляхом змішування останнього з твердою речовиною.

При цьому треба ураховувати:

- коли концентрація розчину дається у вагових процентах, то відповідь одержують у вагових одиницях (г, кг, і т. д.).
- коли концентрації виражаються у щільності розчинів, то відповідь одержують в об'ємних одиницях (мл, л, і т. д.).

Приклад 5. Визначити маси розчинів з масовими частками кислоти 10 % та 90 %, необхідних для приготування 160 г розчину з масовою часткою 30 %.

Дано: $w_1 = 10\%$ $w_2 = 90\%$ $m_{\text{р-ну}} = 160 \text{ г}$ $w_3 = 30\%$	Розв'язання: <u>I спосіб</u> 1. За правилом діагоналей визначаємо масові співвідношення вихідних розчинів: $\begin{array}{ccc} 10 & & 60 \\ & \searrow \quad \swarrow & \\ & 30 & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ 90 & & 20 \end{array} \quad \left \begin{array}{c} 3 \\ 1 \end{array} \right.$
$m_1(\text{р-ну}) - ?$ $m_2(\text{р-ну}) - ?$	2. Скільки частин становить маса розчину? $1 + 3 = 4$ 3. Яка маса припадає на одну частину розчину? $160 : 4 = 40 \text{ г.}$ 4. Знайдемо маси вихідних розчинів: $40 \cdot 1 = 40 \text{ г } 90\% \text{ р-ну.}$ $40 \cdot 3 = 120 \text{ г } 10\% \text{ р-ну.}$ <u>II спосіб</u> 1. Знаходимо масові співвідношення вихідних розчинів. 2. Знаходимо маси вихідних розчинів за формулами: $m_1 = \frac{m_{\text{р-ну}} \cdot 1}{1 + 3}; m_2 = \frac{m_{\text{р-ну}} \cdot 3}{1 + 3};$ $m_1 = \frac{160 \cdot 1}{1 + 3} = \frac{160}{4} = 40 \text{ г} \quad 90\% \text{ розчину;}$ $m_2 = \frac{160 \cdot 3}{1 + 3} = \frac{480}{4} = 120 \text{ г} \quad 10\% \text{ розчину.}$

Відповідь: для приготування 160 г 30% розчину необхідно змішати 40 г 90% і 120 г 1% розчинів.

Практична частина

Завдання 1. Визначити масову частку хлориду натрію у розчині, який містить 100 г NaCl і 250 г води.

Завдання 2. Випаровуванням 350 г розчину добули 35 г солі. Яка була масова частка солі в розчині?

Завдання 3. Визначити масу хлориду натрію і води, необхідної для приготування 1000 г розчину з масовою часткою солі 0,09 або 9%.

Завдання 4. Визначити, скільки грамів хлориду натрію міститься в 1 л 10% розчину, густина якого 1,11 г/мл?

Завдання 5. Як приготувати 2 М розчин $\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$?

Завдання 6. Як приготувати 1 м розчин KNaCO_3 ?

Завдання 7. Як приготувати 1н розчин KHSO_4 ?

Завдання 8. Як із 30% розчину зробити 46%?

Завдання 9. Як із 60% розчину зробити 40%?

Завдання 10. Визначити маси розчинів з масовими частками 20 % та 70 %, необхідних для приготування 250 г розчину з масовою часткою 60 %.

Питання для самоконтролю

1. На що вказує відсоткова концентрація розчину?
2. У чому відмінність молярної та моляльної концентрації?
3. Що показує нормальна концентрація розчину?
4. Дайте визначення поняттям «еквівалент», «еквівалентна маса».
5. Сформулюйте закон еквівалентів.
6. Як знаходять хімічні еквіваленти простих елементів та складних хімічних речовин.
7. Як можна виправити концентрацію розчину?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАС

Мета роботи – ознайомитися зі способами отримання, будовою та властивостями волокон.

Вимоги до знань і умінь

Студент повинен знати: способи отримання, будову та властивості природних, штучних та синтетичних волокон.

Студент повинен вміти: проводити якісну реакцію на крохмаль, отримати казеїновий клей, галаліт, полімерну глину («холодний фарфор»), розпізнавати пластмаси за щільністю, пробою на горіння та характерними реакціями, проводити якісну реакцію на крохмаль, отримати казеїновий клей, галаліт, полімерну глину («холодний фарфор»).

виготовити мідноаміачне волокно, розпізнавати волокна за фізичними властивостями, пробою на горіння.

Обладнання та матеріали

Розчин крохмалю (0,2%); 0,1% розчин йоду в 0,2% розчині йодиду калію. Розчин сірчаної кислоти, азотної кислоти, гідроксид натрію, ацетон, нашатирний спирт. Ваги електронні. Мірний циліндр на 100 мл. Мірний циліндр на 1000 мл. Піпетка. Тримач для пробірок. Пробірки, скляна паличка. Пінцет. Спиртівка. Електрична плитка. Зразки пластмас. 50 г сиру, картопля, яблуко, банан, крохмаль кукурудзяний (100 мл), клей ПВА з пластифікатором (100 мл), гліцерин – 10 мл, вазелін – 10 мл, лимонна кислота, харчові барвники, тетраборат натрію, зубний порошок.

Ваги електронні. Пінцет. Спиртівка. Скляна паличка. Мідний купорос, кальцинована сода (пральна). 25% розчину аміаку. 10% сірчана кислота. Вата, фільтрувальний папір. Чашка Петрі. Склянки на 20 мл та на 10 мл (2 шт) з пробками. Метилоранж. Пробірки. Колекція волокон.

Експериментальна частина

Дослід 1. Реакція крохмалю з йодом

У пробірку наливають крохмальний клейстер об'ємом 1 мл, добавляють воду об'ємом 1 мл і 1—2 краплі спиртового розчину йоду. Вміст пробірки перемішують. Розчин забарвлюється в синій колір.

Добутий темно-синій розчин нагрівають до кипіння. Забарвлення зникає, але під час охолодження знову з'являється.

Зробіть висновок щодо спостережень.

За допомогою цієї якісної реакції можна виявити крохмаль у будь-яких продуктах (картопля, яблуко, банан та ін.).

Дослід 2. Отримання галаліту

Спочатку отримують казеїновий клей. Беремо 50 г сиру і промиваємо у холодній воді. Надлишок вологи і жир видаляємо за допомогою серветок або фільтрувального паперу. Протираємо сир через дрібне металеве сито. Додаємо декілька крапель нашатирного спирту (10% водний розчин аміаку) і ретельно розмішуємо. При необхідності додаємо нашатирний спирт по краплях до отримання однорідної напівпрозорої маси схожої як за кольором, так і за консистенцією на згущене молоко, клей готовий. Наливаємо казеїновий клей у форму (вистелену вощеним папером), зверху застеляємо вощеним папером, пригнічуємо вантажем і залишаємо сохнути на 48 годин (мінімум). Як компоненти для кольору і еластичності можна додавати зубний порошок, негашене вапно, крейду; замість нашатирного спирту можна використовувати 30 мл 5% оцту, або 100 мл лимонного соку.

Далі для отримання галаліту висушений казеїновий клей отверджують (дублять) в 3-5% водному розчині формальдегіду, а потім сушать гарячим (50°C) повітрям. Отвердження надає стійкість в агресивних середовищах, підвищує механічну міцність і знижує гігроскопічність. Галаліт стійкий до дії органічних розчинників і розчинів слабких кислот, руйнується за дії сильних кислот і розчинів лугів, добре піддається механічній обробці.

Дослід 3.Отримання полімерної глини («холодний фарфор»)

У скляну (або з тефлоновим покриттям) ємність висипаємо кукурудзяний крохмаль (загущувач + наповнювач), додаємо ПВА (пластифікатор), 1 г тетраборату натрію ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, «бура» - загущувач) і потім додаємо гліцерин (емульгатор, допомагає змішуванню водних та жирних складових), вазелін (емульгатор), після чого необхідно все ретельно перемішати. У перемішану масу додаємо барвник і лимонну кислоту (консервант); повторно перемішуємо. Приготована маса густішає за температури 62 - 80°C при постійному перемішуванні (поки маса не збереться вся навколо мішалки). Готову масу виймаємо на дошку і вимішуємо. Місити потрібно близько 5 хвилин. Полімерна глина повинна придбати пружність і гнучкість. Для остаточного висушування і видалення залишків рідини кладемо полімерну глину на суху тканину. Після

остаточного охолодження загортаємо її у поліетиленову плівку. Якщо Ви не хочете її відразу використовувати, то зберігайте глину в пластиковій ємності з щільною кришкою. У холодильнику зберігати не слід, оскільки клей ПВА втратить властивості (пружність і гнучкість). Оптимальна температура для запікання готових виробів - це 120-130°C, середній показник - це 15 хв на кожні 5 мм виробу. Також багато типів холодного фарфору легко набувають твердість після висихання на повітрі. Для цього часто потрібно кілька днів, але сам виріб зате стає не тільки міцним, але і еластичним, його можна гнути, не побоюючись зламати.

Дослід 4. Дослідження властивостей пластмас

4.1. Помістіть в три пробірки по декілька грамів капрону (нарізану леску, шматки шітки, капронового шнура і т. ін.). У першу пробірку налейте азотну кислоту, в другу - розчин гідроксиду натрію, в третю - ацетон. Через 10 хвилин вміст пробірок перемішайте скляною паличкою. Як впливають на капрон речовини, що знаходяться в пробірках?

4.2. Помістіть у пробірку декілька грамів полістирольного пінопласту, додайте декілька крапель ацетону. Що відбувається?

4.3. Розгляньте зовнішній вигляд зразків пластмас, проведіть їхнє випробування на густину (вагу узнайте зважуванням, об'єм – витисканням води у мірному циліндрі) та горіння, зробіть висновок щодо хімічного складу кожного зразка та заповніть **таблицю 2**. Користуйтеся допоміжною таблицею 3, що наведена у кінці роботи. Склейте розплавленим поліетиленом папір, тканину (в такий спосіб можна виготовити аплікацію на одяг).

Таблиця 2

Властивості пластмас

№ зразка	Густина, г/см ³	Проба на горіння: поведінка в полум'ї / забарвлення полум'я	Пластмаса

Таблиця 3

Властивості пластмас

Хімічне найменування	Густина, г/см ³	Температура розм'якшення, °C	Температура текучості, °C	Проба на горіння: поведінка в полум'ї / забарвлення полум'я / примітка	Властивості продуктів розкладання: колір / кислотна або лужна реакція / запах
1	2	3	4	5	6
Бакеліт	1,36	-	-	Не горить	Вище 300°C починає обгорати і кришитися/ лужна / фенолу, наповнювача і формальдегіду
Целулоїд	1,38	80—90	140	Горючий, горіння супроводжується великим виділенням газів	Різний / лужна / камфори
Полівінілхлорид жорсткий	1,38	75 - 77	160 - 180	Горить важко / зеленує / горить з розкиданням	Біла пара / кислотна / HCl
Полівінілхлорид м'який (пластифікований)	1,30	--	140 - 160	Горить важко / зеленує / горить і після видалення полум'я з розкиданням	Біла пара / кислотна / HCl + пластифікатор
Полістирол	1,05 - 1,09	80 - 100	більше 160	Самозаймається / жовте, що світиться; закіптюжене / плавиться	Біла пара, важча за повітря / нейтральна / солодкуватий квітковий, з відтінком бензолу
Поліамід (капрон)	1,13	203	біля 203	Горить / блакитнує; жовта облямівка / плавиться, тече ниткою	Коричневий / лужна / паленого волосся
Поліетилен	0,92 - 0,96	105 - 130	120 - 160	Горить / спочатку блакитнує, потім жовте / плавиться, тече по краплях, краплі горять	Білий / нейтральна / парафіну

Поліметакрилат	1,18	130 - 150	175 - 190	Горить / жовте, слабо закіптюжене / горить спокійно, з потріскуванням	Безбарвний / спочатку лужна, потім кислотна / фруктовий, солодкуватий
Продовження таблиці 3					
1	2	3	4	5	6
Полівінілацетат	1,16 - 1,18	40 - 180	--	Горить / блакитнувате з жовтою верхівкою; закіптюжене / плавиться, капає, краплі не горять	Білий / кислотна / оцту
Поліефір	--	Розкладається, темніє	--	Горить / світиться; закіптюжене / обвуглюється	Біло-коричневий / нейтральна / солодкуватий
Поліуретан	--	Розкладається, темніє (переробка при 40 - 100 ° C)	--	Горить / світиться / тече по краплях	Біло-коричневий / Лужна / різкий, неприємний
Поліетилентеревфталат	2,1 - 2,3	327	розкладання при нагріванні вище 300°C	Горить / світиться / тече по краплях	- / Кислотна / різкий, HF і HCl; пари отруйні
Фенопласт	1,25 - 1,7	--	--	Горить важко / жовте / вибухає! тріскається; горить з розбризкуванням	Різний / лужна / фенолу, наповнювача і формальдегіду
Амінопласт	--	--	--	Горить важко, іноді горючі наповнювачі / жовтувате, білі краї; обвуглюється; горить з потріскуванням	Білий / лужна / амінів (запах риби), аміаку і метанолу

Питання для самоконтролю

1. За допомогою якої якісної реакції можна виявити крохмаль у будь-яких продуктах, як її провести?

2. Як отримати галаліт?
3. Як отримати «холодний фарфор»?
4. Як розрізнити поліетилен, пінопласт, капрон і полівінілхлорид за фізичними і хімічними властивостями?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ

Мета роботи – ознайомлення студентів з основними видами жорсткості і методами пом'якшення.

Вимоги до знань та умінь

Студент повинен знати: які види жорсткості бувають, які солі обумовлюють тимчасову жорсткість, які солі обумовлюють постійну жорсткість, які застосовують методи для пом'якшення води.

Студент повинен вміти: відрізнити тимчасову жорсткість від постійної; визначити карбонатну жорсткість, визначити загальну жорсткість, усунути усі види жорсткості.

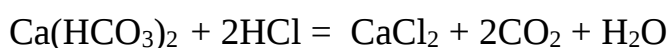
Обладнання та матеріали

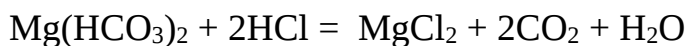
Пробірки місткістю 20 мл. Піпетка 5 мл. Бюретка місткістю 50 мл. Мензурка місткістю 20 мл. Колби конічні місткістю 100 мл. Колба мірна місткістю 100 мл. Розчин соляної кислоти 0,1н., лужна суміш (суміш рівних об'ємів 0,1н розчинів Na_2CO_3 і NaOH), індикатор метилоранж, нітрат срібла 10%, 4 пляшки різної мінеральної води.

Теоретична частина

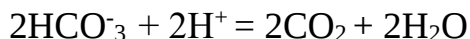
Жорсткість води виражають сумою міліеквівалентів іонів кальцію і магнію, що міститься в 1л води. Один міліеквівалент жорсткості відповідає вмісту 20,04 мг/л Ca^{2+} або 12,16 мг/л Mg^{2+} . Жорсткість води може змінюватися в широких межах. Воду з жорсткістю менш 4 мг-екв/л відносять до м'якої, від 4 до 8 мг-екв/л – до середньої, від 8 до 12 мг-екв/л – до жорсткої і вище 12 мг-екв/л – до дуже жорсткої.

Одним із методів визначення тимчасової (карбонатної) жорсткості води є титрування визначеного об'єму води розчином соляної кислоти відомої концентрації. При приливанні розчину соляної кислоти до води, що містить солі тимчасової жорсткості, відбуваються реакції, що виражаються рівняннями:





або в іонній формі:



Зміна фарбування індикатора (метилоранжу) відбувається в момент, коли гідрокарбонати цілком перетворилися в хлориди.

Приклад. Для титрування 100 мл води витратили 2,5 мл 0,1н розчину соляної кислоти. Яка тимчасова жорсткість води?

Рішення. Нормальність розчину, що містить солі тимчасової жорсткості, визначається по формулі:

$$\frac{V_{\text{води}}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{N_{\text{HCl}}}{N_{\text{ж}}} \quad (19)$$

де $V_{\text{води}}$ – об'єм води, яка взята для аналізу,

V_{HCl} – об'єм розчину соляної кислоти, який пішов на титрування,

N_{HCl} – нормальність розчину соляної кислоти,

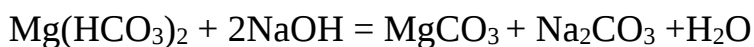
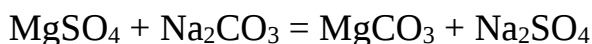
$N_{\text{ж}}$ – нормальність розчину, що містить солі тимчасової жорсткості.

Підставляючи числові значення у пропорцію, знаходимо $N_{\text{ж}}$.

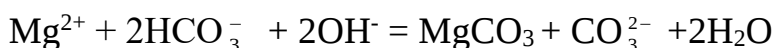
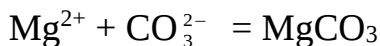
$$N_{\text{ж}} = (V_{\text{HCl}} \cdot N_{\text{HCl}}) / V_{\text{води}} = 2,5 \cdot 0,1 / 100 = 0,0025 \text{ (г-екв/л)} = 2,5 \text{ мг-екв/л}$$

Число грам-еквівалентів солей тимчасової жорсткості дорівнює числу грам-еквівалентів іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} . Жорсткість води дорівнює 2,5 мг-екв/л.

При визначенні загальної жорсткості води використовується метод оборотного титрування, при якому до випробуваної води додають надлишок суміші рівних об'ємів 0,1н розчинів Na_2CO_3 і NaOH . При цьому іони Ca^{2+} і Mg^{2+} переходять в осад. Наприклад:



або в іонній формі:



Кількість Na_2CO_3 і NaOH , що не прореагували, визначається титруванням 0,1н розчином HCl . Вирахувавши кількість лужної суміші, що пішла на осадження солей Ca^{2+} і Mg^{2+} , можна визначити і загальну жорсткість випробуваної води.

Приклад. До 100 мл випробуваної води додано 20 мл 0,1н розчину лужної суміші. Для оборотного титрування води витратили 15 мл 0,1н розчину соляної кислоти. Яка загальна жорсткість води?

Рішення. Позначив об'єм 0,1н розчину лужної суміші, що **не прореагувала** із солями жорсткості, через V , можна написати: $V/15=0,1/0,1$; тобто, $V=15$ (мл).

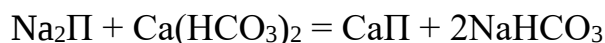
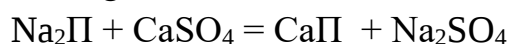
Об'єм 0,1н розчину лужної суміші, що **прореагували** із солями жорсткості, дорівнює: $20\text{мл} - 15\text{мл} = 5\text{мл}$.

Кількість витраченого лугу еквівалентна кількості солей, що знаходяться у досліджуваній воді. Якщо на 100 мл води пішло 5 мл розчину лужної суміші, то на 1 л піде 50 мл. Таким чином, загальна жорсткість води $C_{\text{ж}} = 50 \cdot 0,1 / 1000 = 0,005$ г-екв, або 5 мг-екв/л.

Постійна жорсткість води може бути визначена по різниці між загальною і тимчасовою жорсткістю.

Для пом'якшення води часто використовують гексаметафосфат натрію $(\text{NaPO}_3)_6$, фосфат натрію Na_3PO_4 й ін. Для боротьби з утворенням накипі використовуються речовини, називані антинакипи. До них відносяться колоїдно-дисперсний графіт, таннат заліза й ін. При їхньому застосуванні солі кальцію і магнію утворюють тверді частки, зважені у воді (щільної накипи по стінках не має).

У промисловості для очищення води широко набув метод іонного обміну, здійснюваний за допомогою цеолітів, пермутитів та синтетичні іоніти. Цеоліти і пермутити – сполуки, які відносяться до групи алюмосилікатів, склад яких позначається умовною формулою $\text{Na}_2\text{П}$. Ці алюмосилікати мають пухку кристалічну структуру і спроможні обмінювати іони натрію на іони Ca^{2+} і Mg^{2+} :



Солі магнію реагують аналогічно.

Розглянемо на прикладах **розрахунок жорсткості води.**

Приклад 1. Обчислити тимчасову жорсткість, якщо в одному літрі води міститься 60,12 мг іонів Ca^{2+} і 28,37 мг іонів Mg^{2+} .

Рішення. Число ммоль еквівалентів іонів кальцію обчислюємо за співвідношенням:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ммоль } \text{Ca}^{2+} \text{ — } 20,04 \text{ мг } \text{Ca}^{2+} \\ x \text{ — } 60,12 \text{ мг } \text{Ca}^{2+} \end{array}$$

$$x = 3 \text{ ммоль}$$

Число ммоль еквівалентів Mg^{2+} визначаємо аналогічно:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ммоль } \text{Mg}^{2+} \text{ — } 12,15 \text{ мг } \text{Mg}^{2+} \\ x \text{ — } 28,37 \text{ мг } \text{Mg} \end{array}$$

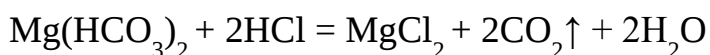
$$x=2,5 \text{ ммоль}$$

Загальне число ммоль еквівалентів іонів Ca^{2+} и Mg^{2+} на один літр води:

$$Ж = 3 + 2,5 = 5,5 \text{ ммоль/л (вода середньої жорсткості).}$$

Приклад 2. Визначити тимчасову жорсткість води, що містить гідрокарбонат магнію, якщо на титрування 100 мл цієї води витрачено 8,00 мл 0,1 н. розчину соляної кислоти.

Рішення. При титруванні жорсткої води соляною кислотою відбувається наступна хімічна реакція:



Відповідно до закону еквівалентів, кількості еквівалентів речовин, які беруть участь в реакції, повинно бути однаковими, отже:

$$C_{\text{эк}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = C_{\text{эк}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}),$$

де $V(\text{H}_2\text{O})$ – об'єм води, $V(\text{HCl})$ – об'єм HCl , який пішов на титрування,

$C_{\text{эк}}(\text{HCl})$ – зєвівалентна концентрація соляної кислоти; $C_{\text{эк}}(\text{H}_2\text{O})$ – зєвівалентна концентрація солей жорсткості у воді.

$$\text{Відтак: } C_{\text{эк}}(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ ммоль/л (вода жорстка).}$$

Експериментальна частина

Дослід 1. Визначення карбонатної жорсткості води

У колбу відміряти 100 мл випробуваної води. Додати 2 – 3 краплі розчину метилоранжу і долити з бюретки 0,1н розчин соляної кислоти доти випробувана вода від однієї краплі кислоти не змінить жовтого фарбування на оранжево – рожеве. Щоб точніше уловити момент зміни фарбування, корисно поставити поруч іншу колбу, що містить 100 мл випробуваної води з 2-3 краплями розчину метилоранжу. Повторити титрування декілька разів. Результати повторних титрувань не повинні відрізнятися один від одного більш, ніж на 0,05 мл. По отриманим даним розрахувати жорсткість води в мг-екв/л. Результати титрувань запишіть у **таблицю 4**, яка наведена нижче.

Таблиця 4

Результати титрування води 0,1н розчином HCl для визначення карбонатної жорсткості

Титрування	Об'єм випробуваної води, мл	Об'єм 0,1н розчину HCl , що пішов на титрування, мл
1	100	

2	100	
3	100	
Середнє значення		

Дослід 2. Визначення загальної жорсткості води

За допомогою циліндру відібрати в колбу 100 мл випробуваної води. Долити туди ж із бюретки 20 мл 0,1н розчину лужної суміші. Додати 2-3 краплі розчину метилоранжу. Лужну суміш, що не прореагували з солями жорсткості, відтитрувати 0,1н розчином соляної кислоти.

По отриманим даним розрахувати:

- а) об'єм 0,1н розчину лужної суміші, що не прореагували із солями жорсткості;
- б) об'єм 0,1н розчину лужної суміші, що прореагували із солями жорсткості;
- в) загальну жорсткість води.

Результати титрування запишіть у **таблицю 5**, що наведена нижче.

Таблиця 5

Результати титрування води 0,1н розчином HCl для визначення загальної жорсткості

Титрування	Об'єм випробуваної води	Об'єм 0,1н розчину HCl, що пішов на титрування
1	100	
2	100	
3	100	
Середнє значення		

Дослід 3. Пом'якшення води (усунення жорсткості)

Розчин, отриманий у досліді 1 (вода з індикатором метилоранжем+кислота), розділити на 2 частини. До однієї – долити 1-2 мл вапняної води. Що відбувається? Написати рівняння реакції.

Іншу частину нагріти до кипіння. Що спостерігається? Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Визначення вмісту хлорид-іонів у воді

Внаслідок гарної розчинності хлористих солей хлорид-іони містяться у всіх водах. Вони зумовлюють солоність морської та океанічної води, а також солоність озер.

Вміст хлорид-іонів в питній воді регламентується і **не має перевищувати 350 мг/л**. Мінеральні води часто збагачені хлоридами, зокрема, концентрація їх у цілющій Миргородській воді досягає 1000-2500мг/л.

У пробірку наливають 5 мл води і додають три краплини 10%-го розчину нітрату аргентуму (AgNO_3). Приблизний вміст хлорид-іонів визначають за осадом або по каламутності у відповідності з **таблицею 6**.

Провести випробування водопровідної та мінеральних вод, результати занести до **таблиці 7**, яка наводиться нижче.

Таблиця 6

Якісне визначення хлорид-іонів у воді

Характеристика осаду або каламутності	Вміст Cl^- , мг/л
Слабка каламутність	1-10
Велика каламутність	11-50
Утворення пластівців, що осаджуються	51-100
Білий об'ємний осад	> 100

Таблиця 7

Вміст хлорид-іонів у воді

№ пляшки	Назва води	Характеристика осаду або каламутності при додаванні AgNO_3	Вміст Cl^- , мг/л

Питання для самоконтролю

- 1.Присутність яких солей зумовлює тимчасову і постійну жорсткість води?
- 2.Яка реакція відповідальна за появу «накипу» при кип'ятінні води?
- 3.Які методи усунення тимчасової і постійної жорсткості води?
- 4.У яких одиницях виражається жорсткість води?
- 5.Як визначається карбонатна(тимчасова) жорсткість води?
- 6.Як визначають загальну жорсткість води?
- 7.Як знаходять постійну жорсткість води?
- 8.Як визначають вміст хлорид-іонів у воді?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ

Мета роботи: ознайомити студентів з найбільш важливими фізичними та хімічними властивостями металів, а також із застосуванням металів і їх важливіших сполук.

Вимоги до знань та умінь

Студент повинен знати: розташування металів у періодичній системі Д.І. Менделєєва; амфотерні метали; фізичні та хімічні властивості металів.

Студент повинен вміти: виконувати хімічні реакції, що визначають властивості металів; написати рівняння реакцій металів з іншими сполуками.

Обладнання та матеріали

Штатив з пробірками, спиртівка, сірники, пробірко тримач.

Метали: залізо, цинк, алюміній, мідь, цинкова пластина, олов'яна пластина, іржавий залізний цвях.

Реактиви: розчини: FeCl_2 , FeCl_3 , NaOH (30%), HCl , CuCl_2 , HNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, BaCl_2 , AlCl_3 , H_2SO_4 , CuSO_4 .

Теоретична частина

Усі елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва умовно розділяються на дві групи: метали і неметали. До металів у більшості випадків відносяться елементи, в атомів яких на зовнішньому енергетичному рівні знаходиться один, два або три валентних електрони. Найхарактерніша хімічна

властивість всіх металів – їх відновна активність, тобто здатність атомів легко віддавати валентні електрони і перетворюватися у позитивні іони. Здатність віддавати електрони у металів неоднакова. Чим легше метал віддає електрони, тим активніше і більш енергійно він взаємодіє з неметалами та іонами інших металів. За ознакою активності всі метали розташовуються у ряді, що називається **рядом активності** або **рядом напруги**.

Li , Ca , Mg , Al , Mn , Zn , Cr , Fe , Co , Ni , Sn , Pb , W , H_2 , Cu , Ag , Hg , Au

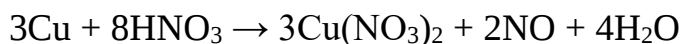
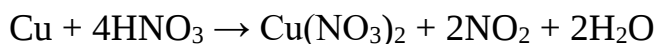
У ряді напруги стоїть також водень, який віддає електрони і утворює позитивно заряджений іон, тобто поводить себе як метал.

З ряду напруги можна зробити три основних висновки, щодо хімічної активності металів:

1.Всі метали, що розташовані лівіше за водень, витискають (відновлюють) його з кислот.

Концентрована сірчана кислота взаємодіє майже із всіма металами незалежно від їх розташування у ряді напруги, але водень при цьому не виділяється. Продукт, до якого відновлюється кислота, залежить від відновної активності металу. Наприклад, при взаємодії з міддю – відновлюється до диоксиду сірки (IV) SO_2 , з цинком – до вільної сірки, з кальцієм – до сірководню.

Специфічно взаємодіє з металами азотна кислота HNO_3 . Навіть її розведені водні розчини окислюють метали без виділення водню. Продукт відновлення нітрат-іона залежить і від концентрації азотної кислоти і від активності металу, що з нею взаємодіє.



Тут ми спостерігаємо, що замість водню з кислот відновлюються сірка і азот, які є більш електронегативними (електронофільними) – вони перехоплюють електрони, які віддає метал.

2.Метал витискає (відновлює) з солей інші метали, розташовані у ряду напруг правіше від нього і може відновлюватися металами, які розташовані лівіше.

3.Чим лівіше у ряду напруг розташовується метал, тим він більш активний і кращий відновник.

Експериментальна частина

Дослід 1. Дія хлористоводневої і розведеної сірчаної кислоти на метали

1.1.У пробірку налейте 1-2 мл хлористоводневої кислоти і опустіть шматочок заліза. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

1.2.У пробірку налейте 1-2 мл хлористоводневої кислоти і опустіть шматочок цинку. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

1.3.У пробірку налейте 1-2 мл сірчаної кислоти концентрацією 2Н і опустіть шматочок алюмінію. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

1.4.У пробірку налейте 1-2 мл 2Н сірчаної кислоти і опустіть шматочок міді. Що відбувається? Поясніть.

Дослід 2. Витискання менш активних металів з їх солей більш активними металами (див. ряд напруги металів)

2.1. У пробірку налейте 1-2 мл розчину сульфату міді і опустіть залізний цвях. Залиште його у розчині на декілька хвилин. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

2.2. У пробірку налейте 1-2 мл розчину сульфату міді і опустіть алюмінієвий дріт. Залиште його у розчині на декілька хвилин. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

2.3. У пробірку налейте 1-2 мл розчину сульфату міді і опустіть цинкову пластину. Залиште її у розчині на декілька хвилин. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

2.4. У пробірку налейте 1-2 мл розчину сульфату міді і опустіть олов'яну пластину. Залиште її у розчині на декілька хвилин. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 3. Добування ферум(II) та ферум(III) гідроксидів реакцією обміну

В одну пробірку влийте 1-2 мл розчину солі Феруму(II), а в другу – розчину солі Феруму(III). До розчинів обох солей додайте по 3-4 краплі розчину лугу. Який колір утворених осадків? Складіть молекулярні та йонні рівняння проведених реакцій. Зробіть висновок.

За дії лугів на сполуки Феруму(II) утворюється світло-зелений осад Fe(OH)_2 , а сполуки Феруму (III) – бурий осад Fe(OH)_3 . Сполуки Fe^{2+} із червоною кров'яною сіллю дають синій осад, а сполуки Fe^{3+} із калій роданідом дають криваво-червоний колір:

$3\text{Fe}^{2+} + 2\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6] \text{ (червона кров'яна сіль)} \rightarrow \text{Fe}_3[\text{Fe(CN)}_6] \text{ (турнбулева синь)} + 6\text{K}^+$

$\text{Fe}^{3+} + 3\text{KCNS} \text{ (роданід калію (безбарвний))} \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{CNS}) \text{ (роданід заліза (криваво-червоний))} + 3\text{K}^+$

Дослід 4. Розв'язування експериментальних задач з теми «Метали»

4.1. Очистіть від іржі залізних цвяхів хімічним способом. Напишіть рівняння реакції.

4.2. Доведіть на досліді, що видана вам речовина є алюміній сульфат. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.

4.3. Вам видано розчини хлоридів барію, алюмінію, феруму(II) і ферум(III).

Визначте експериментально під яким номером міститься кожний розчин. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.

4.4.Проробіть реакції, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2$.

Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.

Дослід 5. Добування алюміній гідроксиду та доведення його амфотерності

5.1.Добування алюміній гідроксиду. Налийте у пробірку 2-3 мл розчину солі алюмінію і по краплинах доливайте розбавлений розчин лугу до утворення драглистого осаду.

Чому розчин лугу необхідно доливати краплями? Яка речовина випадає в осад? Запишіть рівняння проведеної реакції в молекулярній та йонній формах.

5.2.Властивості алюміній гідроксиду. Добутий осад розлийте у дві пробірки. В одну з них долийте розчин кислоти, а в другу – розчин лугу. Що відбулося? Які властивості характерні для алюміній гідроксиду. Запишіть рівняння проведених реакцій в молекулярній та йонній формах.

Питання для самоконтролю

- 1.Які елементи періодичної системи можна віднести до металів?
- 2.Чому розподіл хімічних елементів на неметалеві і металеві слід вважати умовним? Відповідь підтвердить прикладами.
- 3.Які періоди системи Д.І.Менделєєва повністю складаються з елементів неметалів?
- 4.Користуючись періодичною системою Д.І.Менделєєва назвіть, які метали відносяться до s-, p-, d- і f- елементів?
- 5.Визначте тип хімічного зв'язку у металах?
- 6.Які фізичні властивості металів – простих речовин – обумовлюють наявність металевого зв'язку у кристалічній решітці?
- 7.Які три основних висновки можна зробити з ряду напруги металів?
- 8.Як взаємодіють з металами концентрована сірчана та азотна кислоти?
- 9.Визначте основну хімічну властивість металів.
- 10.Користуючись рядом напруги, назвіть метали, які не відновлюють водень з кислот.
- 11.В яких випадках метали, що розташовані у ряді напруги перед воднем, не відновлюють водень з кислот?
- 12.У якому вигляді найчастіше використовуються метали у техніці?

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота подається студентом у вигляді підготовки презентацій або постерів за теоретичними питаннями, визначеними для самостійного вивчення, розв'язування задач і тестових завдань, вирішення кейсів. Теми «Класи неорганічних сполук», «Акумулятори», «Корозія металів» є надзвичайно важливими для майбутніх спеціалістів із цивільної безпеки, тому у даному посібнику вони розглянуті більш детально.

Для поглибленого самостійного вивчення дисципліни існують картки індивідуальних завдань, які охоплюють весь матеріал навчального курсу для даної спеціальності.

Номер картки відповідає порядковому номеру прізвища студента у журналі групи.

Для закріплення навчального матеріалу та перевірки отриманих знань слугують також тезаурус та тестові завдання.

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Основні наукові поняття хімії

Теоретичні питання

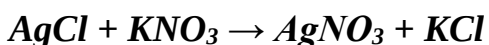
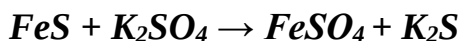
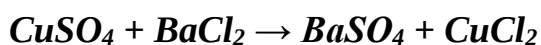
Сучасні тлумачення загальних наукових понять з хімії та закономірностей перебігу хімічних процесів у розчинах.

Основні історичні етапи розвитку хімії.

Задачі

1. Назвіть сполуки: K_2O_2 , MnO_2 , BaO_2 , MnO , CrO_3 , V_2O_5 .

2. Чи можливо здійснити у розчинах реакції:



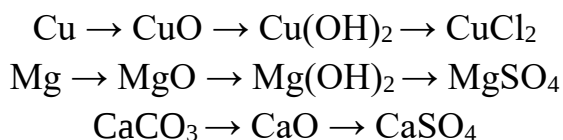
3. Складіть рівняння реакцій отримання хлориду магнію: а) дією кислоти на метал; б) дією кислоти на основу; в) дією солі на сіль.

4. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна отримати в лабораторії речовини: а) хлороводень; б) сульфід свинцю; в) сульфат барію; г) орто-фосфат срібла; д) гідроксид заліза (ІІІ); е) нітрат міді (ІІ).

5. Які з указаних гідроксидів можуть утворити основні солі: а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; в) LiOH ; г) $\text{Al}(\text{OH})_3$; д) KOH .

6. Напишіть структурні формули сполук: CO_2 , Al_2O_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , CaOHCl , Na_2HPO_4 .

7. При допомозі яких реакцій можна здійснити переходи.



Класи неорганічних сполук

Теоретичні питання

Речовини поділяються на прості і складні. Прості речовини утворюються з атомів одного хімічного елемента (H_2 , O_2 , Fe , Cu), а складні - з атомів різних елементів (ZnO , NaCl , CaOHCl , NaHCO_3). Складні речовини називаються хімічними сполуками.

Прості речовини поділяються на метали і неметали. До неметалів відносяться речовини, утворені атомами 22-х хімічних елементів: водню, інертних газів, галогенів, кисню, сульфору, селену, телуру, нітрогену, фосфору, миш'яку, карбону, силіцію, бору. Всі інші хімічні елементи і утворені ними прості речовини є металами. Метали у хімічних реакціях здатні тільки віддавати електрони, тобто є відновниками, тому у сполуках їх атоми знаходяться завжди тільки в позитивних ступенях окислення. Неметали у реакціях можуть брати і віддавати електрони, тобто вести себе і як окислювачі і як відновники, тому ступені окислення неметалів у сполуках можуть бути як негативними, так і позитивними.

Складні речовини (хімічні сполуки) дуже численні і різноманітні за складом і властивостями. Основними класами неорганічних сполук є оксиди, кислоти, гідроксиди та солі.

Оксиди (окисли) – хімічні сполуки елемента з киснем. Формула E_xO_y .

Назва оксиду – складається так. Спочатку говоримо слово оксид, потім називаємо елемент, який утворює цей оксид, Na_2O – оксид натрію, BaO – оксид барію. Коли елемент утворює декілька оксидів, то в їх назві указують ступінь окислення елемента (римською цифрою в дужках). Наприклад: CO – оксид вуглецю (II), CO_2 – оксид вуглецю (IV).

Оксиди бувають солеутворюючими (Na_2O , CaO , Fe_2O_3) і несолеутворюючими (CO , SiO , N_2O , NO). Солеутворюючі оксиди поділяються на основні, кислотні та амфотерні.

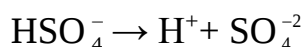
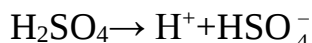
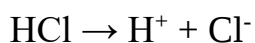
Основні – оксиди, гідрати яких є основи . Наприклад: (Na_2O , BaO , CuO). Їм відповідають гідроксиди: $NaOH$, $Ba(OH)_2$, $Cu(OH)_2$.

Кислотні – оксиди, гідрати яких є кислоти. Наприклад: CO_2 , SO_3 , P_2O_5 , їм відповідають кислоти H_2CO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 .

Амфотерні (амфоліти) – оксиди, гідрати яких є основи або кислоти в залежності від рН середовища. Наприклад: ZnO , SnO , Al_2O_3 . Їм відповідають гідроксиди $Zn(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, $Al(OH)_3$ або кислоти H_2ZnO_2 , H_2SnO_2 , $HAIO_2 \cdot H_2O$.

Гідроксиди (гідрати) є сполуки солеутворюючих оксидів з водою. За типом і продуктам електролітичної дисоціації у водних розчинах і за хімічними властивостями гідроксиди підрозділяються на основи [$Ba(OH)_2$, $NaOH$, $Fe(OH)_3$ і ін.], кислоти (H_2SO_3 , H_2SO_4 , HNO_3 та ін.) і амфотерні основи [$Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ і ін.].

Кислоти – електроліти, які у водних розчинах дисоціюють тільки на катіони водню і аніони кислотного залишку.



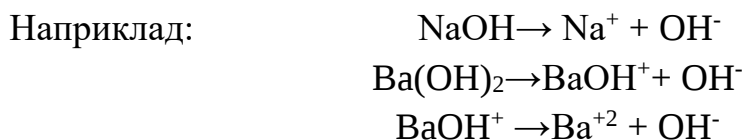
Кислоти бувають кисневмісні (HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4) і безкисневі (HCl , HBr , H_2S). По кількості атомів водню у кислоті вони бувають одно -, двох -, трьох - і багатоосновні. Наприклад: HCl – одноосновна, H_2SO_4 – двоосновна, H_3PO_4 – трьохосновна.

Назва кисневмісних кислот залежить від елемента, який утворює цю кислоту з додатком закінчення – на, коли ступінь окислення елемента відповідає номеру групи в періодичній системі H_2SO_4 – сірчана кислота, HNO_3 – азотна. По мірі зниження ступеня окислення суфікси змінюються у наступному порядку: – вата, – иста, – ватиста. Наприклад: $HClO_4$ – хлорна кислота, $HClO_3$ – хлорновата кислота, $HClO_2$ – хлориста кислота, $HClO$ – хлорноватиста кислота. Коли елемент утворює декілька кисневмісних кислот,

то до назви кислоти з меншим числом кисневих атомів додають приставку мета, з більшим – орто. HPO_3 – метафосфорна кислота, H_3PO_4 – ортофосфорна кислота.

Назва безкисневих кислот залежить від назви елемента, який утворює цю кислоту з додаванням закінчення “о” і додаванням слова “воднева”. HCl – хлороводнева, або соляна кислота, HBr – бромоводнева.

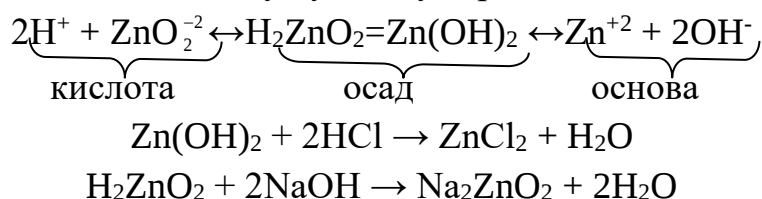
Основи – електроліти, які у водних розчинах дисоціюють тільки на аніони гідроксильних груп і катіони металів.



Основи бувають розчинні і нерозчинні. Розчинні називаються ще лугами. По кількості гідроксильних груп основи бувають одно-, дво-, трьох- і багатокислотні. KOH – однокислотна, Ca(OH)_2 – двукислотна, Al(OH)_3 – трьохкислотна.

Назва основ утворюється із слова «гідроксид» і назви металу в родовому відмінку. NaOH – гідроксид натрію, Ca(OH)_2 – гідроксид кальцію. Коли метали мають перемінний ступінь окислення, то в дужках позначають римською літерою ступінь окислення металу у цій основі. Наприклад, Fe(OH)_2 – гідроксид заліза (II), Fe(OH)_3 – гідроксид заліза (III).

Амфоліти (амфотерні основи). Важкорозчинні у воді гідроксиди характеризуються тим, що розчинна їх частина може вести себе як основа, або як кислота в залежності від pH середовища. У кислому середовищі амфоліти ведуть себе як основи, у лужному середовищі – як кислоти.



Існують сполуки, які не належать до основних класів речовин: гідриди, карбіди, нітриди, комплексні сполуки.

Питання для самоперевірки

1. На які класи діляться неорганічні сполуки?
2. Які сполуки називаються оксидами, основами, кислотами з точки зору електролітичної дисоціації?
3. Що таке амфоліти?
4. Класифікація (які бувають) окислів, основ, кислот.

5. Назви окислів, основ, кислот.

6. Які сполуки не належать до основних класів?

Властивості розчинів

Теоретичні питання

Застосування розчинів у промисловості та сільському господарстві.

Антифризи: маркування, принцип дії, особливості складу.

Задачі

1. Яка масова частка натрій хлориду в розчині добутому:
а) розчиненням 5 г цієї солі в 45 г води;
б) розчиненням 3 г солі в 300 г розчину;
в) випаровуванням 20 г розчину добули 4 г солі. Яка масова частка речовини в розчині?
2. Яку масу кухонної солі і води треба взяти, щоб добути:
а) 100 г 10% розчину;
б) 200 г 15% розчину;
в) 50 г 5% розчину соди;
г) 20 г 2% розчину соди?
3. Яку масу етиленгліколю $C_2H_4(OH)_2$ треба розчинити у 60 мл води, щоб приготувати антифриз з температурою замерзання $-40^{\circ}C$?
4. Розчин, який містить 0,512 г неелектроліту у 100 г бензолу, кристалізується при $5,296^{\circ}C$. Температура кристалізації бензолу $5,5^{\circ}C$. Кріоскопічна константа 5,1 град. Обчислити мольну масу розчиненої речовини.
5. Обчислити відсоткову концентрацію водного розчину гліцерину $C_3H_5(OH)_3$, знаючи, що цей розчин кипить при $100,39^{\circ}C$. Ебуліоскопічна константа води 0,52 град.
6. Обчислити температуру кристалізації 100мл 2%-ного розчину етилового спирту C_2H_5OH , знаючи, що кріоскопічна константа води 1,86 град.
7. Із 700 г 60% H_2SO_4 випарили 200 г води. Чому дорівнює концентрація залишкового розчину?
8. Скільки грамів HNO_3 міститься в 200 мл 0,1 М розчину?

9. Скільки грамів NaNO_3 треба розчинити в 400 г води, щоб приготувати 20% розчин?
10. Скільки води треба додати до 100 мл 1 н. розчину, щоб отримати 0,05 н. розчин?
11. Визначіть масову частку розчинної речовини, якщо:
- а) в 150 г води розчинити 50 г солі;
 - б) в 500 г розчину міститься 25 г солі;
 - в) випаровуванням 50 г розчину добули 0,5 г солі.
12. Який об'єм води і скільки грамів солі необхідно, щоб приготувати:
- а) 150 г розчину з масовою часткою солі 2%;
 - б) 30 г розчину з масовою часткою солі 1,5%;
 - в) 50 г розчину з масовою часткою 0,5%?
13. Яка масова частка розчинної речовини в розчині, утвореному розчиненням 0,2 моль натрій хлориду в 117 г розчину?
14. Скільки літрів становитиме 700 г розчину сульфатної кислоти, якщо його густина дорівнює 1,3 г/мл?
15. Визначіть масову концентрацію розчину, який утвориться при змішуванні 200 мл розчину хлор гідрогену з масовою часткою HCl 37%, густиною 1,19 і 200 мл води.
16. До розчину сульфатної кислоти об'ємом 400 мл густиною 1,1 г/мл, масова частка кислоти в якому 0,15, додали воду масою 60 г. Визначіть масову частку кислоти в добутому розчині.
17. В яких кількісних відношеннях треба взяти 30% розчин і воду (масову частку речовини у воді приймаємо за нуль), щоб добути 20% розчин.
18. Вміст солей у морській воді досягає 3,5% за масою. Скільки грамів солі залишиться після випаровування 10 кг морської води?
19. До 80 г 15% розчину натрій сульфату добавили 20 г води. Яка масова частка цієї солі в добутому розчині?
20. Змішали 100 г 20% розчину і 50 г 32% розчину якоїсь речовини. Яка масова частка речовини в добутому розчині?
21. Скільки грамів Na_2CO_3 міститься в 500 мл 0,25 н. розчину?

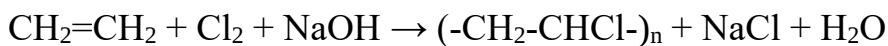
Високомолекулярні сполуки (полімери)

Теоретичні питання

Нові сучасні способи застосування полімерів у промисловості, техніці, сільському господарстві і побуті.

Задачі

1. Середня молекулярна маса зразка поліетилену становить 2800 в.о. Обчисліть значення ступеня полімеризації для цього полімера.
 2. Синтетичний бутадієн-нітрильний каучук добувають сополімеризацією бутадієну ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) і акрилонітрилу ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$). Написати формулу макромолекули бутадієн-нітрильного каучуку, якщо в реактор подається суміш мономерів такого складу: бутадієну 50,46%, акрилонітрилу 49,54%.
 3. Яку масу триацетилцелюлози можна добути з деревних відходів масою 6,5 г, якщо масова частка виходу естеру становить 80% від теоретично можливого? Масова частка целюлози у деревині становить 50%.
 4. Волокно «Анід» добувають поліконденсацією гексаметилендіаміна $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ і адипінової кислоти $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$. Складіть рівняння реакції поліконденсації. Яка маса вихідних речовин необхідна для добування поліконденсату масою 5 т, якщо виробничі втрати становлять 5%.
 5. Першою стадією виробництва синтетичного каучуку за методом С. В. Лебедєва є добування дивінілу з етанолу за схемою: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$. Розставте коефіцієнти і обчисліть, скільки дивінілу вийде з 1 т з масовою часткою спирту 96%, якщо виробничі витрати складають 25%.
 6. При піролізі нафти вихід етилену становить 40% від кількості нафти, що піддається піролізу. Скільки поліхлорвінілу можна виробити з 1 т нафти?
- *Отримання полівінілхлориду з етилену йде за схемою:



7. На першій стадії поліконденсації фенолу ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) і формальдегіду (CH_2O) в присутності кислих каталізаторів утворюється п-діоксидифенілметан за схемою: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$

Розставити коефіцієнти і обчислити, скільки фенолу і 40% розчину формальдегіду потрібно для вироблення 4,142 т п-діоксидифенілметану, якщо вихід його становить 95% від теоретично можливого.

Жорсткість води

Теоретичні питання

Основні методи усунення жорсткості води.

Показники якості води.

Унікальні властивості та парадокси води.

Задачі

1. Для усунення тимчасової жорсткості води до 100 л її було додано 4 г NaOH. Складіть рівняння реакції і розрахуйте, чому дорівнює жорсткість води в мг-екв/л?
2. Скільки гашеного вапна треба додати до 1 м³ води, щоб усунути її тимчасову жорсткість, рівну 7,2 мг-екв/л?
3. Скільки грамів CaSO_4 знаходиться в 200 мл води. Коли жорсткість дорівнює 8 мг-екв/л.
4. Визначить жорсткість води, якщо в 500 л цієї води міститься 202,5 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.
5. В 1 м³ води міститься 140 г MgSO_4 . Яка жорсткість цієї води?
6. Розрахуйте тимчасову жорсткість води, що містить гідрокарбонат кальцію, якщо на титрування 50 мл цієї води витрачено 3 мл 0,1 н. розчину соляної кислоти.

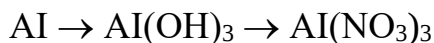
Загальна характеристика металів

Теоретичні питання

Алюміній як ґрунтоутворюючий елемент. Алюмосилікати

Задачі

1. Напишіть рівняння реакцій для слідувачих перетворень:

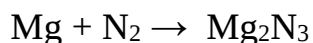
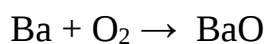
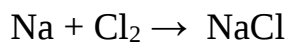
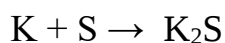


2. На підводних човнах для поповнення запасів кисню і зв'язування двоокису вуглецю використовують перекис натрію, який реагує з двоокисом вуглецю за схемою: $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

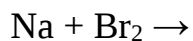
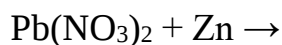
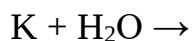
Скільки потрібно перекису натрію, щоб підводний човен з 32 членами екіпажу протримався під водою дві доби, якщо кожному з членів екіпажу потрібно на добу 660 л кисню?

3. В електролітичному виробництві нікелю розчин солі нікелю, який містить як домішку сірчаної кислоти мідь, очищають від міді дією нікелевого порошку. На якому принципі ґрунтується очищення розчинів нікелевої солі? Скільки нікелевого порошку витрачається на очищення 1 г солі, яка містить 3,2% сірчаної кислоти міді?

4. Поставте коефіцієнти в рівняннях реакцій:



5. Складіть рівняння таких реакцій:



6.3 якими металами буде взаємодіяти розбавлена сульфатна кислота: а) цинк; б) мідь; в) срібло? Напишіть рівняння можливої реакції.

7. Між якими речовинами відбувається хімічна реакція: а) CuSO_4 і Pb ; б) ZnCl_2 і Fe ; в) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і Cu ? Запишіть рівняння.
8. Назвіть елемент за такими даними: знаходяться в II групі відносна молекулярна маса гідроксиду 74.
Напишіть рівняння реакцій характерні для цього елемента.
9. При взаємодії невідомого металу масою 13,7 г з водою виділилось 2,24 л газу. Який це метал?
10. Обчисліть масу цинку, який треба розчинити в хлоридній кислоті, щоб добути водень, необхідний для відновлення купрум(II) оксиду масою 20 г.
11. На 10 г суміші порошків міді і алюмінію подіяли розбавленою сульфатною кислотою. При цьому виділилося 5,6 л газу. Визначте масову частку металів у суміші.
12. При взаємодії суміші цинку і міді масою 25 г з розбавленою сульфатною кислотою виділився водень об'ємом 448 мл. Визначте масу металів у суміші.
13. У результаті розчинення ошурків алюмінію і заліза масою 11 г у сульфатній кислоті виділився газ H_2 кількістю речовини 0,4 моль. Визначте масовий склад металів у суміші.
14. При біленні стін та для обприскування фруктових дерев проти захворювань використовують розчин мідного купоросу (CuSO_4). Чи можна готувати його і зберігати в залізних відрах? А якщо відра оцинковані? Відповідь підтвердіть рівняннями реакції.
15. Визначте масову частку Феруму в його природних сполуках: Fe_2O_3 ; Fe_3O_4 ; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Гальванічні елементи

Теоретичні питання

Новітні конструкції сонячних, атомних, паливних елементів.

Задачі

1. Складіть схеми двох гальванічних елементів, в одному з яких мідь була б катодом, а у другому – анодом. Напишіть рівняння реакцій, що протікають при роботі цих елементів, і обчисліть значення стандартних ЕРС.
2. Гальванічний елемент складається із срібного електроду, що занурений в 1 М розчин AgNO_3 , і стандартного водневого електроду. Написати рівняння

електродних процесів і сумарної реакції, що протікають при роботі елементу. Чому дорівнює його ЕРС?

3. ЕРС елементу, що складається з мідного та свинцевого електродів, що занурені в 1 М розчини солей цих металів, дорівнює 0,47 В. Чи зміниться ЕРС, якщо взяти 0,001 М розчини? Відповідь обґрунтувати.

4. Чи можливо скласти такий гальванічний елемент, у зовнішньому ланцюзі якого електрони перебігали б від електроду з більш позитивним стандартним потенціалом до електроду з більш негативним стандартним потенціалом? Дати пояснення.

5. Гальванічний елемент складається з стандартного цинкового електроду та хромового електроду, що занурений у розчин, який містить іони Cr^{3+} . При якій концентрації іонів Cr^{3+} ЕРС цього елементу буде дорівнювати нулю?

6. Розмістіть метали залізо, мідь, марганець, магній, срібло у ряд по збільшенню окисних властивостей їх катіонів.

7. Серед металів свинець, золото, кадмій, кальцій, мідь вкажіть: а) ті, що взаємодіють з соляною і розбавленою сірчаною кислотами; б) ті, що витісняють нікель з розчинів його солей.

8. Напишіть електрохімічний схему гальванічного елемента, складеного з мідного і марганцевого електродів з розчинами солей міді (II) і марганцю (II). Розрахуйте ЕРС елемента при стандартних умовах і при концентрації катіонів у розчинах 0,1 (температура стандартна).

9. Напишіть схему двох гальванічних елементів, в одному з яких цинк є катодом, а в іншому анодом; обчисліть їх ЕРС.

10. Наведена електрохімічна схема гальванічного елемента:



Напишіть схему катодного і анодного процесів, рівняння токоутворюючої реакції у молекулярному та іонному вигляді. Визначте ЕРС елемента при стандартних умовах.

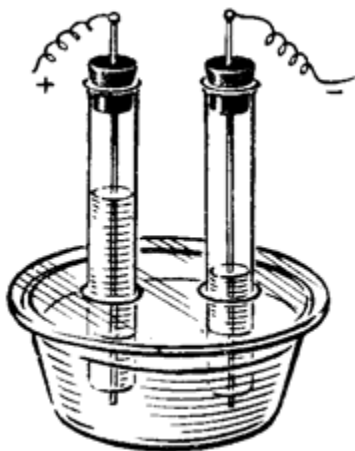
Електроліз

Теоретичні питання

Застосування електролізу у техніці, побуті, сільському господарстві

Задачі

1. Скільки натрію повинно виділитись у ванні в результаті електролізу розплаву кухонної солі за 12 *годин* роботи при струмі 1050 А?
2. Скласти схеми електролізу водних розчинів H_2SO_4 , CuCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ з платиновими електродами.
3. Скласти схеми електролізу водного розчину хлориду цинку, якщо: а) анод цинковий; б) анод вугільний.
4. Обчислити вихід за струмом хлору, якщо у ванні, через електроліт якої проходить струм 1050 А, за добу виділилось 30,5 кг хлору.
5. Ванни для електролізу їдкого натру будують на навантаження 2500 А. Вихід натрію за струмом становить 60%. Скільки їдкого натру переробляє одна ванна за добу?
6. Електроліз розчину який солі призводить до збільшення її концентрації в розчині: FeCl_3 , NaNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NaCl ?
7. На рисунку зображений електролізер з вугільними електродами. Яка сіль знаходиться у розчині: Na_2CO_3 , CuSO_4 , Na_2S , AgNO_3 ? Поясніть свій вибір. Напишіть рівняння процесів, що відбуваються.



8. Обчисліть об'єм газу, що виділився на аноді при електролізі розчину нітрату натрію за 1 годину, якщо сила струму дорівнює 5А, а вихід за струмом 90%.
9. Установіть послідовність відновлення металів з розплаву суміші: AlCl_3 , CuCl_2 , FeCl_2 , CdCl_2 .
10. Газоподібними продуктами електролізу яких солей є тільки хлор і водень?

Акумулятори

Теоретичні питання

Слово «акумулятор» походить від латинського accumulator, що означає «збирач». У техніці так називають пристрої, які накопичують енергію з метою її подальшого застосування. При цьому акумулятор може бути не тільки електричним. Найбільш простим видом акумулятора можна вважати стислу або розтягнуту пружину, в якій накопичується механічна енергія, або важкий маховик, що розкручений до великого числа обертів і заощаджує таким чином кінетичну енергію. Існують пневматичні акумулятори, теплові і, нарешті, електричні.

Електрохімічні акумулятори – це прилади, що здатні накопичувати хімічну енергію, яка по мірі необхідності перетворюється в електричну.

Акумулятори є вторинними гальванічними елементами, так як для перетворення їх в джерело струму вони заздалегідь потребують зарядження.

Акумулятор сам не виробляє електричний струм, він може його накопичувати (акумуляувати) при зарядженні, а потім при необхідності, розряджуючись, віддавати. Акумулятори мають довший термін служби, ніж гальванічні елементи, які при витраченні хімічної енергії стають непридатними.

У залежності від роду електроліту акумулятори поділяються на лужні й кислотні.

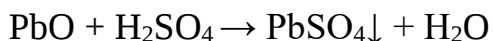
Найбільш поширеними і економічними є свинцеві кислотні акумулятори.

Перший працездатний свинцево-кислотний акумулятор був виготовлений французьким дослідником Г. Планте (у 1859 р.). Використовували акумулятори у той час переважно для надійної роботи телеграфу (особливо – для підтримки зв'язку з кораблями у морі). Електроди першого акумулятора були виготовлені з листового свинцю, а сепаратором слугувало полотно. Вся конструкція була звернута в спіраль і занурена у 10%-й розчин сірчаної кислоти.

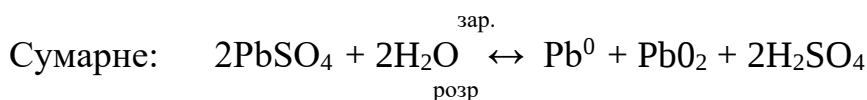
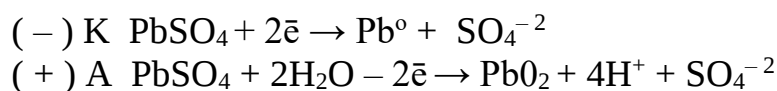
Для збільшення ємності такого акумулятора проводили багаторазові цикли заряду-розряду, чим формували розвинену поверхню платівок. Для такого тренування було потрібно від 1000 годин до двох років. В майбутньому поверхневі платівки формувались гальванічним методом.

Свинцевий акумулятор. Свинцевий акумулятор виготовляють із свинцевих ґратчастих пластин, заповнених активною масою із оксиду свинцю (PbO). Пластини з'єднуються через одну, а щоб вони не замикали, між ними установлюють пластмасові прокладки (сепаратори) і поміщають у пластмасову банку. Заливають електроліт 30 – 36% розчин H₂SO₄. Щільність 1,22 – 1,32 г/см³. (На півдні України – 1,27 г/см³). Оставляють на 2

години, щоб активна маса (PbO) прореагувала з електролітом (H₂SO₄), перетворюючись у нерозчинну сіль PbSO₄.



Виявляється, що пластини однакові: були Pb; активна маса PbO; після реакції PbSO₄. Тому між ними різниці потенціалів не буде. Щоб акумулятор почав давати струм, його треба зарядити. Заряджають струмом нормальної величини (*у 10 разів менше ємності акумулятора*) протягом 6 годин. Для цього від випрямляча подаємо постійний струм, під дією якого (насилено) йде реакція:



У результаті зарядження акумулятора катодні пластини перетворюються на чистий свинець (Pb, темно-сірого кольору), анодні - на діоксид свинцю (PbO₂, темно-коричневого кольору) і йде накопичення сірчаної кислоти.

Таким чином, електроди, маючи різні окисно-відновні властивості і поміщені в електроліт H₂SO₄, будуть вести себе як гальванічний елемент.

Розряджаючись, акумулятор почне працювати, як гальванічний елемент. Електрони від катода почнуть рухатися до аноду.

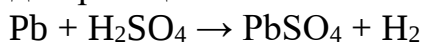
При цьому катодні (їх на 1 пластину більше, ніж анодних) та анодні пластини перетворюються в сульфат свинцю і йде утворення води.

Таким чином, **при розрядженні свинцевого акумулятора на обох електродах формується малорозчинний сульфат свинцю (світло-сірого кольору)** і відбувається сильне розбавлення сірчаної кислоти.

Напруга розімкненого ланцюга зарядженого акумулятора дорівнює 2,05-2,15 В, в залежності від концентрації сірчаної кислоти. При розрядженні в міру розбавлення електроліту напруга розімкнутого ланцюга акумулятора знижується і після повного розряду дорівнює 1,95-2,03 В.

При зарядженні свинцево-кислотного акумулятора, як і в інших акумуляторах з водним електролітом, мають місце побічні реакції виділення газів. Виділення водню починається при повному зарядженні негативного електрода. Кисень починає виділятися набагато раніше - у звичайних умовах зарядження при 50-80% зарядженості (в залежності від струму зарядження), а при температурі 0 ° С вже після зарядження на 30-40%. Внаслідок цього віддача позитивного електрода по ємності складає 85-90%. **Для отримання повної розрядної ємності при зарядженні**

аккумулятора повинне бути забезпечене надлишкове зарядження на 10-20%. Це надзарядження супроводжується істотним виділенням водню на негативному електроді і кисню - на позитивному. Виділення водню має місце і при зберіганні зарядженого свинцево-кислотного аккумулятора. Саморозряд його визначається переважно швидкістю розчинення свинцю згідно реакції:



Швидкість цього процесу залежить від температури, об'єму електроліту і його концентрації, але більш за все - від чистоти компонентів. За відсутності домішок реакція протікає повільно. Але на практиці, на поверхні свинцевого електрода завжди багато домішок, серед яких найбільший вплив робить стибій, кількість якого у сплаві для решіток і струмоведучих деталей доходить до 6%. На позитивному електроді може також проходити реакція відновлення діоксиду свинцю:



у результаті якої виділяється кисень, але швидкість її незначна. У процесі експлуатації саморозрядження аккумулятора може збільшуватися через утворення дендритних містків з металевого свинцю. Втрати ємності нового аккумулятора за рахунок саморозрядження, як правило, не перевищують 2-3% на місяць. Але при експлуатації вони швидко збільшуються.

Таким чином, у аккумуляторах протікають процеси: під час зарядження - електролізу; розрядження - роботи гальванічного елемента.

Свинцевий аккумулятор ще називають *кислотним* або *стартерним*, його коефіцієнт корисної дії (ККД) **близько 85%.**

Кислотні аккумулятори мають більший струм розрядження, ніж лужні, тому застосовуються як стартерні; більшу напругу і ємність; більший ККД.

Недоліки: велика вага; саморозряд і зменшення ємності; бояться перевантаження; вимогливий до навколишнього середовища.

При зарядженні постійним струмом найбільш поширеним є режим, який складається з двох стадій. Перша стадія зарядження проводиться при струмі рівному 0,1ємності до тих пір, поки напруга на батареї 12 В не досягне 14,4 В (2,4 В на кожному аккумуляторі батареї). Потім сила зарядного струму зменшується вдвічі до величини 0,05ємності. Зарядження при такій силі струму триває до незмінності напруги і щільності електроліту в аккумуляторах протягом 2год. При цьому в кінці зарядження відбувається бурхливе виділення газів («кипіння» електроліту). Зменшена сила струму у кінці зарядження дозволяє знизити швидкість газовиділення, зменшити вплив перегріву на подальшу працездатність і термін служби батареї, а також забезпечити повноту зарядження.

Вирівнююче зарядження акумуляторів. Таке зарядження проводиться при постійній силі струму менш 0,1 від номінальної ємності протягом трохи більшого часу, ніж зазвичай. Мета - забезпечити повне відновлення активних мас у всіх електродах всіх акумуляторів батареї. Нейтралізується вплив глибоких розрядів і рекомендується для запобігання сульфатації електродів. Зарядження триває до тих пір, поки у всіх акумуляторах батареї не буде спостерігатися сталість щільності електроліту і напруги протягом трьох годин.

Форсоване зарядження акумуляторів. У випадку потреби у швидкий термін відновити працездатність глибоко розрядженої акумуляторної батареї, використовують так зване форсоване зарядження. Таке зарядження може проводитися струмами величиною до 70% від номінальної ємності, але протягом більш короткого часу. Час зарядження тим менший, чим більше величина зарядного струму. Практично при заряді струмом 0,7ємності тривалість зарядження не повинна бути більше 30 хв, при 0,5ємності - 45 хв, а при 0,3ємності - 90 хв. У ході форсованого зарядження потрібно контролювати температуру електроліту, і при досягненні 45°C припиняти зарядження. Потрібно відзначити, що використання форсованого зарядження *повинно бути винятком*, оскільки його регулярне багаторазове повторення для однієї і тієї ж батареї, помітно скорочує термін її служби.

Лужні акумулятори

Застосування нікель-кадмієвий акумуляторів: для шахтних електровозів, підйомників, стаціонарного обладнання, засобів зв'язку та електронних приладів, для запуску дизелів та авіаційних двигунів.

Герметичні Ni-Cd акумулятори - для портативної апаратури (сотових телефонів, магнітофонів, комп'ютерів), побутових приладів, іграшок.

Недолік – токсичність кадмію.

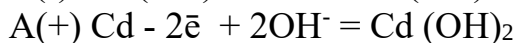
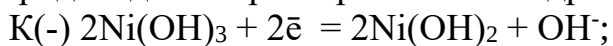
Будова нікель-кадмієвих акумуляторів. Існують три основні види нікол-кадмієвих акумуляторів: негерметичні з ламельними (ламельні акумулятори) і спеченими електродами (безламельні акумулятори) і герметичні. Найбільш дешеві ламельні нікель-кадмієві акумулятори характеризуються пласкою розрядної кривої, високим ресурсом і міцністю. Питома енергія, швидкість розрядження Ni-Cd акумуляторів зі спеченими електродами вище, вони працездатні при низьких температурах, але дорожче коштують, характеризуються ефектом пам'яті і здатністю до теплового розгону.

Електроліт - 20 % розчин гідроксиду калію (KOH). Позитивні і негативні пластини виготовлені з нікельованої решітки. В комірки решіток запресовано пласкі коробочки (ламелі), виготовлені з нікельованої жести, з великою кількістю дрібних отворів для надходження електроліту до активної маси.

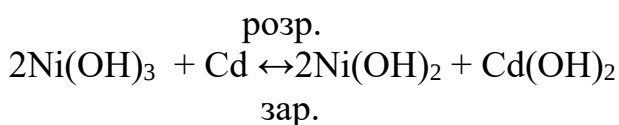
Активна маса позитивних пластин складається з гідроксиду нікелю - $\text{Ni}(\text{OH})_3$ з домішкою графіту для збільшення електропровідності.

Активна маса негативних пластин - з суміші губчастого кадмію Cd з порошком відновленого заліза.

При розрядженні на позитивному електроді гідроксид нікелю III - $\text{Ni}(\text{OH})_3$ перетворюється на гідроксид нікелю II - $\text{Ni}(\text{OH})_2$, а на негативному електроді кадмій перетворюється на гідроксид кадмію $\text{Cd}(\text{OH})_2$



Сумарне рівняння розрядження–зарядження:



Електроліт у процесі хімічних реакцій у Ni-Cd акумуляторі не витрачається. Тому його густина не змінюється. Він забезпечує рух іонів.

Усі хімічні процеси, що виникають у залізо-нікельовому акумуляторі, аналогічні, лише замість кадмію Cd у реакціях бере участь залізо Fe .

Лужні акумулятори не вимогливі до зовнішнього середовища, майже не піддаються саморозрядженню, не бояться перевантаження; мають міцність конструкції.

Недоліки: вуглекислий газ, який знаходиться у повітрі, сполучається з електролітом, зменшуючи ємність; напруга, ємність і ККД менші (ККД=65%), ніж у кислотного.

До недоліків кислотних і лужних акумуляторів слід віднести їх невелику питому ємність (це ємність відносно ваги однієї банки). У кислотних - 8 А•година/кг; лужних - 3 А•година/кг. А головне - неможливість використання за низького атмосферного тиску, тобто на великій висоті.

Цих недоліків немає у срібно - цинковому акумуляторі.

Срібно – цинковий акумулятор

У цьому акумуляторі катодними пластинами слугує цинк або оксид цинку (Zn або ZnO). Анодними – срібло або перекис срібла (Ag ; Ag_2O_3). Електролітом є 25% KOH (щільність 1,4 г/см³). Кожна катодна (-) пластина знаходиться у пакеті із целюлозної речовини, яка має велику проникну здатність. Анодні пластини (+) поміщаються у капронову тканину, стійку до лугів. Це охороняє пластини від короткого замикання і забезпечує достатню площу контакту пластин з електролітом (мала кількість електроліту). Пластини щільно притискають одну до одної і ставлять на дно пластмасової банки. Тому акумулятор має невеликі розміри і велику ємність. Крім цього, його можна використовувати будь-якому положенні – горизонтальному або вертикальному. Заряджають срібно-цинковий акумулятор напругою 2,1V протягом 20 годин. Допускається зарядження

протягом 15 хвилин струмом 70 – 80% його мінімальної ємності. Але краще заряджати 10 – 20 годин.

Срібно – цинкові акумулятори мають малі габарити і вагу; велику величину розрядного струму і ємність, яка зберігається в широкому інтервалі температур; добре витримують великі висоти. Випускаються у призматичній та дисковій формах, застосовуються для портативних приладів і обладнання, у воєнній техніці (у торпеді УСЕТ-80 активувалися морською водою), у авіації, космосі (місячні автомобілі американської програми «Аполон»).

Недоліки: незначний ресурс, довго заряджаються, коштовні.

Інші види акумуляторів

Нікель-металгідридні (Ni-MH): катод - металічні сплави, здатні утримувати атомарний водень в об'ємах, які в тисячі разів більші за власні (гідриди).

Анод - нікель, як і в нікель-кадмієвих. Електроліт - розбавлений розчин гідроксиду калію.

При заміні кадмію на гідрид досягаються певні переваги. Відсутність кадмію знижує токсичність, позбавляє акумулятор від ефекту пам'яті. Також завдяки використанню водню напруга збільшується на 50% відносно нікель-кадмієвих.

Недоліки: висока швидкість саморозрядження у порівнянні з нікель-кадмієвими. Деякі з нікель-металгідридних акумуляторів за добу втрачають до 5% заряду. Повністю заряджений акумулятор видає напругу 1,4В, але вона швидко знижується до 1,2В. Нікель-кадмієві акумулятори ендотермічні, а нікель-металгідридні – екзотермічні, тобто *під час зарядження вони виділяють тепло*. Як тільки вони наближуються до стану повного заряду їх температура різко збільшується.

Будова літій-йонного акумулятора (Li-ion): йони літію знаходяться в активних речовинах електродів, а не в металічних платівках. Анод виробляють з вугілля, а катод – з літійкобальтдиоксиду. Електроди розділені сепаратором з пористого поліпропілену. У якості електроліту використовують соляний розчин літію. Абсолютно герметичні.

Втрати ємності у Li-ion акумуляторів у декілька разів менші, ніж у нікель-кадмієвих, як при 20 °С, так і при 40 °С. Ресурс-500-1000 циклів.

Недоліки: внутрішній опір у літєвих елементів вище, ніж у нікель-кадмієвих. Відповідно, вони не можуть забезпечити великого струму.

Будова літій-полімерних акумуляторів (Li-Pol): електроліт запакований у полімерну пластикову прокладку, розташовану між електродами акумулятора.

У якості електроліту - полімерні композитні матеріали (такі як поліакрілонітріл) із вмістом солей літію. Оскільки це вже не рідина, а тверде

тіло, то не потребують громіздких циліндричних корпусів, як у традиційних елементів (товщина елементу – всього 1 мм).

Літій-твердополімерні елементи екологічно чистіші звичайних, оскільки не мають металевої оболонки. Також вони більш безпечні оскільки не містять легкозаймистих розчинників.

Характеристика цинково-повітряних акумуляторів (Zinc-Air). У якості катоду - атмосферний кисень. Для того щоб повітря реагувало з цинковим анодом, в корпусі елемента зроблено невеликі отвори. В якості електроліту - гідроксид калію. Мають довгий та стабільний строк зберігання. Принаймні, якщо зберігати їх окремо від повітря в неактивному стані. В такому разі за рік ці елементи втрачають 2% ємності. Як тільки повітря потрапляє до цього елемента термін зберігання зменшується до місяця, незалежно від того чи будуть вони використовуватись, чи ні.

Найкраще такі елементи зарекомендували себе при тривалій роботі в малопотужних приладах. Основним мінусом цих елементів є дуже високий внутрішній опір, що означає, що для того щоб досягти високої потужності елементи мають бути велетенських розмірів.

Як підсумок можна узагальнити:

Середня розрядна напруга акумуляторів знаходиться у широкому діапазоні: від 1,25В у нікель-кадмієвих акумуляторів до 3,5 В у літієвих акумуляторів. З підвищенням швидкості розряду ємність акумуляторів зменшується, причому в мінімальному ступені у Ni-Cd і Ni-MH акумуляторів. Ємність також знижується при зниженні температури. Найбільше зниження ємності при низьких температурах спостерігається у нікель-залізних акумуляторів і мінімальне зниження - у нікель-кадмієвих зі спеченими електродами та у свинцевих акумуляторів. Високу питому потужність можна отримати від нікель-кадмієвих акумуляторів, свинцевих (стартерних і герметичних), нікель-цинкових і срібно-цинкових акумуляторів. Невисоку питому потужність мають нікель-залізні акумулятори. *Питома масова енергія мінімальна у свинцевих акумуляторів і максимальна у літієвих акумуляторів.* Найбільше напруцювання мають нікель-водневі акумулятори, низьким ресурсом характеризуються срібно-цинкові і нікель-цинкові акумулятори. Слід зазначити, що в міру циклування зменшуються ємність, напруга і відповідно питома енергія акумуляторів, причому швидкості зниження питомої енергії у різних акумуляторів істотно різняться. Найменшою мірою знижуються ємність і енергія при циклуванні Ni-Cd акумуляторів. Напруцювання залежить від багатьох причин і насамперед від глибини розряду. Найбільш висока швидкість саморозряду відзначається у нікель-водневих і нікель-залізних акумуляторів, найменша - у срібно-кадмієвих та срібно-цинкових акумуляторів. До найбільш дешевих належать свинцеві акумулятори, до найбільш коштовних - нікель-водневі, срібно-кадмієві і срібно-цинкові акумулятори.

Питання для самоперевірки

- 1.Що таке акумулятор, які бувають типи акумуляторів?
- 2.Будова свинцевого акумулятора. Які переваги та недоліки мають свинцеві акумулятори?
- 3.Будова нікель-кадмієвих акумуляторів. Які переваги та недоліки лужних акумуляторів?
- 4.Будова нікель-металгідридних акумуляторів (Ni-MH). Переваги Ni-MH-акумуляторів
- 5.Будова літій-йонного акумулятора. Переваги і недоліки Li-ion акумуляторів
- 6.Будова літій-полімерних акумуляторів (Lithium Polymer). Переваги літій-полімерних акумуляторів
- 7.Характеристика цинково-повітряних акумуляторів (Zinc-Air)

Корозія металів

Теоретичні питання

Основні види корозії. Одним з факторів, що знижують надійність і машин та обладнання, є корозія металів. Більш за всіх страждають від корозії залізо та його сплави. Знайдено, що кожен рік губиться від корозії біля 25% виплавлених за такий самий строк металів і сплавів. Але метали від корозії не є єдиною шкодою, що вона робить: корозія робить великі предмети нездатними до використання. Щорічні втрати від пожеж, повенів, ураганів, землетрусів не перевищує самих малих втрат від корозії. В усьому світі кожна 3-я домна працює на корозію. Прямі втрати металу складають тільки частину усіх затрат, які включають простій устаткування, зниження якості продукції, з аваріями і навіть людськими жертвами. Чому метали піддаються корозії? В цьому випадку хочеться задати протилежні запитання. Чому метали так довго не руйнуються і служать людям роками і століттями? Майже всі метали одержує людство із руд і солей шляхом відновлення у доменних печах або при електролізі. Але закони природи завжди в дії. Цей самий метал знову намагається повернутися в те саме середовище, у якому він був до цього, тобто у свій первинний стан. Лише благородні метали в природі знаходяться в елементарному стані: Au - 112 кг, Ag - 13,5 т, Cu - 420 т.

Корозія – це необхідний по хімічним законам перехід металів у натуральне для нього у земних умовах хімічне становище.

І все ж таки, чому такі великі втрати металу?

1. По-перше, в усіх країнах метал залишається основним конструкційним матеріалом у техніці.

2. По-друге, на швидкий ріст втрат сильно впливає широка сфера використання металу (залізничний транспорт, комунальне господарство, верстатобудування, машинобудування, кораблебудування, сільське господарство і ін.).

3. По-третє, дуже впливає на становище конструкції агресивність середовища (вода, повітря, рН ґрунту).

4. Недооцінювання важливості цієї проблеми.

Корозією називається хімічне або електрохімічне зруйнування металів під дією навколишнього середовища.

Бувають такі типи корозії:

1. Рівномірна. 2. Плямиста. 3. Міжкристалічна. 4. Пітинг.

Корозія буває двох видів:

1. Хімічна

2. Електрохімічна.

Хімічна та електрохімічна корозії. У залежності від агресивності середовища розрізняють *хімічну і електрохімічну корозію*.

Хімічна корозія – це руйнування металу в середовищі неелектроліту в результаті хімічної взаємодії. Вона поділяється на *газову і рідинну*.

Газова – відбувається у газах (повітря, O_2 , NH_3 , SO_2 , H_2S , CH_4 і ін.)

Рідинна – проходить у рідинах, які не проводять електричний струм (нафта, керосин, бензин, масла і т.ін.).

Електрохімічна корозія – це зруйнування металу в середовищі електроліту з виникненням у середині системи електричного струму. До цієї корозії відносяться:

1. Атмосферна корозія.
2. Ґрунтова корозія.
3. Водна корозія.
4. Біокорозія.
5. Інші корозії.

Вона ще може бути *гальванокорозією і електрокорозією*.

Гальванокорозія ділиться на макро-, мікро- і субмікрокорозію.

Макро – можна побачити неозброєним оком.

Мікро – видно під мікроскопом.

Субмікро – можна виявити лише під електронним мікроскопом.

До електрокорозії відноситься корозія під дією блукаючих струмів.

Електрохімічна корозія має місце у розчинах кислот, лугів, солей, морській воді, у вологому повітрі, якій містять розчинені гази. Це найбільш

поширений вид корозії. Електрохімічне руйнування металів обумовлене появленню електричного струму в середині системи.

Метали, що застосовуються у техніці, містять домішки різних металів. Внаслідок зіткнення їх з агресивним середовищем утворюються гальванічні елементи, в яких більш активний метал безперервно руйнується, переходячи у розчин електроліту у вигляді катіонів. Тому електрохімічна корозія характеризується **анодним окисленням металів**.

Роботу вищезазначених гальванічних елементів можна пояснити на основі величин стандартних електродних потенціалів відповідних металів. Наприклад, під час контакту заліза з міддю виникає гальванічний елемент, в якому анодом є залізо, а катодом – мідь. Унаслідок роботи такого елементу мають місце такі окисно – відновні процеси:

На аноді: $2\text{Fe} + 4\bar{e} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}$ (окислення)

Атоми заліза віддають електрони і переходять у розчин у вигляді Fe^{2+} .

На катоді: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$ (відновлення)

Електрони, що переходять з аноду на катод, відновлюють кисень, розчинений у плівці води на поверхні катоду.

Вторинні процеси: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

Іони Fe^{2+} сполучаються з іонами OH^- утворюючи білу іржу, яка окислюється киснем повітря у присутності вологи до бурої іржи $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Склад іржи може змінюватися в залежності від умов її утворення. Частіш за все вона має склад $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ або $4\text{Fe}(\text{OH})_3$. Крім того іржа містить Fe_2O_4 .

Корозія, яка супроводжується відновленням кисню, має місце у воді, повітрі і ґрунті. Коли у середовищі присутня значна кількість іонів водню, то окислювачем є іони H^+ (корозія у кислому середовищі):

$2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2$

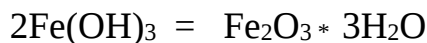
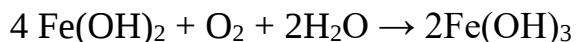
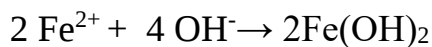
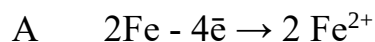
Майже всі метали у техніці є неоднорідними і наявність у них різних домішок веде до виникнення на поверхні великої кількості мікрогальванічних пар. Роль електроліту виконує гігроскопічна волога, що утворює на поверхні металу плівки товщиною у декілька десятків молекулярних шарів.

Той компонент окисленого середовища, який здатний поглинати загублені металом електрони, називається **деполяризатором**.

Якщо деполяризаторами є катіони водню, то має місце воднева деполяризація, а якщо атоми кисню – киснева деполяризація.

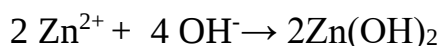
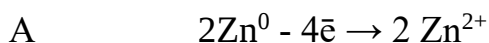
Атмосферна корозія. Механізм цієї корозії полягає у наступному: на металі за допомогою пилу, бруду, вологи створюється рідинна плівка (електроліт). Метал починає руйнуватися, тобто іржавіти. Між різними

включеннями і металом утворюється гальванічний елемент, де анодом слугує метал, а катодом той самий пил і бруд. Розберемо корозію заліза.



(мікрокорозія) (іржа)

На практиці найчастіше зустрічаються не чисті метали, а сплави або контакти двох металів. У таких випадках утворюється гальванічна пара із двох металів (макрокорозія). Наприклад оцинковане залізо. Анодом тут буде Zn.



У цьому випадку Zn^0 руйнується (розчиняється), а залізо убезпечується від іржи.

Грунтова корозія. Складним різновидом корозії є *грунтова*. Тут відіграють роль фізичні і хімічні властивості ґрунту, волога, рН ґрунту, повітропроникність, електродний потенціал металу, який знаходиться у контакті з ґрунтом і т. ін.

Водна корозія. Водна корозія також залежить від активності металу з якого зроблена конструкція, рН води, її жорсткості, забрудненості і т. ін.

Біокорозія. Біокорозія проходить за рахунок продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, які можуть виробляти CO_2 , H_2S , CH_4 і т. ін.

Корозія під дією блукаючих струмів. Ця корозія виникає там де проходить електричний струм. Більш усього це під лініями великої напруги, під трамвайними коліями, трансформаторними будками і т. ін. Руйнування йде дуже швидко, коли струм постійний.

Фактори, які впливають на корозію. На корозію впливають дуже багато факторів:

1.Активність металу. Поглянемо на ряд напруг металів (див. тему «Гальванічні елементи») і буде зрозуміло, з якого металу краще зробити конструкцію: з натрію – вона у вологому повітрі вибухне, з алюмінію – легка, а треба важку, з золота – дуже дорога, давайте - із заліза і все буде добре.

2.Структура металу. Сплави з однорідною структурою більш стійкі, ніж з неоднорідною. Наприклад, бронза, латунь, сплави золота і срібла, золота і міді.

3.Механічна деформація. Наприклад, зігнута труба. Внутрішній шар труби стискається, зовнішній – розтягується. У цьому місці і почнеться корозія. Або давайте ударимо молотком по трубі, зробимо ум'ятину і подивимося, що буде.

4.Поверхня метала. Полірований метал менше піддається корозії, ніж шорсткий. Наприклад, колона, яка знаходиться недалеко від столиці Індії. Вона зроблена з чистого заліза і добре відшліфована людськими руками, тому майже не піддається корозії.

5.Середовище. Кислі дощі, кислий або лужний ґрунт, вологий клімат посилюють корозію.

Методи захисту металів від корозії. Існують 3 методи захисту металів від корозії:

- 1.Неметалічний.
- 2.Металічний.
- 3.Хімічний.

Неметалічний метод - метал можна захистити фарбами, лаками, змащуванням маслами, вазеліном, покривати бітумом, емаллями, гумою (гумування), цементом (торкретування) та ін.

Металічний метод – метал захищають металами. Для цього маємо декілька способів металічного захисту:

1.Гальванічний - у гальванічній ванні, шляхом електролізу, роблять хромування, нікелювання, сріблення, золочення.

2.Гаряче покриття - у розплавлений метал занурюють обезжирений метал. Наприклад, оцинковане залізо, луджене залізо.

3.Металізація - на холодну конструкцію за допомогою металізатора наносять розплавлений метал (частіше всього це алюміній, цинк, нікель, мідь). Наприклад, станина мікроскопа, і т.ін.

4. Спосіб алітіровання, який заключається у тому, що на гарячу конструкцію за допомогою металізатора наносять розплавлений метал. У цьому випадку одержуємо поверхневий сплав.

Хімічний метод захисту можна провести 3-ма способами:

1. **Оксидування (вороніння)** відбувається при допомозі кисню (нагани, пістолети, гвинтівки, ствол кулемета, пушки). При цьому розжарений метал поміщають у масло, де він поступово охолоджується.
2. **Пасивування (пасивація)** проводять концентрованою азотною кислотою (HNO_3). Конструкцію поміщають в кислоту, видержують декілька годин. При цьому утворюється нітридна плівка. Можна це робити за допомогою N_2 або NH_3 під тиском.

3. *Фосфатування* з допомогою ортофосфорної кислоти H_3PO_4 . Краще робити 50% кислотою, додаючи на кожні 100 мл по 5 г сульфату цинку. Утворюється фосфідна плівка. Цей метод застосовується і сьогодні у аерозолях проти корозії.

Інші методи захисту

Катодний і анодний захист.

Це металічний захист:

Анодний коли конструкцію покриваємо більш активним металом (оцинковане залізо).

Катодний коли конструкцію покриваємо менш активним металом (луджене залізо).

Існує *протекторний спосіб* захисту. Він заключається у тому, що, через деяку відстань, до конструкції прикріплюють більш активний метал (частіше Zn або Al). Це до нафтопроводу, газопроводу водопроводу (через 50 м), кораблів, підводних човнів (1 – 2 м).

Електрозахист заключається у тому, що від випрямляча до конструкції підключаємо негативний полюс (-), а позитивний (+) заземляємо.

Захищають метал від корозії *інгібіторами* – це речовини, які зменшують корозію. До них відносяться: карбонати, фосфати і хромати.

Активатори корозії - збільшують корозію. Це - флориди, хлориди, сульфати, нітрати.

Зменшують корозію, роблячи сплави, які важко піддаються корозії.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте види корозії металів.
2. Опишіть фактори, які впливають на розвиток корозії металів.
3. Охарактеризуйте способи захисту від корозії.

Властивості сплавів

Теоретичні питання

Метали в розплавленому стані розчиняються один в одному і при охолодженні утворюється **твердий розчин – або сплав**.

Сплави – це системи із двох або більше металів, а також металів і неметалів.

Основою сплавів служать такі метали як залізо, мідь, алюміній, магній, титан. Із неметалів важливими компонентами є вуглець, бор, кремній та ін. Нині деякі сплави готують методом *порошкової металургії*. Беруть суміш металів у вигляді порошків, пресують її під великим тиском і спікають при високій температурі у відновлювальному середовищі. Таким способом отримують надтверді сплави. *Сплави за фізичними властивостями відрізняються від вихідних металів: вони тверді, гірше проводять електричний струм і тепло.* Як правило домішки знижують температуру плавлення твердих тіл, тому сплави плавляться при нижчій температурі, як чисті метали. Температура плавлення свинцю 328°C, олова 232°C, а сплав свинцю (1 частина) і олова (2 частини) плавиться при 181°C, тобто значно нижчій температурі, ніж чисті метали.

Сплав, що складається з міді (99%) і берилію (1%) твердіший за мідь у сім разів. Відомо, що цинк, мідь і алюміній за звичайних умов не взаємодіють з водою. Сплав, який містить мідь (50%), алюміній (45%) і цинк (5%), за таких умов вступає в реакцію з водою з виділенням водню.

Домішки металів утруднюють переміщення вільних електронів внаслідок чого знижується електропровідність металів.

Сплави бувають тверді та м'які, тугоплавкі, легкоплавкі, жаростійкі, кислотостійкі, стійкі до дій лугів.

Сучасна техніка використовує більше 5000 сплавів. Особливо виділяються **алюмінієві сплави**:

1) дюралюміни (від французького слова *dur* – твердий і *aluminium* – твердий алюміній). Дюралюміни в своєму складі можуть містити: а) 1,4–13% Cu; б) 0,4–2,8% Mg; в) 0,2–1% Mn; г) 5–7% Zn; д) 0,8–1,8% Fe; е) 0,02–0,35% Ti, іноді 0,5–6% Si. Дюралюміни міцні і легкі, теплопровідні, корозійно стійкі використовують в авіабудуванні для виготовлення деталей турбореактивних двигунів;

2) магналії – сплави алюмінію з великим вмістом магнію (5–13%), Mn (0,2–1,6%), Ni (1,75–2,25%), Be (до 0,15%), Ti (до 0,2%), Zr (0,2%) іноді Zn (3,5–4,5%). Магналії відрізняються високою міцністю і стійкістю до корозії в прісній і навіть в морській воді, стійкі до кислот. Застосовують для виготовлення арматури будівельних споруд, деталей холодильних установок, декоративних побутових предметів, в авіа-, судно- і машинобудуванні;

3) силуміни – сплави на основі алюмінію з високим вмістом Si. До складу силумінів входять: Si (3–26%), Cu (1–4%), Mg (0,2–1,5%), Mn (0,2–0,9%), Ni (0,8–2%) іноді Zn (2–4%), Cr (0,1–0,4%), Ti (0,05–1,5%) та ін. Силуміни

використовують в авіабудуванні, вагонобудуванні, автомобілебудуванні, будівництві сільськогосподарських машин, деталі коліс, корпусів і деталей приладів;

4) САП – сплав Al і Al_2O_3 (20–22%) володіє підвищеною стійкістю до окиснення, незмінний там, де температура експлуатації перевищує $400^{\circ}C$.

Широко застосовуються *сплави на основі міді – латуні і бронзи*. Латунь містить до 45% цинку (проста латунь). Спеціальні латуні крім міді і цинку містять залізо, алюміній, олово, кремній. З неї виготовляють труби для конденсаторів і радіаторів, деталі механізмів, в суднобудуванні завдяки високій корозійній стійкості. Латунь з високим вмістом міді через свою подібність до золота використовують для ювелірних і декоративних виробів.

Бронза – це сплави міді з іншими речовинами: Cu–Sn, Cu–Al (5–10%), Cu–Pb (33%), Cu–Si (4%) використовують для виготовлення деталей машин, посуду. Для виготовлення електронагрівальних приладів використовують сплав ніхром (Ni (67%), Cr (15%), Fe (16%), Mn (1,5%)).

Для авіації застосовують *легкі сплави за основі магнію, титану, алюмінію*. Для металообробної промисловості з використанням вольфраму, кобальту, нікелю. В електротехніці – сплави на основі міді. *Потужні магніти – продукти взаємодії Кобальту, Самарію та інших рідкоземельних елементів*. Для машинобудування необхідні сплави легкі, нерозчинні в кислотах, стійкі в агресивних газових середовищах, теплопровідні, магнітні або немагнітні. Для медицини, зокрема хірургії і протезування, крім стійкості до мікроорганізмів, окиснення, сплави повинні «зростатися» з людським організмом.

Чавун – це сплав заліза, в якому міститься більше 1,7 % Карбону, а також домішки Силіцію, Мангану, Сульфуру, Фосфору. Він твердіший за залізо, крихкий, не піддається куванню і прокатуванню і розбивається внаслідок удару. Розрізняють два види чавуну: сірий і білий.

Сірий чавун (ливарний) містить *Карбон у вигляді графіту* і на зломі має сірий колір. У техніці він застосовується для відливання важких частин машин, маховиків, плит, труб, ґрати для мостів, хімічної апаратури.

Білий чавун (переробний) містить *Карбон у складі цементиту Fe_3C* світліший за сірий. Цей чавун переробляють на сталь.

Домішки Сульфуру надають чавуну червоноломкість (виникнення тріщин при гарячій механічній обробці), а Фосфору – холодноломкість (крихкість при обробці за звичайних умов).

Сталь – це сплав заліза, вміст Карбону в якому від 0,3 до 1,7%. Сталь на відміну від чавуну легко піддається куванню і прокатуванню. При швидкому охолодженні вона виходить дуже твердою, при повільному –

м'якою. М'яку сталь легко обробляти. Конструкційні сталі мають високу міцність і пластичність, добре обробляються тиском, різанням, зварюються. Інструментальні сталі мають високу міцність, твердість, стійкі до корозії. З них виготовляють деталі газових турбін, реактивних двигунів, ракетних установок. З магнітних сталей роблять магнітне обладнання.

Для добування легованих сталей, до них додають легуючі елементи, які надають сталі певних властивостей, підвищують твердість і температуростійкість. Так, хромомолібденові і хромованадієві сталі застосовують для виготовлення трубопроводів і деталей компресорів у реактивних двигунах, що працюють при високому тиску і температурі. З хромовольфрамкових сталей виготовляють інструменти, які працюють при великих швидкостях і високих температурах. Марганцевисті сталі дуже стійкі до тертя та удару. Хромонікелеві сталі мають високу механічну міцність, жаростійкі та стійкі проти корозії, з них виготовляють деталі машин та предмети домашнього вжитку. Узагальнені відомості із застосування сплавів зведені до таблиці 8.

Цікаво, що вартість металу при здаванні на металобрухт, витраченого на виготовлення монет номіналом від 1 до 10 копійок, вище, ніж вартість того, що можна придбати за ці монети (таблиця 9). Розмінні монети номіналом 50 копійок введені в обіг з 2 вересня 1996 року. Роки випуску: 1992, 1994, 1995, 1996, 2001, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. Монети 1995 р зустрічаються в обороті рідко. Монети 1992, 1994, 1995 і 1996 рр. виготовлені на Луганському верстатобудівному заводі. З 2001 р монети виготовляються на Банкотно-монетному дворі НБУ. Монети, виготовлені на Луганському верстатобудівному заводі, виготовлені з латуні, на Банкотно-монетному дворі НБУ - з алюмінієвої бронзи. Розміри і вага цих монет не відрізняються. Розмінні монети номіналом 50 копійок з низьковуглецевої сталі з гальванічним покриттям введені в обіг з 1 жовтня 2013 року. Роки випуску: 2013, 2014, 2015 року, 2016. Основною передумовою для зміни матеріалу заготовок послужила економія і впровадження новітніх технологій. Зокрема, відмова від використання дорогого кольорового металу при виготовленні монет зменшила собівартість 50-копійчаної монети, яка до цього карбувалася з алюмінієвої бронзи. Ні розміром, ні вагою нові монети від старих не відрізняються. Диспропорція між вартістю металу та виготовлених з нього монет слугує аргументом для вилучення деяких монет з обігу та заміни компонентів сплаву для монет на дешевші, що ми і спостерігаємо останнім часом.

Застосування сплавів

Назва сплаву	Застосування
Чавун ливарний	Виробництво сталі, виготовлення чавунних деталей машин
Сталь мартенівська	Виготовлення деталей машин і у вигляді напівфабрикату
Хромонікелева сталь (нержавіюча та кислотостійка)	Виготовлення деталей машин і у вигляді напівфабрикату
Силумін	Лиття поршнів, коробок швидкостей
Дюралюміній	Обшивки літаків, автобусів

Таблиця 9

Вартість металу та монет з нього

	Номінал монет	Кількість монет у 10 грн	Вага	Вартість металу при здаванні на металобрухт
1	1 коп	1000	1,5 кг нержавіючої сталі	27 грн
2	2 коп	500	0,320 кг алюмінієвого сплава	19 грн
3	5 коп	200	0,860 кг нержавіючої сталі	15 грн
4	10 коп	100	0,170 кг алюмінієвої бронзи	11 грн
5	25 коп	40	0,116 кг алюмінієвої бронзи	7 грн
6	50 коп	20	0,084 кг алюмінієвої бронзи	5 грн
7	1 грн	10	0,071 кг латуні	4 грн

Корозійне випробування металів і сплавів

До найважливіших кількісних показників корозії металів належить:

Масометричний показник – це зміна маси зразка металу (Δm , г) внаслідок корозії за одиницю часу (τ , годин) на одиниці поверхні (S , m^2). При зменшенні маси зразка його обчислюють із співвідношення:

$$K_m = \frac{m_0 - m}{S \cdot \tau}; \quad \frac{г}{m^2 \cdot год} \quad (1)$$

Експериментально визначена величина масометричного показника дозволяє у разі рівномірної корозії обчислити інші важливі показники – глибинний, об'ємний і струмовий.

Глибинний показник – це глибина проникнення корозії (h , мм) у метал за одиницю часу (τ , рік):

$$K_h = \frac{h}{\tau}, \text{ мм/рік} \quad (2)$$

Зв'язок між K_h і K_m можна отримати на підставі наступних міркувань (рис.1). Позначимо через h глибину проникнення корозії, а площу поверхні – через (S). Тоді зменшення маси зразка буде:

$$\Delta m = S \cdot h \cdot \rho; \quad (3)$$

де ρ – густина металу, $г/см^3$ а глибина проникнення корозії стане:

$$h = \frac{\Delta m}{S \cdot \rho}; \quad (4)$$

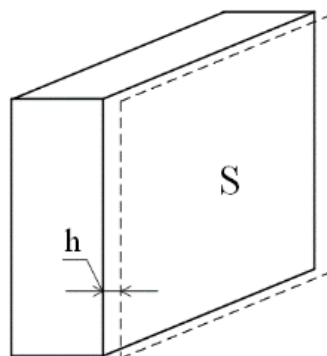


Рис.1. Схема корозії металу для визначення глибинного показника
Останнє підставимо у вираз для глибинного показника:

$$K_h = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau \cdot \rho}; \quad (5)$$

Для того, щоб застосовувати K_m в $\frac{г}{m^2 \cdot год}$ і ρ в $г/см^3$ та отримувати K_h в мм/рік необхідно застосувати відповідні множники:

$$K_h = K_m \cdot \frac{\text{Число годин у році}}{\frac{\Gamma}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}} \cdot \frac{8760}{\rho \cdot 1000}, \text{ мм/рік}$$

За значенням глибинного показника корозії створена 10-ти бальна шкала корозійної стійкості металів, яка дозволяє охарактеризувати корозію групою і балом стійкості (табл.10). Вона застосовується на практиці при підборі металів в практичних та конструкторських роботах. Наприклад, треба визначити, який припуск необхідно взяти для труби, яка має 5 бал корозійної стійкості у середовищі експлуатації, для забезпечення її роботи протягом 15 років. Оскільки при цьому $K_h = 0,05 - 0,1$ мм/рік, то товщину припуску слід взяти у межах 0,75 – 1,5 мм.

Таблиця 10

Десятибальна шкала корозійної стійкості металів

Група стійкості	Глибинний показник корозії, K_h , мм/рік	Бал стійкості
I Цілковито стійкі метали	Менш 0,001	1
II Дуже стійкі метали	0,001– 0,005	2
	0,005 – 0.01	3
III Стійкі метали	0,01 – 0,05	4
	0,05 – 0,1	5
IV Відносно стійкі метали	0,1 – 0,5	6
	0,5 – 1,0	7
V Малостійкі метали	1,0 – 5,0	8
	5,0 – 10,0	9
VI Нестійкі метали	Більше 10,0	10

Визначення масометричного показника корозії. Пластину металу (Fe, Al, Zn) з виміряною загальною площею поверхні зачищають дрібним наждачним папером, промивають у струмені водопровідної води з

одночасним потиранням м'якою гумкою, ополіскують дистильованою водою, промокають фільтрувальним папером і висушують у сушильній шафі. Охолоджений до кімнатної температури зразок зважують на аналітичних терезах (m_0) і на скляному гачку завішують у 7,5% розчин сульфатної кислоти, попередньо залитий у стакан ємністю 200 мл.

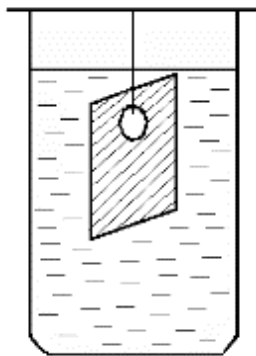


Рис.2. Визначення масометричного показника корозії

Після випробування протягом 1 – 1,5 години зразок виймають з розчину кислоти, промивають у струмені водопровідної води з потиранням поверхні м'якою гумкою, ополіскують дистильованою водою, промокають фільтрувальним папером і висушують у сушильній шафі. Охолоджений зразок металу зважують на аналітичних терезах (m) і визначають зменшення його маси внаслідок корозії ($\Delta m = m_0 - m$). Обчислюють масометричний показник кислотної корозії металу K_m^- , $\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$ і на його основі – глибинний показник (K_h). Далі визначають групу і бал стійкості металу по 10 – ти бальній шкалі.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть сплави, які мають найбільш поширене застосування.
2. Охарактеризуйте найбільш уживані сплави за фізичними властивостями.
3. Які легуючі елементи посилюють корозійну стійкість сплавів?
4. Які сплави використовують для виготовлення монет? У чому причина вилучення з обігу деяких категорій монет?
5. Опишіть, як відбувається випробовування металів і сплавів на корозійну стійкість.

КАРТКИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ**ВАРІАНТ 1****1. Що називається нормальною концентрацією:**

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. У яких групах періодичної системи знаходяться тільки лужні метали:

1. 1, 111
2. 11, VI
3. 1, 11

3. Який гідроксид утворюється при взаємодії металу з водою:

1. $Mn(OH)_2$
2. $Ca(OH)_2$
3. $Fe(OH)_3$
4. $Zn(OH)_2$

4.Що називається розчинами.

1. Коли одна речовина розчиняється у іншій.
2. Коли одна речовина змішується з іншою.
3. Коли одна речовина рівномірно розподілена між іншою.

5. Розчинність газів з підвищенням температури:

1. збільшується
2. зменшується

6.Визначите молярну концентрацію розчину, який містить 23 грама гліцерину ($M = 92$) в 500 мл водного розчину.

1. 0,25;
2. 0,75;
3. 0,5;
4. 4,00;
5. 2,00.

7. Чи зарядиться метал у склянці з водою?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

8. У якості електроліту у свинцевому стартерному акумуляторі використовують:

1. KOH
2. H_2SO_4
3. $NaCl$

9. Корозія – це:

1. хімічне відновлення металів

2. перехід металів у натуральне для нього у земних умовах хімічне становище.

3. утворення гальванічних пар

10. Найпоширенішим хімічним елементом-металом, у земній корі є:

1. золото 2. мідь 3. алюміній 4. олово

ВАРІАНТ 2

1. Що називається процентною концентрацією.

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість грамів речовини, яка міститься в 100 г розчину.

2. У яких групах періодичної системи знаходяться тільки амфотерні метали.

1.1, 11, VI 2.11, 111, IV 3.1, 111, V

3.3 яким оксидом реагує HCl

1. Na_2O 2. CO_2 3. SiO_2 4. N_2O_4

4. Осмотичний тиск. Закон Вант – Гоффа:

1. Осмотичний тиск рівний тиску, що чинить речовина на стінки посудини.
2. Осмотичний тиск дорівнює атмосферному тиску.
3. Осмотичний тиск - тиск, який чинить речовина, перебуваючи в газоподібному стані і займає об'єм, рівний об'єму розчину.

5. Коефіцієнт розчинності KI при 20 °C дорівнює 144. У 200 грамах H_2O розчинимо при цій температурі 200 грамів KI. Одержаний розчин є:

1. насиченим 2. ненасиченим

6. Вкажіть сполуку, що створює тимчасову жорсткість води:

1. MgSO_4 2. K_2SO_4 3. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 4. NaHCO_3

7. Чи зарядиться метал у вакуумі?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

8. На електродах акумулятора при зарядці протікають процеси:

1. які лежать в основі роботи гальванічного елемента
2. які лежать в основі електролізу

9. Хімічна корозія відбувається:

1. у спирті, бензині, інших мінеральних маслах.
2. у морській воді
3. у розчинах солей

10. Найбільш м'які метали:

1. Ag, Cu, Sn.
2. Rb, Pt, Au.
3. Na, K, In

ВАРІАНТ 3

1. Що називається молярною концентрацією?

1. Кількість грамів речовини яка міститься в 100 мл розчинника.
2. Кількість г-екв. речовини яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-молей речовини яка міститься в 1 л розчину

2. Які метали реагують з кислотами і лугами:

1. Амфотерні.
2. Типічні.
3. Лужноземельні.

3. Який з даних оксидів не є основним:

1. Cr_2O_3 2. K_2O 3. CaO 4. Na_2O

4. Класифікація розчинів; вони бувають:

1. Тверді, рідини, газоподібні.
2. Тверді, змішані, молекулярні.
3. Істинні, рідинні, іонні.

5. Масова частка NaCl при тривалому зберіганні його розчину у відкритій судині:

1. збільшується
2. зменшується

6. Вкажіть сполуку, що створює постійну жорсткість води:

1. MgSO_4 2. K_2SO_4 3. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 4. NaHCO_3

7. Як зарядиться цинкова пластинка у воді?

1. позитивно
2. негативно
3. не зарядиться

8. Акумулятор – це:

1. вторинне хімічне джерело, яке здатне накопичувати (акумуляувати) електричну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам
2. первинне хімічне джерело, яке здатне виробляти електричну енергію
3. вторинне електричне джерело, яке здатне накопичувати (акумуляувати) хімічну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам

9. Бура іржа — це

1. суміш гідроксидів феруму(II) і феруму(III), продуктів їх розкладу і взаємодії з вуглекислим газом та іншими речовинами з навколишнього середовища.
2. гідроксид феруму(II)
3. гідроксид феруму (III)

10. Високомолекулярні сполуки мають:

1. Велику молекулярну вагу, кристалічну будову, міцність.
2. Малу молекулярну вагу, визначену температуру плавлення, твердість.
3. Велику молекулярну вагу, ланцюгову будову, гнучкість.

ВАРІАНТ 4

1. Визначте процентну концентрацію розчину KCl, якщо 120 г KCl розчинили в 1000 г води.

1. 9,2 %,
2. 10,7 %,
3. 12

2. На що указує ряд напруги металів?

1. на здатність металів віддавати електрони
2. на валентність металів
3. на амфотерність металів

3. З яким оксидом реагує NaOH:

1. K_2O
2. CO_2
3. CaO
4. BaO

4. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

$$1. m = \frac{\Delta T}{K_f} * I * t$$

$$2. \Delta t = \frac{K * m * 1000}{M * L}$$

$$3. \eta = \frac{t'_{\text{замерз.}}}{t_{\text{замер.}}}$$

5. У 50 мл етанолу ($\rho = 0,8$ грама/мл) розчинили 5 грама I_2 . Масова частка йоду в розчині складає:

1. 10 % 2. більше 10 % 3. менше 10 %

6. Яку речовину застосовують для усунення постійної жорсткості води:

1. Na_2SO_4 2. $CaCl_2$ 3. $Ca(OH)_2$ 4. H_2SO_4 5. Na_2CO_3

7. Як використовується ряд напруги металів у електрохімії?

1. Для визначення ЕРС гальванічного елементу
2. Для визначення валентності металу
3. Для визначення реакції середовища

8. Цинково-повітряні аккумулятори (Zinc-Air) мають:

1. довгий та стабільний строк зберігання в неактивному стані
2. великий ККД і великий струм розряду
3. у якості електроліту H_2SO_4

9. Активність металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Полімери можна отримати двома способами:

1. крекінгу та адсорбції;
2. флотації та відновлення
3. полімеризації та поліконденсації

ВАРІАНТ 5

1. Що називається нормальною концентрацією:

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. Які метали відносяться тільки до чорних:

1. Fe, Mn, Cr. 2. Cu, Ni, Sn 3. Zn, Co, Pb.

3. В якій групі знаходяться всі гідросоли:

1. KCl, CuOHCl, $NaHSO_4$
2. $KAl(SO_4)_2$, $Na[Al(OH)_4]$, $Ca(HCO_3)_2$
3. CuS, $NaHSO_3$, $Cu(HS)_2$

4. NaHCO_3 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4

4. Яка сіль обумовлює некарбонатну жорсткість води?

1. MgSO_4 2. K_2SO_4 . 3. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 4. NaHCO_3

5. У 450 мл води розчинили 50 грамів NaCl . Масова доля NaCl у розчині складає:

1. 11,1 % 2. 10 % 3. 9 % 4. 0,1%

6. При якій температурі замерзатиме розчин, якщо розчинити 18 грам глюкози ($M = 180$) в 100 мл води? ($K = 1,86$)

1. $-0,186$; 2. $+0,186$; 3. $-1,86$; 4. $+1,86$;

7. Що таке гальванічний елемент?

1. Це пристрій для перетворення хімічної енергії в електричну.
2. Це пристрій для перетворення фізичної енергії у хімічну.
3. Це 2 напівелементи, у яких по чергові хімічна енергія перетворюється у електричну та навпаки.

8. Літій-твердополімерні акумулятори:

1. У якості електроліту - полімерні композитні матеріали, не мають металевої оболонки, безпечні.
2. У якості електроліту - KOH , мають металевої оболонки, безпечні.
3. У якості електроліту - H_2SO_4 , не мають металевої оболонки, небезпечні.

9. Однорідність сплаву:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Білки, крохмаль, клітковина – це:

1. штучні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. природні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 6**1.Що називається моляльною концентрацією?**

1. Це кількість г у 100 г розчинника.
2. Це кількість г- моль у 1000 г розчинника.
3. Це кількість г – екв у 100 мл розчину.

2.Які метали відносяться тільки до тугоплавких:

1. Fe, Pt, W.
2. Cr, Ni, Au.
3. Ag, Zn, Cr.

3.З якою сполукою не реагує Na_2O :

1. H_2SO_4
2. CuO
3. H_2O
4. CO_2

4.Розчинність газів. Правило Генрі:

1. Розчинність газу дорівнює атмосферному тиску.
2. Розчинність газу пропорційна атмосферному тиску.
3. Розчинність газу пропорційна його парціальному тиску.

5.У 450 мл води розчинили 50 грама $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Масова частка CuSO_4 вт розчині складає:

1. 10 %
2. більше 10 %
3. менше 10 %

6.Є два розчини: I розчин — 64 грама CH_3OH ($M = 32$) в 1000 грамів води; II розчин — 92 грама $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46$) в 1000 грамів води. Який розчин кипітиме при вищій температурі?

1. при однаковій температурі;
2. I;
3. II;

7. Як ділять хімічні джерела струму за типом електроліту?

1. кислотні та лужні
2. аміачні та вуглецеві
3. сухі та наливні

8. Літій-йонні (Li-ion) акумулятори мають:

1. Ресурс-500-1000 циклів, але через внутрішній опір не можуть забезпечити великого струму.
2. Малий ресурс, але великий струм розрядки.
3. Малий ресурс і малий струм розрядки.

9.Механічна деформація:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Ацетилцелюлоза, нітроцелюлоза, віскоза – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. штучні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 7

1. Знайти процентну концентрацію розчину NaCl, якщо для його приготування взяли 60 г солі та 320 г води.

1. 10 % 2. 15,8 % 3. 14 %

2. Які метали відносяться тільки до легкоплавких:

1. Pb, Sn, Mg. 2. K, Na, Cs. 3. Al, Ca, Li.

3. Який з оксидів реагуватиме з кислотами та лугами:

1. K_2O 2. SO_3 3. ZnO 4. CaO

4. Скільки води треба додати до 100 мл 1 н. розчину, щоб отримати 0,05 н. розчин?

1. 100 мл 2. 1900 мл 3. 200 мл

5. У 95 мл води розчинили 5 грам технічного реактиву $KMnO_4$, що містить 96 % чистого $KMnO_4$. Масова частка перманганату калію в розчині складає:

1. 5 % 2. більше 5 % 3. менше 5 %

6. Визначте молярну концентрацію розчину, що містить 6 грам сечовини $CO(NH_2)_2$ ($M = 60$) в 200 мл водного розчину?

1. 0,1; 2. 0,5; 3. 1,0; 4. 1,5; 5. 3,3.

7. Що таке електроліз?

1. Це процес розкладення хімічних речовин за допомогою зовнішнього джерела постійного електричного струму
2. Це процес відновлення металів
3. Це процес окислення електроліту

8. Ni-MH-акумулятори:

1. мають ефект пам'яті і токсичність;
2. екологічно безпечні та не мають ефекту пам'яті;

9. Шліфування, полірування поверхні металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Поліетелен, полістирол, полівінілхлорид – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. штучні високомолекулярні сполуки
3. синтетичні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 8**1. Яка буде нормальність одномолярного розчину H_2SO_4 .**

1. 2 н 2. 1 н 3. 4 н

2. Який із цих металів самий ковкий:

1. Au. 2. Cu. 3. Pb.

3. З якою із сполук не реагує SO_3 :

1. K_2O 2. NaOH 3. H_2O 4. CO_2

4. Яким чином можна позбутися тимчасової жорсткості води?

1. Прокип'ятити
2. Додати вапна
3. Додати оцту

5. Після додавання 8 грама NaCl в 100 грамів 10 % -го розчину NaCl :

1. маса розчину не зміниться
2. маса розчину 108 грам
3. масова частка NaCl зменшиться

6. При якій температурі замерзатиме розчин 4,6 грама $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46$) в 100 мл води? ($K_f = 1,86$)

1. $-0,186$; 2. $-1,86$; 3. $+1,86$;

7. Що відбувається при електролізі розплаву NaCl ?

1. На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється Cl
2. На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
3. На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється кисень.

8.Срібно-цинкові акумулятори мають:

1. велику величину розрядного струму і ємність, в широкому інтервалі температур; добре витримують великі висоти.
- 2.малу величину розрядного струму і ємність.
- 3.погано витримують великі висоти і низькі температури.

9.Кисле або лужне середовище:

- 1.посилює корозію
- 2.уповільнює корозію
- 3.не впливає на корозію

10.Найбільш екологічно безпечними є полімери:

- 1.полістирол, полівінілхлорид, полікарбонат
- 2.тефлон, гума, найлон
- 3.поліетилен, поліпропілен, полімолочна кислота

ВАРІАНТ 9**1. Яка буде молярна концентрація 2 н розчину H_2SO_4 .**

1. 1 М 2. 3 М 3. 2 М

2. Який із металів найбільш електропровідний:

1. Ag. 2. Cu. 3. Au.

3.У якій групі знаходяться всі амфотерні оксиди:

1. SnO , Cr_2O_3 , NiO , P_2O_5
2. ZnO , MnO_2 , SO_2 , K_2O
3. Na_2O , K_2O , CO_2 , N_2O_5
4. Al_2O_3 , ZnO , PbO , SnO

4.Із 10 кг 20% розчину при охолодженні виділилось 400 г солі. Чому дорівнює процентна концентрація одержаного розчину?

- 1.16,6% 2.20% 3.34%

5. Визначите молярну концентрацію розчину, содержащего 10,5 грама фтористого калія ($M = 42$) в 250 мл водного розчину.

1. 1/16; 2. 1/4; 3. 1; 4. 4; 5. 16.

6. Є два розчини: I розчин — 18 грама глюкози ($M = 180$) в 1000 грамів води; II розчин — 4,6 грам C_2H_5OH ($M = 46$) в 1000 грамів води. Який замерзне при нижчій температурі?

1. I; 2. II; 3. при однаковій температурі;

7. Що відбувається при електролізі водного розчину $NaCl$?

1. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється Cl
2. На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
3. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється кисень.

8. Густина електроліту в процесі хімічних реакцій у $Ni-Cd$ акумуляторі:

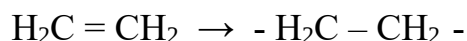
1. зменшується
2. збільшується
3. не змінюється

9. Суцільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Спосіб полімеризації полягає:

1. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S)
2. у тому, що йде відновлення більш активним металом
3. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



ВАРІАНТ 10

1. Визначте процентну концентрацію отриманого розчину, коли розчинили 18 г речовини в 282 г води.

1. 6 % 2. 18 % 3. 9 %

2. Які метали реагують з кислотами, виділяючи водень:

1. Що знаходяться у ряді напруг до водню.
2. Що знаходяться у ряді напруг після водню.
3. Що добре розчиняються у воді.

3. Який з оксидів амфотерний:

1. ZnO 2. CuO 3. CaO 4. SiO₂

4. Як читається перший закон Рауля?

1. Тиск насиченого пара прямо пропорційний температурі.
2. Тиск насиченого пара прямо пропорційний процентній концентрації.
3. Тиск насиченого пара прямо пропорційний молярній концентрації розчиненої речовини.

5. Злили 100 грама 10 %-го розчину CaCl₂ і 100 грама 10 %-го розчину K₃PO₄. Після закінчення реакції маса отриманого розчину:

1. 200 грама
2. більше 200 грама
3. менше 200 грама

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 22 грама масляної кислоти

CH₃(CH₂)₂COOH (M=88) в 250 мл водного розчину.

1. 1; 2. 0,25; 3. 4; 4. 22. 5. 88

7. Як іде електроліз водного розчину FeSO₄?

1. На катоді виділяється Fe, на аноді – O₂.
2. На катоді виділяється H₂, на аноді - O₂.
3. На катоді виділяється SO₄, на аноді – Fe.

8. Електролітом у нікель-кадмієвих акумуляторах служить:

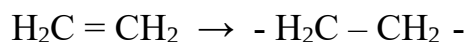
1. KOH
2. H₂SO₄
3. NaCl

9. Нещільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Спосіб поліконденсації полягає:

1. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



2. у тому, що йде відновлення більш активним металом
3. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H₂O, CO, H₂S)

1. Чому дорівнює нормальність кислоти, якщо на нейтралізацію 50 мл витрачено 25 мл 0,5н лужного розчину.

1. 0,15 н 2. 0,30 н 3. 0,25 н

2. Який із металів найбільш важкий:

1. Pb. 2. Os. 3. Cr.

3. В якій групі тільки середні солі:

1. NaCl, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2CO_3
2. NaCl, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, CuOHCl, FeSO_4
3. AlOHSO_3 , $\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, KCl
4. K_2SiO_3 , NaHSO_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NiSO_4

4. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

$$1. \Delta t_{\text{зам}} = k \cdot C$$

$$2. \eta = \frac{t'_{\text{замерз.}}}{t_{\text{замер.}}}$$

$$3. \Delta t_{\text{зам}} = \frac{K \cdot m \cdot 1000}{M \cdot L}$$

5. У 100 грамів розчину міститься по 1 граму NaCl, KCl, CaCl_2 . Масові долі кожної з солей:

1. однакові 2. різні

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 14,8 грама трет.-бутилового спирту $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ($M = 74$) в 500мл водного розчину.

1. 0,4; 2. 1/8; 3. 1/2; 4. 29,6; 5. 5,96.

7. Як іде електроліз водного розчину CaSO_4

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)
2. На катоді відновлюється Ca, на аноді – окислюється SO_4
3. На катоді відновлюється Ca, на аноді – окислюється SO_4

8. Кислотні свинцеві акумулятори мають:

1. більший струм розрядки та ККД, ніж лужні акумулятори
2. меншу масу та саморозряд, ніж лужні.
3. меншу напругу і ємність, ніж лужні.

9. Щільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Найбільше синтетичних полімерів виробляють з:

1. природного каучуку, рослинних матеріалів
2. вугілля

3. продуктів переробки нафти та газу

ВАРІАНТ 12

1. Яка молярність 2 н розчину Na_2SO_4 ?

1.2 молярний. 2.1 молярний. 3.3 молярний.

2. Яка група металів реагує з водою:

1. Mg, Al, Zn, Ba. 2. Li, Na, K, Ca 3. Pb, Sn, Fe, Ag.

3. Який з даних оксидів основний:

1. Al_2O_3 2. Na_2O 3. CO_2 4. PbO

4. Як читається II і III закони Рауля?

1. Температура замерзання прямо пропорційна процентній концентрації розчиненої речовини.

2. Температура замерзання прямо пропорційна нормальній концентрації розчиненої речовини.

3. Температура замерзання і кипіння прямо пропорційні моляльній концентрації розчиненої речовини.

5. У 100 мл розчину міститься по 1 граму NaCl і KCl . Молярні концентрації розчинених речовин:

1. Однакові 2. різні

6. Є два розчини: I розчин — 5,4 грам CH_3ONa ($M = 54$) в 500 грамів діетилового ефіру; II розчин — 6,8 грама $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$ ($M=68$) в 500 грамів діетилового ефіру. Який розчин замерзне при вищій температурі?

1. I; 2. II; 3. при однаковій температурі;

7. Що відбувається при електролізі розплаву MgSO_4 ?

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді — окислюється вода (кисень)

2. На катоді відновлюється Mg, на аноді – окислюється SO_4
3. На катоді відновлюється Mg, на аноді – окислюється вода (кисень)

8. У свинцевому кислотному акумуляторі:

1. Пластини аноду і катоду однакові. Щоб акумулятор почав давати струм, його треба зарядити.
2. Пластини катоду складаються з свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.
3. Пластини катоду складаються з сульфату свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.

9. Нецільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Текстоліт – це:

1. фенолформальдегідна смола
2. папір, просочений фенолформальдегідною смолою
3. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою

ВАРІАНТ 13

1. Скільки грамів NaNO_3 треба розчинити в 400 г води, щоб приготувати 20% розчин?

1. 80 г 2. 20 г 3. 50 г

2. Який із металів найлегший.

1. Ca. 2. Li. 3. Na.

3. Які з даних гідроксидів амфотерні:

1. $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 2. NaOH 3. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 4. $\text{Fe}(\text{OH})_2$

4. Що називається розчинами?

1. Це гомогенні системи, які складаються з 2-х і більше компонентів, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.

2. Це гетерогенні системи, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.
3. Це система, в якій одна речовина розчинена у іншій.

5. У 100 мл розчину міститься по 1 граму H_2SO_4 і H_3PO_4

Молярні концентрації розчинених речовин:

1. однакові
2. різні

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 8 грама хлористого берилія BeCl_2 ($M = 80$) в 200 мл води.

- 1.4; 2. 0,05; 3. 0,5; 4. 40; 5. 8.

7.Перший закон Фарадея:

1. Однакова кількість електричного струму виділяє на електродах еквівалентну кількість речовин.
2. Еквівалентна кількість електричного струму виділяє 1 Моль речовини.
3. Кількість електричного струму еквівалентна 1 Моль речовини.

8. При розрядці свинцевого кислотного акумулятора:

1. Густина електроліту падає
2. Густина електроліту підвищується
3. Густина електроліту не змінюється

9. Покриття більш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Гетинакс – це:

1. фенолформальдегідна смола
2. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою
3. папір, просочений фенолформальдегідною смолою

ВАРІАНТ 14

1. Що називається нормальною концентрацією?

1. Це кількість речовини в 2 л розчину.
2. Це кількість г-моль речовини в 100 г розчину.
3. Це кількість г-екв. речовини в 1л розчину.

2. Який із металів найбільш твердий:

1. Cr. 2. Fe. 3. Pt.

3. В якій з груп знаходяться тільки амфотерні гідроксиди:

1. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$
2. $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, NaOH
3. KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$
4. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH

4. Як читається II і III закон Рауля?

1. Температура кипіння прямо пропорційна процентній концентрації розчину.
2. Температура замерзання пропорційна молярній концентрації розчину.
3. Температура кипіння і замерзання прямо пропорційна молярній концентрації розчиненої речовини.

5. Розчинність газів з підвищенням тиску:

1. збільшується 2. зменшується

6. 1 моль неелектроліту розчиняється в 1000 грамів води. Кріоскопічна константа води = 1,86. При якій температурі замерзає розчин?

- 1.—1,86; 2. +1,86; 3. 0; 4.—0,93; 5. —3,72.

7. Число Фарадея складає:

1. 96500К 2. 10^{-9} А 3. 3.6×10^{23} М

8. При зарядці свинцевого кислотного акумулятора:

1. Густина електроліту падає
2. Густина електроліту підвищується
3. Густина електроліту не змінюється

9. Суть протекторного захисту:

1. конструкцію сполучають з протектором — більш активним металом, ніж метал конструкції
2. конструкцію сполучають з протектором — менш активним металом, ніж метал конструкції

3. конструкцію сполучають з протектором — шматком заліза

10. Найлон-6 – це:

1. жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон
2. добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.

ВАРІАНТ 15

1. Що називається молярною концентрацією:

1. Це кількість речовини в 100 г розчинника.
2. Це кількість г – моль речовини й 1 л розчину.
3. Це кількість г - екв речовини в 1000 г розчину.

2. Які метали відносяться до чорних:

1. Pt, Na, Ni.
2. Co, Sn, Zn.
3. Fe, Cr, Mn.

3. Який з даних оксидів кислотний:

- 1) PbO 2) N₂O₅ 3) CaO 4) MnO₂

4. Що таке магнітний спосіб пом'якшення води?

1. Пом'якшення за допомогою пермутитів
2. Пом'якшення за допомогою цеолітів
3. Пом'якшення за допомогою магнітного поля

5. 100 мл 2M розчину H₂SO₄ розбавили водою до об'єму 200 мл. Молярна концентрація H₂SO₄ в отриманому розчині дорівнює:

1. 1M 2. 0,67M 3. 4M

6. 50 грам речовини (неелектроліту) з молекулярною масою = 50 розчинено в 500 грамах води, яка температура замерзання розчину?

1. 0; 2.—1,86; 3.+1,86; 4.—3,72; 5.—0,93.

7. Вихід по струму металів із розчинів по ряду напруг:

1. до Al включно – 0; від Al до H₂ у середньому 50%; від H₂ до Au – 100%.
2. до Al включно – 50%; від Al до H₂ у середньому 60%; від H₂ до Au – 80%.
3. до Al включно – 20%; від Al до H₂ у середньому 50%; від H₂ до Au – 95%.

8. Найбільш поширеними і економічними з акумуляторів є:

1. свинцеві, 2. залізно-никелеві, 3. никель-кадмієві, 4. срібляно-цинкові,

9. Інгібітори:

1. Уповільнюють корозію
2. Каталізують електрохімічні процеси при корозії
3. Ізольовують метал від реакційного середовища

10. Арселон – це:

1. синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.
2. добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон

ВАРІАНТ 16

1. Що називається нормальною концентрацією:

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. У яких групах періодичної системи знаходяться тільки лужні метали:

1. 1, 111
2. 11, V1
3. 1, 11

3. Який гідроксид утворюється при взаємодії металу з водою:

1. Mn(OH)₂
2. Ca(OH)₂
3. Fe(OH)₃
4. Zn(OH)₂

4. Що називається розчинами.

1. Коли одна речовина розчиняється у іншій.

2. Коли одна речовина змішується з іншою.

3. Коли одна речовина рівномірно розподілена між іншою.

5. Розчинність газів з підвищенням температури:

1. збільшується 2. зменшується

6. Визначите молярну концентрацію розчину, який містить 23 грама гліцерину ($M = 92$) в 500 мл водного розчину.

1. 0,25; 2. 0,75; 3. 0,5; 4. Г 4,00; 5. 2,00.

7. Чи зарядиться метал у склянці з водою?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

8. У якості електроліту у свинцевому стартерному акумуляторі використовують:

1. KOH 2. H_2SO_4 3. NaCl

9. Корозія – це:

1. хімічне відновлення металів
2. перехід металів у натуральне для нього у земних умовах хімічне становище.
3. утворення гальванічних пар

10. Найпоширенішим хімічним елементом-металом, у земній корі є:

1. золото 2. мідь 3. алюміній 4. олово

ВАРІАНТ 17

1. Що називається процентною концентрацією.

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість грамів речовини, яка міститься в 100 г розчину.

2. У яких групах періодичної системи знаходяться тільки амфотерні метали.

1.1, 11, VI 2.11, 111, IV 3.1, 111, V

3.3 яким оксидом реагує HCl

1. Na₂O 2. CO₂ 3. SiO₂ 4. N₂O₄

4. Осмотичний тиск. Закон Вант – Гоффа:

1. Осмотичний тиск рівний тиску, що чинить речовина на стінки посудини.
2. Осмотичний тиск дорівнює атмосферному тиску.
3. Осмотичний тиск - тиск, який чинить речовина, перебуваючи в газоподібному стані і займає об'єм, рівний об'єму розчину.

5. Коефіцієнт розчинності KI при 20 °C дорівнює 144. У 200 грамах H₂O розчинимо при цій температурі 200 грамів KI. Одержаний розчин є:

1. насиченим 2. ненасиченим

6. Вкажіть сполуку, що створює тимчасову жорсткість води:

1. MgSO₄ 2. K₂SO₄ 3. Ca(HCO₃)₂ 4. NaHCO₃

7. Чи зарядиться метал у вакуумі?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

8. На електродах акумулятора при зарядці протікають процеси:

1. які лежать в основі роботи гальванічного елемента
2. які лежать в основі електролізу

9. Хімічна корозія відбувається:

1. у спирті, бензині, інших мінеральних маслах.
2. у морській воді
3. у розчинах солей

10. Найбільш м'які метали:

1. Ag, Cu, St.
2. Rb, Pt, Au.
3. Na, K, In

ВАРІАНТ 18**1. Що називається молярною концентрацією?**

1. Кількість грамів речовини яка міститься в 100 мл розчинника.
2. Кількість г-екв. речовини яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-молей речовини яка міститься в 1 л розчину

2. Які метали реагують з кислотами і лугами:

1. Амфотерні.
2. Типічні.
3. Лужноземельні.

3. Який з даних оксидів не є основним:

1. Cr_2O_3 2. K_2O 3. CaO 4. Na_2O

4. Класифікація розчинів; вони бувають:

1. Тверді, рідини, газоподібні.
2. Тверді, змішані, молекулярні.
3. Істинні, рідинні, іонні.

5. Масова частка NaCl при тривалому зберіганні його розчину у відкритій судині:

1. збільшується 2. зменшується

6. Вкажіть сполуку, що створює постійну жорсткість води:

1. MgSO_4 2. K_2SO_4 . 3. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 4. NaHCO_3

7. Як зарядиться цинкова пластинка у воді?

1. позитивно
2. негативно
3. не зарядиться

8. Акумулятор – це:

1. вторинне хімічне джерело, яке здатне накопичувати (акумуляувати) електричну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам
2. первинне хімічне джерело, яке здатне виробляти електричну енергію
3. вторинне електричне джерело, яке здатне накопичувати (акумуляувати) хімічну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам

9. Бура іржа — це

1. суміш гідроксидів феруму(II) і феруму(III), продуктів їх розкладу і взаємодії з вуглекислим газом та іншими речовинами з навколишнього середовища.
2. гідроксид феруму(II)
3. гідроксид феруму (III)

10. Високомолекулярні сполуки мають:

1. Велику молекулярну вагу, кристалічну будову, міцність.
2. Малу молекулярну вагу, визначену температуру плавлення, твердість.
3. Велику молекулярну вагу, ланцюгову будову, гнучкість.

ВАРІАНТ 19**1. Визначте процентну концентрацію розчину KCl, якщо 120 г KCl розчинили в 1000 г води.**

1. 9,2 %,
2. 10,7 %,
3. 13

2. На що указує ряд напруги металів?

1. на здатність металів віддавати електрони
2. на валентність металів
3. на амфотерність металів

3. З яким оксидом реагує NaOH:

1. K_2O 2. CO_2 3. CaO 4. BaO

4. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

$$1. m = \frac{\Delta}{F} * I * t$$

$$2. \Delta t = \frac{K * m * 1000}{M * L}$$

$$3. \eta = \frac{t'_{\text{замерз.}}}{t_{\text{замер.}}}$$

5. У 50 мл етанолу ($\rho = 0,8$ грама/мл) розчинили 5 грама I_2 . Масова частка йоду в розчині складає:

1. 10 % 2. більше 10 % 3. менше 10 %

6. Яку речовину застосовують для усунення постійної жорсткості води:

1. Na_2SO_4 2. $CaCl_2$ 3. $Ca(OH)_2$ 4. H_2SO_4 5. Na_2CO_3

7. Як використовується ряд напруги металів у електрохімії?

1. Для визначення ЕРС гальванічного елементу
2. Для визначення валентності металу
3. Для визначення реакції середовища

8. Цинково-повітряні аккумулятори (Zinc-Air) мають:

1. довгий та стабільний строк зберігання в неактивному стані
2. великий ККД і великий струм розряду
3. у якості електроліту H_2SO_4

9. Активність металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Полімери можна отримати двома способами:

1. крекінгу та адсорбції;
2. флотації та відновлення
3. полімеризації та поліконденсації

ВАРІАНТ 20

1. Що називається нормальною концентрацією:

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. Які метали відносяться тільки до чорних:

1. Fe, Mn, Cr.
2. Cu, Ni, Sn
3. Zn, Co, Pb.

3. В якій групі знаходяться всі гідросоли:

1. KCl, CuOHCl, NaHSO₄
2. KAl(SO₄)₂, Na[Al(OH)₄], Ca(HCO₃)₂
3. CuS, NaHSO₃, Cu(HS)₂
4. NaHCO₃, Na₂HPO₄, NaH₂PO₄

4. Яка сіль обумовлює некарбонатну жорсткість води?

1. MgSO₄
2. K₂SO₄.
3. Ca(HCO₃)₂
4. NaHCO₃

5. У 450 мл води розчинили 50 грамів NaCl. Масова доля NaCl у розчині складає:

1. 11,1 %
2. 10 %
3. 9 %
4. 0,1 %

6. При якій температурі замерзатиме розчин, якщо розчинити 18 грам глюкози (M = 180) в 100 мл води? (K = 1,86)

1. —0,186;
2. +0,186;
3. —1,86;
4. +1,86;

7. Що таке гальванічний елемент?

1. Це пристрій для перетворення хімічної енергії в електричну.
2. Це пристрій для перетворення фізичної енергії у хімічну.
3. Це 2 напівелементи, у яких по чергову хімічна енергія перетворюється у електричну та навпаки.

8. Літій-твердополімерні акумулятори:

1. У якості електроліту - полімерні композитні матеріали, не мають металевої оболонки, безпечні.
2. У якості електроліту - KOH, мають металевої оболонки, безпечні.
3. У якості електроліту – H₂SO₄, не мають металевої оболонки, небезпечні.

9. Однорідність сплаву:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Білки, крохмаль, клітковина – це:

1. штучні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. природні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 21

1. Що називається моляльною концентрацією?

1. Це кількість г у 100 г розчинника.
2. Це кількість г-моль у 1000 г розчинника.
3. Це кількість г – екв у 100 мл розчину.

2. Які метали відносяться тільки до тугоплавких:

1. Fe, Pt, W. 2. Cr, Ni, Au. 3. Ag, Zn, Cr.

3. З якою сполукою не реагує Na_2O :

1. H_2SO_4 2. CuO 3. H_2O 4. CO_2

4. Розчинність газів. Правило Генрі:

1. Розчинність газу дорівнює атмосферному тиску.
2. Розчинність газу пропорційна атмосферному тиску.
3. Розчинність газу пропорційна його парціальному тиску.

5. У 450 мл води розчинили 50 грама $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Масова частка CuSO_4 вт розчині складає:

1. 10 % 2. більше 10 % 3. менше 10 %

6. Є два розчини: I розчин — 64 грама CH_3OH ($M = 32$) в 1000 грамів води; II розчин — 92 грама $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46$) в 1000 грамів води. Який розчин кипітиме при вищій температурі?

1. при однаковій температурі; 2. I; 3. II;

7. Як ділять хімічні джерела струму за типом електроліту?

1. кислотні та лужні
2. аміачні та вуглецеві
3. сухі та наливні

8. Літій-йонні (Li-ion) акумулятори мають:

1. Ресурс-500-1000 циклів, але через внутрішній опір не можуть забезпечити великого струму.
2. Малий ресурс, але великий струм розрядки.
3. Малий ресурс і малий струм розрядки.

9. Механічна деформація:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію

3. не впливає на корозію

10. Ацетилцелюлоза, нітроцелюлоза, віскоза – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. штучні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 22

1. Знайти процентну концентрацію розчину NaCl, якщо для його приготування взяли 60 г солі та 320 г води.

1. 10 % 2. 15,8 % 3. 14 %

2. Які метали відносяться тільки до легкоплавких:

1. Pb, Sn, Mg. 2. K, Na, Cs. 3. Al, Ca, Li.

3. Який з оксидів реагуватиме з кислотами та лугами:

1. K_2O 2. SO_3 3. ZnO 4. CaO

4. Скільки води треба додати до 100 мл 1 н. розчину, щоб отримати 0,05 н. розчин?

1. 100 мл 2. 1900 мл 3. 200 мл

5. У 95 мл води розчинили 5 грам технічного реактиву $KMnO_4$, що містить 96 % чистого $KMnO_4$. Масова частка перманганату калію в розчині складає:

1. 5 % 2. більше 5 % 3. менше 5 %

6. Визначте молярну концентрацію розчину, що містить 6 грам сечовини $CO(NH_2)_2$ ($M = 60$) в 200 мл водного розчину?

1. 0,1; 2. 0,5; 3. 1,0; 4. 1,5; 5. 3,3.

7. Що таке електроліз?

1. Це процес розкладення хімічних речовин за допомогою зовнішнього джерела постійного електричного струму
2. Це процес відновлення металів
3. Це процес окислення електроліту

8. Ni-MH-акумулятори:

1. мають ефект пам'яті і токсичність;
2. екологічно безпечні та не мають ефекту пам'яті;

9. Шліфування, полірування поверхні металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Поліетелен, полістирол, полівінілхлорид – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. штучні високомолекулярні сполуки
3. синтетичні високомолекулярні сполуки

ВАРІАНТ 23

1. Яка буде нормальність одномолярного розчину H_2SO_4 .

1. 2 н 2. 1 н 3. 4 н

2. Який із цих металів самий ковкий:

1. Au. 2. Cu. 3. Pb.

3. З якою із сполук не реагує SO_3 :

1. K_2O 2. $NaOH$ 3. H_2O 4. CO_2

4. Яким чином можна позбутися тимчасової жорсткості води?

1. Прокип'ятити
2. Додати вапна
3. Додати оцту

5. Після додавання 8 грама $NaCl$ в 100 грамів 10 % -го розчину $NaCl$:

1. маса розчину не зміниться
2. маса розчину 108 грам
3. масова частка $NaCl$ зменшиться

6. При якій температурі замерзатиме розчин 4,6 грама C_2H_5OH ($M = 46$) в 100 мл води? ($K_3 = 1,86$)

1. $-0,186$; 2. $-1,86$; 3. $+1,86$;

7. Що відбувається при електролізі розплаву $NaCl$?

1. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється Cl
2. На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
3. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється кисень.

8. Срібно-цинкові акумулятори мають:

1. велику величину розрядного струму і ємність, в широкому інтервалі температур; добре витримують великі висоти.
2. малу величину розрядного струму і ємність.
3. погано витримують великі висоти і низькі температури.

9. Кисле або лужне середовище:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Найбільш екологічно безпечними є полімери:

1. полістирол, полівінілхлорид, полікарбонат
2. тефлон, гума, найлон
3. поліетилен, поліпропілен, полімолочна кислота

ВАРІАНТ 24

1. Яка буде молярна концентрація 2 н розчину H_2SO_4 .

1. 1 M 2. 3 M 3. 2 M

2. Який із металів найбільш електропровідний:

1. Ag . 2. Cu . 3. Au .

3. У якій групі знаходяться всі амфотерні оксиди:

1. SnO , Cr_2O_3 , NiO , P_2O_5
2. ZnO , MnO_2 , SO_2 , K_2O
3. Na_2O , K_2O , CO_2 , N_2O_5

4. Al_2O_3 , ZnO , PbO , SnO

4.Із 10 кг 20% розчину при охолодженні виділилось 400 г солі. Чому дорівнює процентна концентрація одержаного розчину?

1.16,6% 2.20% 3.34%

5. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 10,5 грама фтористого калія ($M = 42$) в 250 мл водного розчину.

1. $1/16$; 2. $1/4$; 3. 1; 4. 4; 5. 16.

6. Є два розчини: I розчин — 18 грама глюкози ($M = 180$) в 1000 грамів води; II розчин — 4,6 грам $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46$) в 1000 грамів води. Який замерзне при нижчій температурі?

1. I; 2. II; 3. при однаковій температурі;

7. Що відбувається при електролізі водного розчину NaCl ?

1. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється Cl
2. На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
3. На катоді відновлюється Na , на аноді окислюється кисень.

8. Густина електроліту в процесі хімічних реакцій у Ni-Cd акумуляторі:

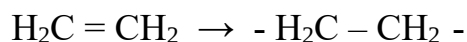
1. зменшується
2. збільшується
3. не змінюється

9. Суцільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10.Спосіб полімеризації полягає:

1. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S)
2. у тому, що йде відновлення більш активним металом
3. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



ВАРІАНТ 25

1.Визначте процентну концентрацію отриманого розчину, коли розчинили 18г речовини в 282 г води.

1. 6 % 2.18 % 3. 9 %

2. Які метали реагують з кислотами, виділяючи водень:

1. Що знаходяться у ряді напруг до водню.
2. Що знаходяться у ряді напруг після водню.
3. Що добре розчиняються у воді.

3. Який з оксидів амфотерний:

1. ZnO
2. CuO
3. CaO
4. SiO₂

4. Як читається перший закон Рауля?

1. Тиск насиченого пара прямо пропорційний температурі.
2. Тиск насиченого пара прямо пропорційний процентній концентрації.
3. Тиск насиченого пара прямо пропорційний молярній концентрації розчиненої речовини.

5. Злили 100 грама 10 %-го розчину CaCl₂ і 100 грама 10 %-го розчину K₃PO₄. Після закінчення реакції маса отриманого розчину:

1. 200 грама
2. більше 200 грама
3. менше 200 грама

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 22 грама масляної кислоти

CH₃(CH₂)₂COOH (M=88) в 250 мл водного розчину.

1. 1;
2. 0,25;
3. 4;
4. 22.
5. 88

7. Як іде електроліз водного розчину FeSO₄?

1. На катоді виділяється Fe, на аноді – O₂.
2. На катоді виділяється H₂, на аноді - O₂.
3. На катоді виділяється SO₄, на аноді – Fe.

8. Електролітом у нікель-кадмієвих акумуляторах служить:

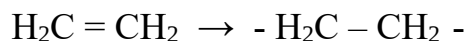
1. KOH
2. H₂SO₄
3. NaCl

9. Нещільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Спосіб поліконденсації полягає:

1. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



2. у тому, що йде відновлення більш активним металом
3. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H₂O, CO, H₂S)

ВАРІАНТ 26

1. Чому дорівнює нормальність кислоти, якщо на нейтралізацію 50 мл витрачено 25 мл 0,5н лужного розчину.

1. 0,15 н 2. 0,30 н 3. 0,25 н

2. Який із металів найбільш важкий:

1. Pb. 2. Os. 3. Cr.

3. В якій групі тільки середні солі:

1. NaCl, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2CO_3
2. NaCl, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, CuOHCl, FeSO_4
3. AlOHSO_3 , $\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, KCl
4. K_2SiO_3 , NaHSO_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NiSO_4

4. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

$$1. \Delta t_{\text{зам}} = k \cdot C$$

$$2. \eta = \frac{t'_{\text{замерз.}}}{t_{\text{ззамер.}}}$$

$$3. \Delta t_{\text{зам}} = \frac{K \cdot m \cdot 1000}{M \cdot L}$$

5. У 100 грамів розчину міститься по 1 граму NaCl, KCl, CaCl_2 . Масові долі кожної з солей:

1. однакові 2. різні

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 14,8 грама трет.-бутилового спирту $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ($M = 74$) в 500мл водного розчину.

1. 0,4; 2. 1/8; 3. 1/2; 4. 29,6; 5. 5,96.

7. Як іде електроліз водного розчину CaSO_4

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)
2. На катоді відновлюється Ca, на аноді – окислюється SO_4
3. На катоді відновлюється Ca, на аноді – окислюється SO_4

8. Кислотні свинцеві акумулятори мають:

1. більший струм розрядки та ККД, ніж лужні акумулятори
2. меншу масу та саморозряд, ніж лужні.
3. меншу напругу і ємність, ніж лужні.

9. Щільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію

3. не впливає на корозію

10. Найбільше синтетичних полімерів виробляють з:

1. природного каучуку, рослинних матеріалів
2. вугілля
3. продуктів переробки нафти та газу

ВАРІАНТ 27

1. Яка молярність 2 н розчину Na_2SO_4 ?

1. 2 молярний. 2. 1 молярний. 3. 3 молярний.

2. Яка група металів реагує з водою:

1. Mg, Al, Zn, Ba. 2. Li, Na, K, Ca 3. Pb, Sn, Fe, Ag.

3. Який з даних оксидів основний:

1. Al_2O_3 2. Na_2O 3. CO_2 4. PbO

4. Як читається II і III закони Рауля?

1. Температура замерзання прямо пропорційна процентній концентрації розчиненої речовини.
2. Температура замерзання прямо пропорційна нормальній концентрації розчиненої речовини.
3. Температура замерзання і кипіння прямо пропорційні молярній концентрації розчиненої речовини.

5. У 100 мл розчину міститься по 1 граму NaCl і KCl . Молярні концентрації розчинених речовин:

1. Однакові 2. різні

6. Є два розчини: I розчин — 5,4 грам CH_3ONa ($M = 54$) в 500 грамів діетилового ефіру; II розчин — 6,8 грама $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$ ($M = 68$) в 500 грамів діетилового ефіру. Який розчин замерзне при вищій температурі?

1. I; 2. II; 3. при однаковій температурі;

7. Що відбувається при електролізі розплаву MgSO_4 ?

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)

2. На катоді відновлюється Mg, на аноді – окислюється SO_4

3. На катоді відновлюється Mg, на аноді – окислюється вода (кисень)

8. У свинцевому кислотному акумуляторі:

1. Пластини аноду і катоду однакові. Щоб акумулятор почав давати струм, його треба зарядити.

2. Пластини катоду складаються з свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.

3. Пластини катоду складаються з сульфату свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.

9. Нещільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію

2. уповільнює корозію

3. не впливає на корозію

10. Текстоліт – це:

1. фенолформальдегідна смола

2. папір, просочений фенолформальдегідною смолою

3. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою

ВАРІАНТ 28

1. Скільки грамів NaNO_3 треба розчинити в 400 г води, щоб приготувати 20% розчин?

1.80 г 2.20 г 3.50 г

2. Який із металів найлегший.

1. Ca. 2. Li. 3. Na.

3. Які з даних гідроксидів амфотерні:

1. $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 2. NaOH 3. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 4. $\text{Fe}(\text{OH})_2$

4. Що називається розчинами?

1. Це гомогенні системи, які складаються з 2-х і більше компонентів, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.
2. Це гетерогенні системи, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.
3. Це система, в якій одна речовина розчинена у іншій.

5. У 100 мл розчину міститься по 1 граму H_2SO_4 і H_3PO_4

Молярні концентрації розчинених речовин:

1. однакові
2. різні

6. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 8 грама хлористого берилія BeCl_2 ($M = 80$) в 200 мл води.

- 1.4; 2. 0,05; 3. 0,5; 4. 40; 5. 8.

7.Перший закон Фарадея:

1. Однакова кількість електричного струму виділяє на електродах еквівалентну кількість речовин.
2. Еквівалентна кількість електричного струму виділяє 1 Моль речовини.
3. Кількість електричного струму еквівалентна 1 Моль речовини.

8. При розрядці свинцевого кислотного акумулятора:

1. Густина електроліту падає
2. Густина електроліту підвищується
3. Густина електроліту не змінюється

9. Покриття більш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

10. Гетинакс – це:

1. фенолформальдегідна смола
2. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою
3. папір, просочений фенолформальдегідною смолою

1.Що називається нормальною концентрацією?

1. Це кількість речовини в 2 л розчину.
2. Це кількість г-моль речовини в 100 г розчину.
3. Це кількість г-екв. речовини в 1л розчину.

2.Який із металів найбільш твердий:

- 1.Cr. 2.Fe. 3.Pt.

3.В якій з груп знаходяться тільки амфотерні гідроксиди:

1. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$
2. $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, NaOH
3. KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$
4. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH

4.Як читається II і III закон Рауля?

- 1.Температура кипіння прямо пропорційна процентній концентрації розчину.
- 2.Температура замерзання пропорційна молярній концентрації розчину.
- 3.Температура кипіння і замерзання прямо пропорційна моляльній концентрації розчиненої речовини.

5. Розчинність газів з підвищенням тиску:

1. збільшується 2. зменшується

6. 1 моль неелектроліту розчиняється в 1000 грамів води. Кріоскопічна константа води = 1,86. При якій температурі замерзає розчин?

- 1—1,86; 2. +1,86; 3. 0; 4.—0,93; 5. —3,72.

7. Число Фарадея складає:

1. 96500К 2. 10^{-9} А 3. 3.6×10^{23} М

8.При зарядці свинцевого кислотного акумулятора:

- 1.Густина електроліту падає
- 2.Густина електроліту підвищується
- 3.Густина електроліту не змінюється

9. Суть протекторного захисту:

1. конструкцію сполучають з протектором — більш активним металом, ніж метал конструкції
2. конструкцію сполучають з протектором — менш активним металом, ніж метал конструкції
3. конструкцію сполучають з протектором — шматком заліза

10. Найлон-6 – це:

1. жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон
2. добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.

ВАРІАНТ 30

1. Що називається молярною концентрацією:

1. Це кількість речовини в 100 г розчинника.
2. Це кількість г – моль речовини й 1 л розчину.
3. Це кількість г - екв речовини в 1000 г розчину.

2. Які метали відносяться до чорних:

1. Pt, Na, Ni.
2. Co, Sn, Zn.
3. Fe, Cr, Mn.

3. Який з даних оксидів кислотний:

- 1) PbO 2) N₂O₅ 3) CaO 4) MnO₂

4. Що таке магнітний спосіб пом'якшення води?

1. Помякшення за допомогою пермутитів
2. Помякшення за допомогою цеолітів
3. Помякшення за допомогою магнітного поля

5. 100 мл 2М розчину H₂SO₄ розбавили водою до об'єму 200 мл. Молярна концентрація H₂SO₄ в отриманому розчині дорівнює:

1. 1М 2. 0,67М 3. 4М

6. 50 грам речовини (неелектроліту) з молекулярною масою = 50 розчинено в 500 грамах води, яка температура замерзання розчину?

1. 0; 2.—1,86; 3.+1,86; 4.—3,72; 5.—0,93.

7. Вихід по струму металів із розчинів по ряду напруг:

1. до Al включно – 0; від Al до H₂ у середньому 50%; від H₂ до Au – 100%.
2. до Al включно – 50%; від Al до H₂ у середньому 60%; від H₂ до Au – 80%.
3. до Al включно – 20%; від Al до H₂ у середньому 50%; від H₂ до Au – 95%.

8. Найбільш поширеними і економічними з акумуляторів є:

1. свинцеві, 2. залізно-никелеві, 3. никель-кадмієві, 4. срібляно-цинкові,

9. Інгібітори:

1. Уповільнюють корозію
2. Каталізують електрохімічні процеси при корозії
3. Ізольовують метал від реакційного середовища

10. Арселон – це:

1. синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.
2. добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон

ТЕЗАУРУС

Поняття, твердження	Визначення
Хімія	Вивчає хімічну форму руху матерії, тобто перетворення одних речовин на інші з утворенням нових молекул, кристалів, йонів, вільних радикалів тощо, а також склад і властивості речовин
Розчини	Гомогенні системи, які складаються із 2-х або декількох компонентів, де частки однієї речовини рівномірно розподілені між частками іншої
Істинні розчини	Утворюються самовільно, між рідиною і речовиною може пройти реакція, стійкі, однорідні (однофазні), при розчиненні часто об'єм зменшується
Етапи процесу розчинення	Розчинення кристалічної речовини можна уявити як подвійний процес: 1. Гідратація частинок (молекул, атомів, іонів). 2. Зруйнування кристалічної решітки.
Насичений розчин	Розчин, у якому настає рівновага: нерозчинена речовина $\leftrightarrow$ речовина у розчині
Процентна концентрація	Показує скільки грамів речовини знаходиться в 100 г розчину.
Молярна концентрація	Виражається числом молей розчиненої речовини в 1 л розчину.
Моляльна концентрація	Виражається числом г-молей речовини розчиненої у 1000 г розчинника.
Нормальна концентрація	Показує скільки г-екв розчиненої речовини знаходиться в 1 л розчину.
Розчинність	Концентрація насиченого розчину
Ненасичений розчин	Розчин, концентрація якого нижча величини розчинності
Розбавлений розчин	Розчини, концентрація яких, як правило, не перевищує 0,5—1%
Закон Генрі	При сталій температурі розчинність газу в рідині прямо пропорційна його парціальному тиску над рідиною
Парціальний тиск	Тиск компонента ідеальної газової суміші, який він дав би один займаючи об'єм усієї суміші.
Закон Дальтона	У випадку суміші газів, кожний із них розчинюється пропорційно своєму парціальному тиску і розчинності.

Дифузія	Процес випадкового неупорядкованого переміщення частинок під впливом хаотичних сил, зумовлених тепловим рухом і взаємодією з іншими частками
Осмос	Однобічна дифузія крізь напівпроникну перегородку
Закон Вант-Гоффа	Осмотичний тиск пропорційний молярній концентрації розчиненої речовини і абсолютній температурі.
Перший закон Рауля	Пониження тиску насиченого пара над розчином пропорційно молярній концентрації розчиненої речовини
Другий і третій закони Рауля	Пониження температури замерзання і підвищення температури кипіння пропорційно молярній концентрації розчиненої речовини
Високомолекулярні сполуки	Мають молекулярну вагу більше 10000 в.о. До них відносяться: білки, каучук, вуглеводи, клітковина, різні хімічні волокна і т. ін.
температура склування	Температура переходу від крихкого стану до пластичного
Спосіб полімеризації	Розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках: $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2 \rightarrow -\text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 -$ етилен поліетилен Схематично: $\text{A} = \text{A} \rightarrow -\text{A} - \text{A} -$
Спосіб поліконденсації	При утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S): $(\text{H} - \text{A}) + (\text{B} - \text{OH}) \rightarrow [-\text{A} - \text{B}-] + \text{H}_2\text{O}$
Синтетичні високомолекулярні речовини	Отримують шляхом полімеризації або поліконденсації. Вони ще називаються смолами
Гомополімери	Мають одну і ту саму хімічну природу. При цьому вони можуть бути розгалужені (лінійні) і привиті (прищеплені), але бокові ланцюги менш ніж головні (крохмаль, поліетилен)
Сополімери	Продукти спільної полімеризації або поліконденсації мономерів різної природи, можуть бути лінійні, привиті і блок – сополімери, коли об'єднуються в ланцюги десятки тисяч блоків. При цьому можуть бути органічні і неорганічні кільця (бутадієн-нітрильний каучук).
Природні високомолекулярні сполуки	До них відносяться білки, крохмаль, клітковина та каучук. Білки – складаються із багатьох кілець зв'язаних між собою пептидним зв'язком. Крохмаль і клітковина

	Формула $(C_6H_{10}O_5)_n$. Відрізняються вони характером будови ланцюгів. Каучук – $(C_5H_8)_n$. М. В. 170 –200 тис. в.о. Макромолекули каучуку побудовані ланцюгоподібно. При вулканізації відбувається зшиття молекул каучуку з сіркою і утворюється резина (гумка). Коли сірки буде більше 25–30%, каучук перетворюється в тверду речовину чорного кольору – ебоніт.
Штучні високомолекулярні речовини	Їх одержують шляхом хімічної переробки природних високомолекулярних речовин (ацетилцелюлоза, нітроклітчатка, віскоза)
Ацетилцелюлоза	Складний ефір целюлози і оцтової кислоти $[C_6H_7O_2(-O-CH_3CO)_3]_n$. Це негорючий матеріал, який широко використовується для виготовлення кіноплівки, ацетатного шовку і пластмас.
Нітроцелюлоза	$[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$ – піроксилін. Це – ефір целюлози і азотної кислоти. Застосовується як вибухова речовина. Одержують бездимний порох.
Віскоза	Одержують із целюлози і сірки. Із неї роблять целофан, віскозний шовк і т. д.
Поліетилен	$(CH_2 - CH_2 -)_n$. М.В. 60–300 тис. до 3 млн. в.о. Він має високі електроізоляційні властивості, стійкий до лугів і кислот. При $110^{\circ}C$ розм'якшується, при $-20^{\circ}C$ – стає крихким. Використовується в електротехніці, медицині, хімічній промисловості і т. ін.
Поліетилентерефталат	Сировина для пластикових пляшок, синтетичних тканин (лавсан); екологічно безпечний
Полівінілхлорид	Використовується для виготовлення гальванічних ванн, клейонок, плащів, сумок і т.д. Недолік – швидко “старіє”. Є небезпечним для екології, оскільки вивільнює канцерогенні діоксини у процесі горіння. Може викликати отруєння при використанні
Поліетилен низької густини	Походить від поліетилену пластикові пакети, упаковочна плівка для покриття
Полістирол	М.в. 3-900 тис. в.о. Безкольорова маса, фарбується у різний колір. Хімічно стійкий. Застосовується для виготовлення різних деталей, одноразового посуду, монтажної піни, акумуляторних банок і т.ін. Виділяє стирол – (натрій азотнокислий $NaNO_2$) – потенційний канцероген.

Поліпропілен	використовується у харчовій промисловості, виробництві іграшок, побутової техніки, стійкої до лугів та кислот. Безпечний для екології.
Поликарбонат	використовується у виробництві одноразового посуду, пляшечки для годування новонароджених. Виділяє бісфенол-А, який порушує секрецію естрогену, сприяє ожирінню, психічним розладам та втраті зору.
Фторопласт- 4 – (тефлон)	М.в. 142-534 тис. в.о. Не розчинюється навіть у “царській горілці”. Предмети із нього мають велику твердість, стійки до стирання. Із нього виготовляють підшипники. Розм’якшується при 250°C. Добрий ізолятор. Отруйний при вдиханні парів.
Полімолочна кислота	Походить від молочної кислоти. Найбільш безпечний для екології матеріал, виготовляють з кукурудзи та інших рослин (останнім часом з бактерій <i>E. coli</i>). Вироби з НОАК розлагаються у ґрунті протягом 60 діб. Може бути використана при компостуванні.
Фенолформальдегідні смоли	Текстоліт – тканина просочена смолою. Гетинакс – папір просочений смолою. Епоксидні смоли застосовуються як добрі клеї, для виготовлення плитки і т.д.
Нейлон	Синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву. Існують два види нейлону: Анід – найлон-66 і Капрон (найлон-6)
Капрон	Найлон-6, застосовується для виготовлення канатів, штучного каракулю і т.д.
Анід	Найлон-66, синтетичне поліамідне волокно, Міцніше за шовк; еластичне, водостійке, легко фарбується, не гниє; t° плав. 260°; виготовлення кордних тканин, для авіа – і автопокришок, тонкі тканини, штучне хутро
Вуглецеве волокно	Графітове волокно — вуглецевий полімер; форма графіту, в якій атоми вуглецю збудовані в плоскі довгі вузькі графітові полотна. Вуглеволокно отримують складною термічною обробкою (400—3 000 °C) поліакрилонітрилу.
Арселон	Жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон Ключова властивість волокна - стабільність фізико-механічних характеристик при високій температурі, аж до 300 °C. Основні області застосування: термостійкі рукавні фільтри, фрикційні вироби, захисний одяг для пожежників і рятувальників

Пінопласт стирольний	Речовина білого кольору, складається зі склеєних між собою кульок; пружна, однорідна, без запаху, екологічний, нетоксичний. Застосовується як добрий ізолятор і утеплювач
Тимчасова жорсткість води	Карбонатна жорсткість, що утворена гідрокарбонатами $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
Постійна жорсткість води	Сульфатна, що утворена сульфатами CaSO_4 , MgSO_4 , хлоридами CaCl_2 , MgCl_2
Загальна жорсткість води	Сумарний вміст гідрокарбонатів, сульфатів і хлоридів у воді, виражають сумою міліеквівалентів іонів кальцію і магнію, що міститься в 1л води.
Постійна жорсткість води	Жорсткість, що залишається після кип'ятіння
Пом'якшення води	Процес, що приводить до зниження жорсткості води, тобто до зменшення концентрації солей Ca^{2+} , Mg^{2+}
Цеоліти і пермутити	Сполуки, які відносяться до групи алюмосилікатів, склад яких позначається умовною формулою $\text{Na}_2\text{П}$. Ці алюмосилікати мають пухку кристалічну структуру і спроможні обмінювати іони натрію на іони Ca^{2+} і Mg^{2+}
Синтетичні іоніти	Високомолекулярні сполуки, нерозчинні у воді. Деякі з них мають властивість поглинати з води катіони (катіоніти), та інші – аніони (аніоніти). Обмінна місткість іонітів значно перевершує таку для пермутитів і досягає 10 мг-екв/л.
Електрохімічний спосіб пом'якшення води	Жорстка вода, пропущена через магнітне поле перпендикулярно силовим лініям утрачає негативні властивості жорсткості і не дає накипу на стінках резервуарів («магнітна вода»)
Антинакипи	Колоїдно-дисперсний графіт, таннат заліза й ін. При їхньому застосуванні солі кальцію і магнію утворюють тверді частки, зважені у воді (щільної накипи по стінках немає)
Поліморфізм (алотропія)	Існування одного елементу в декількох кристалічних формах
Легкі метали	Густина яких $< 5\text{г/см}^3$ і важкі – густина яких $> 5\text{г/см}^3$. До легких металів відносяться: Li, Na, K, Mg, Ca, Cs, Al, Ba, Найлегший – Li, густиною $< 0,53\text{ г/см}^3$
Важкі метали	Густина яких $> 5\text{г/см}^3$, до важких металів відносяться: Zn, Cu, Fe, Sn, Pb, Ag, Au, Os. Найважчий – Os $> 22,5\text{ г/см}^3$
Найбільш електропровідні	Ag, потім Cu, Au, Al, Fe; меншою – Pb і Hg; так само розподіляється і теплопровідність

метали	
Легкоплавкі метали	Cs–28,5 ⁰ ; Ga–29,7 ⁰ , К- 63, ⁵⁰ , Na- 97,8 ⁰ , Sn-232 ⁰
Тугоплавкі метали	Ніобій, молібден, тантал, вольфрам і реній мають температуру плавлення вище 2000°C
Алюмотермія	Одержання металу відновленням алюмінієм: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$
Сублімація	Цим методом одержують ще більш чисті метали. Їх спочатку перетворюють у газоподібний стан, а потім шляхом охолодження кристалізують
Відновні властивості металів	У періодичній системі збільшуються по групах зверху вниз, а по періодам справа – наліво. Здатність віддавати електрони у металів неоднакова. Чим легше метал віддає електрони, тим активніше і більш енергійно він взаємодіє з неметалами та іонами інших металів.
Ряд активності або ряд напруг металів	За ознакою активності всі метали розташовуються у ряді, що називається рядом активності. У ряді напруг стоїть також водень, який віддає електрони і утворює позитивно заряджений іон, тобто поводить себе як метал
Чорні метали	Залізо, манган, хром, використовуються як основні метали у чорній металургії, а їх сплави у всіх галузях машинобудування
Електрохімія	Розділ хімії, що вивчає взаємоперетворення хімічної та електричної енергії, пов'язані з рухом електричних зарядів, тобто з електричним струмом
Електрод	Металева пластинка, занурена у воду або розчин електроліту
Електродний потенціал	Різниця потенціалів між електродом і електролітом
Стандартний або нормальний електродний потенціал	Виникає на поверхні електрода при контакті з розчином, в якому активність (концентрація) іонів цього металу = 1 г*іон/л
Гальванічний елемент	Пристрій, у якому енергія окисно-відновних реакцій перетворюється в електричну
Електрорушійна сила	Важлива характеристика любого гальванічного елементу, вона дорівнює алгебраїчній різниці електродних потенціалів. Електрорушійну силу (ЕРС) визначають: від електродного потенціалу окисника віднімають електродний потенціал відновника: $E = E_{\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}}^0$

Концентраційні елементи	У концентраційних елементах електроди та розчини однакові, але розчини у полueleментах мають різні концентрації
Окисно – відновні елементи	У окисно-відновних елементах електродами найчастіше є малоактивний метал Pt, Au або графітові стержні
Електрод-окислювач	Електрод, який приймає електрони із зовнішнього ланцюгу (акцептор) і є позитивним полюсом гальванічного елемента
Електрод - відновлювач	Електрод, який віддає електрони у зовнішній ланцюг (донор) і являється негативним полюсом гальванічного елемента
Поляризація	Зменшення ЕРС у гальванічних елементах по мірі його роботи. Найчастіше поляризація спостерігається у позитивного електроду, де можуть розряджатися іони H^+ , утворюючи при цьому водневу подушку.
Депольаризація	Усунення поляризації, речовини які використовуються для цього називають депольаризаторами. Це: O_2 , MnO_2 , Ag_2O , $HgO...$
Ємність гальванічного елемента	Залежить від розмірів електродів і кількості електроліту і визначається: $Q = I \cdot t$, де I – струм розрядки. t - час розрядки
Паливні елементи	У паливних елементах електродами служать мілкопористі нікельові пластини. Електролітом – 30 – 40% КОН. Паливом – частіше H_2 , CO, природний газ, вугілля, спирт.
Електроліз	Розклад речовин (напр., води, розчинів кислот, лугів, розчинених або розплавлених солей тощо) постійним електричним струмом
Первинні та вторинні реакції при електролізі	Реакції, які відбуваються при електролізі на електродах називаються вторинними. Первинними є реакції дисоціації в електроліті
1 закон Фарадея	Однакова кількість електричного струму виділяє на електродах еквівалентну кількість речовин. Для виділення на електроді 1г.екв. будь-якої речовини необхідно затратити одну й ту ж кількість електрики – 96500К. (Число Фарадея)
2 закон Фарадея	Маси речовин які виділяються на електродах при електролізі прямо пропорційні кількості електричного струму, що протікає через електроліт $m = \frac{e \cdot I \cdot t}{F}$, де

	F e – маса 1г.екв; F– число Фарадея; I – сила струму; t – час (сек.)
Вихід по струму	$\eta = \frac{m^1}{m} * 100 = \frac{m^1 * 96500}{\Sigma * I * t}$ де m¹–маса метала факт. одержана; m – маса метала розрахована по з. Фарадея Таким чином вихід по струму металів із розчинів по ряду напруг: до Al включно – 0; від Al до H₂ у середньому 50%; від H₂ до Au – 100
Потенціал розкладення	Та найменша величина електричного потенціалу, при якій струм повинен надійти у ванну, щоб забезпечити протікання процесу електролізу називається потенціалом розкладення, напругою розкладення, вольтаж
Перенапруга, критичний потенціал	Різниця між потенціалом розкладання і ЕРС гальванічного елемента називається перенапругою. Мінімальний потенціал на електроді, при якому починається процес відновлення катіонів металу називається критичним потенціалом (E _{крит.}).
Акумулятор	Вторинне хімічне джерело, яке здатне накопичувати (акумуляувати) електричну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам. В залежності від роду електроліту акумулятори поділяються на лужні й кислотні
Процеси на електродах акумулятора	Розрядження: протікають процеси, які лежать в основі роботи гальванічного елемента. Зарядження: протікають процеси, які лежать в основі електролізу
«Кипіння» електроліту в акумуляторі	Процес, супутній зарядженню акумулятора, коли електролізу піддається вода з виділенням кисню та водню
Переваги та недоліки свинцевих акумуляторів	Кислотні акумулятори мають більший струм розрядки, ніж лужні, тому застосовуються як стартерні; більшу напругу і ємність; більший К.К.Д.(85%) Недоліки: велика вага; саморозряд і зменшення ємності; бояться перевантаження; вимогливі до навколишнього середовища
Переваги та недоліки лужних акумуляторів	Лужні акумулятори не вимогливі до зовнішнього середовища, майже не піддаються саморозряду, не бояться перевантаження; міцність конструкції. Недоліки: вуглекислий газ, який знаходиться в повітрі, сполучається з електролітом, зменшуючи ємність; напруга, ємність і К.К.Д. менші (ККД=65%), ніж у

	кислотного
Корозія	Процес хімічного руйнування <u>металів і сплавів</u> при їх взаємодії з зовнішнім середовищем: повітрям, водою, розчинами електролітів тощо
Місцева корозія	Буває у вигляді плям, виразок, точок (пітингів), а також наскрізною, підповерхневою (шаровою), міжкристалітною (руйнування по границях зерен кристалітів), транскристалітною (по зерну) і ножовою (руйнування звичайно уздовж зварного шва)
Хімічна корозія	Відбувається в середовищах, які не проводять електричного струму. Вона обумовлюється дією на метали неелектролітів (спирту, бензину, мінеральних масел тощо) і сухих газів (кисню, оксидів азоту, хлору, хлороводню, сірководню і ін.) при високій температурі (так звана газова корозія)
Електрохімічна корозія	Руйнування металу під час контакту з електролітами з виникненням у системі електричного струму. У цьому випадку поряд з хімічними процесами (відщеплення електронів) відбуваються й електричні (перенесення електронів від однієї ділянки до іншої)
Бура іржа	Продукт корозії заліза — це суміш гідроксидів феруму (II) і феруму (III), продуктів їх розкладу і взаємодії з вуглекислим газом та іншими речовинами з навколишнього середовища
Фактори, що посилюють корозію	1. Активність металу. 2. Структура металу. Сплави з однорідною структурою більш стійкі чим з неоднорідною. Наприклад, бронза, латунь, сплави золота і срібла, золота і міді. 3. Механічна деформація. Наприклад, зігнута труба. Внутрішній шар труби стискається, зовнішній – розтягується. У цьому місці і почнеться корозія. 4. Поверхня металу. Полірований метал менше піддається корозії, ніж шорсткий. Наприклад, колона, яка знаходиться недалеко від столиці Індії Делі. Вона зроблена з чистого заліза і добре відшліфована руками рабів, майже не піддається корозії. 5. Середовище. Грає роль середовище у якому знаходиться предмет або конструкція (кислі дощі; ґрунт лужний, кислий; клімат сухий, вологий і т.ін.)
Захисні поверхневі покриття	Бувають металічними (покриття цинком, оловом, свинцем, нікелем, хромом та іншими металами) і неметалічними (покриття лаком, фарбою, емаллю та іншими речовинами). Ці покриття ізолюють метал від

	зовнішнього середовища
Протекторний захист	Застосовують у тому разі, коли захищається конструкція (підземний трубопровід, корпус судна), яка перебуває в середовищі електроліту (морська вода, підземні ґрунтові води та ін.). Суть такого захисту полягає в тому, що конструкцію сполучають з протектором — більш активним металом, ніж метал конструкції
Електрозахист від корозії	Конструкцію, яка перебуває в середовищі електроліту, сполучають з іншим металом (звичайно шматком заліза, рейкою тощо) через зовнішнє джерело струму. При цьому конструкцію, яку захищають, під'єднують до катода, а метал — до анода джерела струму.
Інгібітори корозії	Уповільнювачами корозії, або інгібіторами, їх застосовують у тих випадках, коли метал необхідно захищати від роз'їдання кислотами.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Що називається нормальною концентрацією:

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

2. Який гідроксид утворюється при взаємодії металу з водою:

1. $Mn(OH)_2$ 2. $Ca(OH)_2$ 3. $Fe(OH)_3$ 4. $Zn(OH)_2$

3.Що називається розчинами.

- 1.Коли одна речовина розчиняється у іншій.
- 2.Коли одна речовина змішується з іншою.
- 3.Коли одна речовина рівномірно розподілена між іншою.

4. Розчинність газів з підвищенням температури:

1. збільшується 2. зменшується

5. Чи зарядиться метал у склянці з водою?

- 1.Так, зарядиться позитивно
- 2.Так, зарядиться негативно
- 3.Ні, не зарядиться

6. У якості електроліту у свинцевому стартерному акумуляторі використовують:

1. KOH 2. H_2SO_4 3. $NaCl$

7. Корозія – це:

- 1.хімічне відновлення металів
2. перехід металів у натуральне для нього у земних умовах хімічне становище.
- 3.утворення гальванічних пар

8. Найпоширенішим хімічним елементом-металом, у земній корі є:

- 1.золото 2.мідь 3.алюміній 4.олово

9. Що таке електроліз?

1. Це процес розкладення хімічних речовин за допомогою зовнішнього джерела постійного електричного струму
2. Це процес відновлення металів
3. Це процес окислення електроліту

10. На що указує ряд напруги металів?

1. на здатність металів віддавати електрони
2. на валентність металів
3. на амфотерність металів

11. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

$$1. m = \frac{\mathcal{E}}{F} * I * t$$

$$2. \Delta t = \frac{K * m * 1000}{M * L}$$

$$3. \eta = \frac{t'_{\text{замерз.}}}{t_{\text{замер.}}}$$

12. Яку речовину застосовують для усунення постійної жорсткості води:

1. Na_2SO_4 2. CaCl_2 3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 4. H_2SO_4 5. Na_2CO_3

13. Як використовується ряд напруги металів у електрохімії?

1. Для визначення ЕРС гальванічного елементу
2. Для визначення валентності металу
3. Для визначення реакції середовища

14. Осмотичний тиск. Закон Вант – Гоффа:

1. Осмотичний тиск рівний тиску, що чине речовина на стінки посудини.
2. Осмотичний тиск дорівнює атмосферному тиску.
3. Осмотичний тиск - тиск, який чине речовина, перебуваючи в газоподібному стані і займає об'єм, рівний об'єму розчину.

15. Цинково-повітряні аккумулятори (Zinc-Air) мають:

1. довгий та стабільний строк зберігання в неактивному стані
2. великий ККД і великий струм розряду
3. у якості електроліту H_2SO_4

16. Вкажіть сполуку, що створює тимчасову жорсткість води:

1. MgSO_4 2. K_2SO_4 . 3. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 4. NaHCO_3

17. Чи зарядиться метал у вакуумі?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

18. На електродах акумулятора при зарядці протікають процеси:

1. які лежать в основі роботи гальванічного елемента
2. які лежать в основі електролізу

19. Хімічна корозія відбувається:

1. у спирті, бензині, інших мінеральних маслах.
2. у морській воді
3. у розчинах солей

20. Найбільш м'які метали:

1. Ag, Cu, St.
2. Rb, Pt, Au.
3. Na, K, In

21. Активність металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

22. Які метали реагують з кислотами і лугами:

1. Амфотерні.
2. Типові.
3. Лужноземельні.

23. Полімери можна отримати двома способами:

1. крекінгу та адсорбції;
2. флотації та відновлення

3. полімеризації та поліконденсації

24. Класифікація розчинів; вони бувають:

1. Тверді, рідини, газоподібні.
2. Тверді, змішані, молекулярні.
3. Істинні, рідинні, іонні.

25. Що відбувається при електролізі розплаву MgSO_4 ?

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)
2. На катоді відновлюється Mg , на аноді – окислюється SO_4
3. На катоді відновлюється Mg , на аноді – окислюється вода (кисень)

26. У свинцевому кислотному акумуляторі:

1. Пластини аноду і катоду однакові. Щоб акумулятор почав давати струм, його треба зарядити.
2. Пластини катоду складаються з свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.
3. Пластини катоду складаються з сульфату свинцю, а аноду – з оксиду свинцю.

27. Як зарядиться цинкова пластинка у воді?

1. позитивно
2. негативно
3. не зарядиться

28. Акумулятор – це:

1. вторинне хімічне джерело, яке здатне накопичувати (акумулювати) електричну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам
2. первинне хімічне джерело, яке здатне виробляти електричну енергію
3. вторинне електричне джерело, яке здатне накопичувати (акумулювати) хімічну енергію і в міру потреби віддавати її споживачам

29. Бура іржа — це

1. суміш гідроксидів феруму(II) і феруму(III), продуктів їх розкладу і взаємодії з вуглекислим газом та іншими речовинами з навколишнього середовища.
2. гідроксид феруму(II)
3. гідроксид феруму (III)

30. Високомолекулярні сполуки мають:

1. Велику молекулярну вагу, кристалічну будову, міцність.
2. Малу молекулярну вагу, визначену температуру плавлення, твердість.
3. Велику молекулярну вагу, ланцюгову будову, гнучкість.

31. Що називається нормальною концентрацією:

1. Кількість грамів речовини, яка міститься в 1 л розчину.
2. Кількість г-молів речовини, яка міститься в 100 г розчину.
3. Кількість г-еквівалентів речовини, яка міститься в 1 л розчину.

32. Які метали відносяться тільки до чорних:

1. Fe, Mn, Cr.
2. Cu, Ni, Sn
3. Zn, Co, Pb.

33. Який із цих металів самий ковкий:

1. Au.
2. Cu.
3. Pb.

34. Яка сіль обумовлює некарбонатну жорсткість води?

1. $MgSO_4$
2. K_2SO_4 .
3. $Ca(HCO_3)_2$
4. $NaHCO_3$

35. Нещільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

36. Текстоліт – це:

1. фенолформальдегідна смола
2. папір, просочений фенолформальдегідною смолою
3. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою

37. Що таке гальванічний елемент?

1. Це пристрій для перетворення хімічної енергії в електричну.
2. Це пристрій для перетворення фізичної енергії у хімічну.
3. Це 2 напівелементи, у яких по чергову хімічна енергія перетворюється у електричну та навпаки.

38. Літій-твердополімерні акумулятори:

1. У якості електроліту - полімерні композитні матеріали, не мають металевої оболонки, безпечні.
2. У якості електроліту - KOH, мають металевої оболонки, безпечні.
3. У якості електроліту – H_2SO_4 , не мають металевої оболонки, небезпечні.

39. Однорідність сплаву:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

40. Білки, крохмаль, клітковина – це:

1. штучні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. природні високомолекулярні сполуки

41. Що називається молярною концентрацією?

1. Це кількість г у 100 г розчинника.
2. Це кількість г- моль у 1000 г розчинника.
3. Це кількість г – екв у 100 мл розчину.

42. Які метали відносяться тільки до тугоплавких:

1. Fe, Pt, W.
2. Cr, Ni, Au.
3. Ag, Zn, Cr.

43. Яким чином можна позбутися тимчасової жорсткості води?

1. Прокип'ятити
2. Додати вапна
3. Додати оцту

44. Розчинність газів. Правило Генрі:

1. Розчинність газу дорівнює атмосферному тиску.
2. Розчинність газу пропорційна атмосферному тиску.
3. Розчинність газу пропорційна його парціальному тиску.

45. Найбільш екологічно безпечними є полімери:

1. полістирол, полівінілхлорид, полікарбонат
2. тефлон, гума, найлон
3. поліетилен, поліпропілен, полімолочна кислота

46. Найпоширенішим хімічним елементом-металом, у земній корі є:

1. золото
2. мідь
3. алюміній
4. олово

47. Як ділять хімічні джерела струму за типом електроліту?

1. кислотні та лужні
2. аміачні та вуглецеві
3. сухі та наливні

48. Літій-йонні (Li-ion) акумулятори мають:

1. Ресурс-500-1000 циклів, але через внутрішній опір не можуть забезпечити великого струму.
2. Малий ресурс, але великий струм розрядки.
3. Малий ресурс і малий струм розрядки.

49. Механічна деформація:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

50. Ацетилцелюлоза, нітроцелюлоза, віскоза – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. штучні високомолекулярні сполуки

51. Кисле або лужне середовище:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

52. Які метали відносяться тільки до легкоплавких:

1. Pb, Sn, Mg.
2. K, Na, Cs.
3. Al, Ca, Li.

53. Срібно-цинкові акумулятори мають:

1. велику величину розрядного струму і ємність, в широкому інтервалі температур; добре витримують великі висоти.
2. малу величину розрядного струму і ємність.
3. погано витримують великі висоти і низькі температури.

54. Скільки води треба додати до 100 мл 1 н. розчину, щоб отримати 0,05 н. розчин?

1. 100 мл 2. 1900 мл 3. 200 мл

55. Після додавання 8 грам NaCl в 100 грамів 10 % -го розчину NaCl:

1. маса розчину не зміниться
2. маса розчину 108 грам
3. масова частка NaCl зменшиться

56. Що відбувається при електролізі розплаву NaCl?

1. На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється Cl
2. На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
3. На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється кисень.

57. Що таке електроліз?

1. Це процес розкладення хімічних речовин за допомогою зовнішнього джерела постійного електричного струму
2. Це процес відновлення металів
3. Це процес окислення електроліту

58. Ni-MH-акумулятори:

1. мають ефект пам'яті і токсичність;
2. екологічно безпечні та не мають ефекту пам'яті;

59. Шліфування, полірування поверхні металу:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

60. Поліетелен, полістирол, полівінілхлорид – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. штучні високомолекулярні сполуки
3. синтетичні високомолекулярні сполуки

61. Яка буде молярна концентрація 2 н розчину H_2SO_4 .

1. 1 М
2. 3 М
3. 2 М

62. Який із металів найбільш електропровідний:

1. Ag.
2. Cu.
3. Au.

63. Як ділять хімічні джерела струму за типом електроліту?

- 1.кислотні та лужні
- 2.аміачні та вуглецеві
- 3.сухі та наливні

64. Розчинність газів. Правило Генрі:

- 1.Розчинність газу дорівнює атмосферному тиску.
- 2.Розчинність газу пропорційна атмосферному тиску.
- 3.Розчинність газу пропорційна його парціальному тиску.

65. Що називається молярною концентрацією?

- 1.Це кількість г у 100 г розчинника.
- 2.Це кількість г- моль у 1000 г розчинника.
- 3.Це кількість г – екв у 100 мл розчину.

66. Є два розчини: I розчин — 18 грама глюкози ($M = 180$) в 1000 грамів води; II розчин — 4,6 грам $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46$) в 1000 грамів води. Який замерзне при нижчій температурі?

1. I;
2. II;
3. при однаковій температурі;

67. Що відбувається при електролізі водного розчину NaCl ?

- 1.На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється Cl
- 2.На катоді відновлюється вода, на аноді окислюється Cl
- 3.На катоді відновлюється Na, на аноді окислюється кисень.

68. Густина електроліту в процесі хімічних реакцій у Ni- Cd акумуляторі:

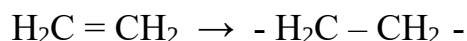
1. зменшується
2. збільшується
3. не змінюється

69. Суцільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

70. Спосіб полімеризації полягає:

1. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S)
2. у тому, що йде відновлення більш активним металом
3. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



71. Літій-йонні (Li-ion) акумулятори мають:

1. Ресурс-500-1000 циклів, але через внутрішній опір не можуть забезпечити великого струму.
2. Малий ресурс, але великий струм розрядки.
3. Малий ресурс і малий струм розрядки.

72. Які метали реагують з кислотами, виділяючи водень:

1. Що знаходяться у ряді напруг до водню.
2. Що знаходяться у ряді напруг після водню.
3. Що добре розчиняються у воді.

73. Механічна деформація:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

74. Як читається перший закон Рауля?

1. Тиск насиченого пара прямо пропорційний температурі.

2. Тиск насиченого пара прямо пропорційний процентній концентрації.
3. Тиск насиченого пара прямо пропорційний молярній концентрації розчиненої речовини.

75. Злили 100 грама 10 %-го розчину CaCl_2 і 100 грама 10 %-го розчину K_3PO_4 . Після закінчення реакції маса отриманого розчину:

1. 200 грама
2. більше 200 грама
3. менше 200 грама

76. Ацетілцелюлоза, нітроцелюлоза, віскоза – це:

1. природні високомолекулярні сполуки
2. синтетичні високомолекулярні сполуки
3. штучні високомолекулярні сполуки

77. Як іде електроліз водного розчину FeSO_4 ?

1. На катоді виділяється Fe, на аноді – O_2 .
2. На катоді виділяється H_2 , на аноді – O_2 .
3. На катоді виділяється SO_4 , на аноді – Fe.

78. Електролітом у нікель-кадмієвих акумуляторах служить:

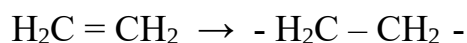
1. KOH
2. H_2SO_4
3. NaCl

79. Нещільна оксидна плівка:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

80. Спосіб поліконденсації полягає:

1. у тому, що розриваються подвійні або потрійні зв'язки у органічних сполуках.



2. у тому, що йде відновлення більш активним металом

3. у тому, що при утворенні полімеру йде звільнення низькомолекулярного продукту (H_2O , CO , H_2S)

81. У 100 мл розчину міститься по 1 граму NaCl і KCl . Молярні концентрації розчинених речовин:

1. Однакові 2. різні

82. Який із металів найбільш важкий:

1. Pb. 2. Os. 3. Cr.

83. Як читається II і III закони Рауля?

1. Температура замерзання прямо пропорційна процентній концентрації розчиненої речовини.
2. Температура замерзання прямо пропорційна нормальній концентрації розчиненої речовини.
3. Температура замерзання і кипіння прямо пропорційні моляльній концентрації розчиненої речовини.

84. За якою формулою визначають температуру замерзання антифризів.

1. $\Delta t_{\text{зам}} = k \cdot C$
2. $\eta = \frac{t' \text{ замерз.}}{t_{\text{з замер.}}}$
3. $\Delta t_{\text{зам}} = \frac{K \cdot m \cdot 1000}{M \cdot L}$

85. Яка група металів реагує з водою:

1. Mg, Al, Zn, Ba. 2. Li, Na, K, Ca 3. Pb, Sn, Fe, Ag.

86. Визначите молярну концентрацію розчину, що містить 14,8 грама трет.-бутилового спирту $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ($M = 74$) в 500мл водного розчину.

1. 0,4; 2. 1/8; 3. 1/2; 4. 29,6; 5. 5,96.

87. Як іде електроліз водного розчину CaSO_4

1. На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)

2. На катоді відновлюється Са, на аноді – окислюється SO_4

3. На катоді відновлюється Са, на аноді – окислюється SO_4

88. Кислотні свинцеві акумулятори мають:

1. більший струм розрядки та ККД, ніж лужні акумулятори

2. меншу масу та саморозряд, ніж лужні.

3. меншу напругу і ємність, ніж лужні.

89. Щільне покриття менш активним металом:

1. посилює корозію

2. уповільнює корозію

3. не впливає на корозію

90. Найбільше синтетичних полімерів виробляють з:

1. природного каучуку, рослинних матеріалів

2. вугілля

3. продуктів переробки нафти та газу

91. Скільки грамів NaNO_3 треба розчинити в 400 г води, щоб приготувати 20% розчин?

1. 80 г 2. 20 г 3. 50 г

92. Який із металів найлегший.

1. Са. 2. Li. 3. Na.

93. Корозія – це:

1. хімічне відновлення металів

2. перехід металів у натуральне для нього у земних умовах хімічне становище.

3. утворення гальванічних пар

94. Що називається розчинами?

1. Це гомогенні системи, які складаються з 2-х і більше компонентів, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.

2. Це гетерогенні системи, де одна речовина рівномірно розподілена у іншій.

3. Це система, в якій одна речовина розчинена у іншій.

95. У 100 мл розчину міститься по 1 граму H_2SO_4 і H_3PO_4

Молярні концентрації розчинених речовин:

1. однакові
2. різні

96. У якості електроліту у свинцевому стартерному акумуляторі використовують:

1. KOH 2. H₂SO₄ 3. NaCl

97. Перший закон Фарадея:

1. Однакова кількість електричного струму виділяє на електродах еквівалентну кількість речовин.
2. Еквівалентна кількість електричного струму виділяє 1 Моль речовини.
3. Кількість електричного струму еквівалентна 1 Моль речовини.

98. При розрядці свинцевого кислотного акумулятора:

1. Густина електроліту падає
2. Густина електроліту підвищується
3. Густина електроліту не змінюється

99. Покриття більш активним металом:

1. посилює корозію
2. уповільнює корозію
3. не впливає на корозію

100. Гетинакс – це:

1. фенолформальдегідна смола
2. тканина, просочена фенолформальдегідною смолою
3. папір, просочений фенолформальдегідною смолою

101. Що називається нормальною концентрацією?

1. Це кількість речовини в 2 л розчину.
2. Це кількість г-моль речовини в 100 г розчину.
3. Це кількість г-екв. речовини в 1 л розчину.

102. Який із металів найбільш твердий:

1. Cr. 2. Fe. 3. Pt.

103. Чи зарядиться метал у склянці з водою?

1. Так, зарядиться позитивно
2. Так, зарядиться негативно
3. Ні, не зарядиться

104. Як читається II і III закон Рауля?

1. Температура кипіння прямо пропорційна процентній концентрації розчину.
2. Температура замерзання пропорційна молярній концентрації розчину.
3. Температура кипіння і замерзання прямо пропорційна молярній концентрації розчиненої речовини.

105. Розчинність газів з підвищенням тиску:

1. збільшується
2. зменшується

106. Визначите молярну концентрацію розчину, який містить 23 грама гліцерину ($M = 92$) в 500 мл водного розчину.

1. 0,25;
2. 0,75;
3. 0,5;
4. Г 4,00;
5. 2,00.

107. Число Фарадея складає:

1. 96500К
2. 10^{-9} А
3. 3.6×10^{23} М

108. Суть протекторного захисту:

1. конструкцію сполучають з протектором — більш активним металом, ніж метал конструкції
2. конструкцію сполучають з протектором — менш активним металом, ніж метал конструкції
3. конструкцію сполучають з протектором — шматком заліза

109. Вихід по струму металів із розчинів по ряду напруг:

1. до Al включно — 0%; від Al до H_2 у середньому 50%; від H_2 до Au — 100%.
2. до Al включно — 50%; від Al до H_2 у середньому 60%; від H_2 до Au — 80%.
3. до Al включно — 20%; від Al до H_2 у середньому 50%; від H_2 до Au — 95%.

110. Найлон-6 — це:

1. жаростійке волокно з класу поліоксадіазольних волокон
2. добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.

111.Що називається молярною концентрацією:

- 1.Це кількість речовини в 100 г розчинника.
- 2.Це кількість г – моль речовини й 1 л розчину.
- 3.Це кількість г - екв речовини в 1000 г розчину.

112.Які метали відносяться до чорних:

- 1.Pt, Na, Ni.
- 2.Co, Sn, Zn.
- 3.Fe, Cr, Mn.

113. Кислотні свинцеві акумулятори мають:

- 1.більший струм розрядки та ККД, ніж лужні акумулятори
- 2.меншу масу та саморозряд, ніж лужні.
- 3.меншу напругу і ємність, ніж лужні.

114.Що таке магнітний спосіб пом'якшення води?

- 1.Помякшення за допомогою пермутитів
- 2.Помякшення за допомогою цеолітів
- 3.Помякшення за допомогою магнітного поля

115. 100 мл 2М розчину H_2SO_4 розбавили водою до об'єму 200 мл. Молярна концентрація H_2SO_4 в отриманому розчині дорівнює:

1. 1М
2. 0,67М
3. 4М

116. Який гідроксид утворюється при взаємодії металу з водою:

1. $Mn(OH)_2$
2. $Ca(OH)_2$
3. $Fe(OH)_3$
4. $Zn(OH)_2$

117. Арселон – це:

- 1.синтетичний поліамід і волокна з нього, що формуються з розплаву.
- 2.добрий ізолятор і утеплювач, який складається зі склеєних між собою кульок
3. жаростійке волокно з класу поліоксадиазольних волокон

118. Найбільш поширеними і економічними з акумуляторів є:

- 1.свинцеві, 2.залізно-никелеві, 3. никель-кадмієві, 4.срібляно-цинкові,

119.Інгібітори:

- 1.Уповільнюють корозію
- 2.Каталізують електрохімічні процеси при корозії
- 3.Ізольовують метал від реакційного середовища

120. Як іде електроліз водного розчину CaSO_4

- 1.На катоді відновлюється вода (водень), на аноді – окислюється вода (кисень)
- 2.На катоді відновлюється Ca , на аноді – окислюється SO_4
- 3.На катоді відновлюється Ca , на аноді – окислюється SO_4

КЕЙСИ

Сучасні Стандарти вищої освіти передбачають компетентнісний підхід до викладання усіх дисциплін – тобто підсумком вивчення будь-якої дисципліни має бути здатність застосувати набуті під час навчання досвід та знання у конкретних виробничих або життєвих обставинах. Досягненню цієї мети може сприяти опанування кейс-технологією, яка саме заснована на використанні у навчанні реальних або змодельованих кейсів – ситуацій, які потрібно «вирішити» (запропонувати оптимальні варіанти подолання проблеми), при тому, що єдиного правильного рішення не існує (так само, як і у реальному житті). Але на сьогодні є лише поодинокі приклади використання кейс-технології у викладанні дисципліни «Хімія». Тому для заповнення цього «пробілу» потрібне детальне вивчення суті кейс-технології, етапів її здійснення, завдань, які стоять перед викладачем та студентами, та місця цієї технології у структурі курсу «Хімія».

Класичне визначення кейс-методу: метод навчання, коли студенти та викладачі беруть участь у обговоренні ділових ситуацій та задач. Ці ситуації (кейси), зазвичай, викладені у письмовій формі та сформульовані, виходячи з досвіду реальних людей, студенти читають, вивчають та обговорюють. Кейси є основою для проведення бесіди, дискусії в групі під керівництвом викладача. Методичною метою застосування кейс-методу може бути ілюстрація до теорії, чисто практична ситуація, а також їх поєднання. Однак у будь-якому випадку мета має бути вагомою, щоб робота з кейсом зацікавила студентів. Цьому сприятиме напруженість ситуації, описаної в кейсі, конфлікт, навіть драматичність, що вимагають прийняття швидких рішень. Кейс — це одночасно і практичне завдання, і джерело інформації для його виконання.

Кейс-метод має низку переваг над традиційними методами навчання: акцент переноситься з «поглинання» готових знань на здобуття власних знань та навичок; розвиток системи цінностей, професійних позицій, життєвих установок студентів; особистісна орієнтація навчання; долається «сухість», неемоційний виклад матеріалу. Проте кейс-технологія має і певні недоліки: додаткове робоче навантаження для викладача – підготування кейсів є науково-дослідною, методичною, творчою справою, яка потребує широкого світогляду, доброї теоретичної бази та, нарешті, вільного часу; додаткове психологічне та емоційне навантаження для викладача – роль викладача змінюється з менторства на співпрацю (що некомфортно для певної частини викладачів); проведення занять за кейс-технологією потребує

певного досвіду у проведенні дискусії та аналізу «кейсової» ситуації; для якісного проведення кейс-навчання треба вкладати власні емоції, демонструвати їх (що для багатьох людей є неприємним); кейс-метод вимагає певного рівня мотивованості та підготовленості студентів, наявності в них навичок самостійної роботи.

За сторічну історію свого існування кейс-метод давно переступив поріг шкіл бізнесу і нині застосовується дуже широко. Наприклад, з 2008 року Гарвардською школою бізнесу (Harvard Business School, HBS) було прийнято рішення диверсифікувати формат кейсів, зробити їх більш витонченими, літературними (авторка - Даніела Стіл), в яскравій обкладинці і продавати як книги біля кас в магазинах для домогосподарок.

За форматом використання виділяють кейс-випадок, кейс-вправа і кейс-ситуація:

1. Кейс-випадок (1-2 стор. і менше). Учасники знайомляться з кейсом безпосередньо на заході і вирішують його індивідуально або в форматі обговорення з модератором. Зазвичай вони є структуровані (highly structured): мінімальна кількість додаткової інформації, закладена певна модель рішення, існує оптимальний варіант рішення. Такі кейси використовуються в якості ілюстрації теоретичного матеріалу або для перевірки конкретних вузьких навичок.

2. Кейс-вправа, тематичний кейс (3-5 стор.). Призначений для розбору на навчальному занятті і загальної дискусії, іноді передбачається коротка попередня підготовка учасників. Як правило це «Маленькі нариси» (short vignettes). Знайомлять тільки з ключовими поняттями, включають 2-3 стор. додаткової інформації. Учасникам потрібні додаткові знання для роботи.

3. Кейс-ситуація, гарвардський кейс (в середньому 20-25 стор.). Як правило, це великі неструктуровані (long unstructured cases) кейси, у яких може включатися зайва інформація і / або бути відсутнім необхідні дані. Учасникам потрібно впоратися з великим обсягом слабо структурованих даних. Припускають самостійну командну роботу протягом декількох днів і презентацію рішення.

Проаналізувавши методичну та науково-популярну літературу за тематикою кейс-технологій у навчанні, можна зробити висновок, що кейс-технологія – це інтерактивна технологія на основі реальних чи вигаданих ситуацій, спрямована не стільки на засвоєння готових знань, скільки на здобування знань з різноманітних джерел інформації, вироблення вмінь логічного та критичного мислення, спілкування, співтворчисті студентів і викладача. Застосування кейс-методу у навчанні хімії цілком доцільне й ефективне, оскільки забезпечує якісне засвоєння теоретичних положень і

формування навичок практичного використання вивченого теоретичного матеріалу. Але готових кейсів з дисципліни «Хімія» у сучасних підручниках не існує, і у мережі Інтернет їх також недостатньо або вони не адаптовані до рівня вищої школи. Кейс-технологія недостатньо досліджена в українській педагогіці – наразі остаточно не з'ясовано, який формат кейсів краще використовувати на заняттях з хімії і яким має бути порядок дій викладача та студентів; не визначено також критерії оцінювання роботи студентів за кейс-методом.

Проаналізувавши досвід колег-викладачів хімії, ми дійшли до висновку, що оптимальним форматом кейсів для викладання дисципліни «Хімія» здобувачам вищої освіти за спеціальністю 263 «Цивільна безпека» будуть формати «кейс-вправа» (тематичний кейс) та «кейс-випадок». Формат «кейс-ситуація» (гарвардський кейс) не підходить через великий об'єм додаткової інформації, яку можна було б отримати на реально працюючому хімічному підприємстві, але наразі ця інформація ще не зібрана. Щороку викладачі НBS створюють на основі реальних бізнес-ситуацій близько 350 кейсів. На написання кейса йде від одного до чотирьох місяців. Тому цей формат ми залишаємо для майбутніх розробок. Тож на сьогоднішній день нас влаштовують формати «кейс-вправа» та «кейс-випадок»: вони передбачають інформування студентів про зміст кейсу заздалегідь (можливо, на попередньому занятті) та самостійну роботу студентів з пошуку та аналізу інформації, оформлення звіту. Основне завдання такого кейсу – викликати зацікавленість у студентів, бажання шукати нові знання. До того ж такі формати дозволяють студентів виявити власну індивідуальність – під час публічного захисту власного варіанту вирішення кейсу можна представити постер або презентацію. За таких форматів кейсу пропонується наступний порядок дій викладача та студентів (таблиця K1).

Таблиця K1

**Порядок дій викладача та студентів
у форматах «кейс-вправа» та «кейс-випадок»**

Фаза роботи	Дії викладача	Дії студентів
До заняття (можливо, на попередньому занятті)	Складає кейс, визначає основні і допоміжні матеріали для підготовки студента, опрацьовує сценарій заняття.	Отримує кейс і список рекомендацій. Ставить запитання, що поглиблюють розуміння кейса і проблеми. Готується до заняття, розробляє варіанти рішення

		кейсу, готує презентацію вирішення кейсу.
Під час заняття	Керує обговоренням представлених рішень кейса. Організує роботу в групах (за наявності у кейсі практичних завдань), забезпечуючи їх додатковими відомостями. Оцінює роботу студентів.	Презентує власні варіанти вирішення кейсу, слухає доповіді інших студентів. Бере участь в обговоренні представлених рішень та оцінюванні роботи.
Після заняття	Аналізує проведене заняття, робить висновки по вдосконаленню кейс-технології.	Складає письмовий звіт про заняття з даної теми. Пропонує матеріали до складання нових кейсів.

Як бачимо із запропонованого порядку дій, роль студента у навчанні збагачується додатковими функціями – він не просто відповідає на контрольні запитання, а обґрунтовує власне вирішення кейсу (можливо, презентує його у вигляді мультімедіа-файлів або постеру), він також приймає участь в оцінюванні – кількість набраних балів кожним з учасників дискусії обговорюється з усією групою; він залучається до подальшої співпраці – його заохочують самостійно складати нові кейси. Кейс-технологія передбачає, що завдання можуть бути поставлені як індивідуально, так і для команди студентів (4-5 чоловік). Команди можуть отримувати як різні завдання, так і спільне для всіх. У такому випадку до дій студентів додається формування власної команди, розподіл обов'язків всередині команди та налагодження командної роботи. Скільки часу виділити на занятті для презентації студентами рішень кейсу, залежить від складності завдання. Припускаємо, що 3-5 хвилин на кожного бажаючого виступити з презентацією, достатньо.

Оцінка роботи студента в кейс-методі (кількість балів) залежить від максимальної кількості балів, яку може отримати студент за самостійну роботу за даною темою. У відповідності з прийнятим у ТДАТУ розподілом рейтингових балів, це може бути від 2 до 4 балів. Якщо прийняти, що за самостійну роботу за даною темою студент може отримати максимально 2 бали, то максимальна оцінка роботи студента по кейс-методу – 2 бали. Максимальна оцінка складається з оцінки роботи викладачем (або

запрошеними експертами) - 1 бал та самооцінки студента - 1 бал. Пропоновані критерії оцінки в кейс-методі: повнота і правильність виконання розрахункових завдань, точність і акуратність у виконанні практичних завдань (максимально 0,2 бали); аргументація своєї позиції при відповіді на питання, участь в дискусії (максимально 0,2 бали); чіткість і логіка усного виступу (0,2 бали), грамотність мови (0,1 бал); наявність і якість презентації або постеру (0,3 бали).

Складені кейси викладач може надавати студентам у паперовому вигляді (друкований текст, графіки, таблиці, ілюстрації, діаграми), як мультимедіа-кейс (презентація) або відекейс (може містити фільм, відео- чи аудіоматеріали). За бажанням можна представити кейс як рольову гру за участі студентів у якості акторів. Слід відмітити, що запровадження кейс-методу дозволить створити сприятливі умови для оволодіння студентами низкою «м'яких навичок» (Soft skills): комунікативними навичками (уміння вести дискусію і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команд); уміння виступати привселюдно; керування часом (уміння справлятися із завданнями вчасно); уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем; лідерські якості; особисті якості (креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до навколишніх).

Кейси до теми «Властивості розчинів»:

1.Проведіть дослід **«Кипіння чаю за кімнатної температури»**: літрову колбу з чаєм, що закипів, перевертають догори дном і фіксують у лапці штативу (попередньо щільно закривши горловину колби). Після цього поливають дно колби холодною водою. За охолодження дна колби чай у колбі починає кипіти, хоча його температура на цей момент вже менше 100°C. Питання: у чому причина такого явища? Який хімічний закон пояснює це явище?

2.Проведіть дослід **«Квітковий синоптик»**: з білого паперу виготовляють квіти, які занурюють у розчин хлориду кобальту II (на 500 мл води беруть 40-50 г желатини та 5 г хлориду кобальту II). Після цього квіти сушать. Квіти будуть мати рожеві або червоні пелюстки за похмурої, вологої погоди. За сонячної, сухої погоди пелюстки квітів будуть блакитними або бузковими. Таким чином ці квіти будуть передбачати погоду. Питання: у чому хімічна причина такого явища?

3.Проведіть дослід «**Утилізація сміття**», знайдіть відповідь на запитання до кейсу.

У процесі життєдіяльності сучасної людини утворюється величезна кількість побутових відходів. Міське сміття містить багато цінних речовин: алюміній (харчова фольга), олова (консервні банки) і навіть золото (радіодеталі). Однак переробка сміття з метою виділення корисних матеріалів є на сьогодні проблематичною: поки ще не знайдені її ефективні і прості способи. Проте ви вже зараз можете запропонувати методи поділу деяких компонентів відходів. Завдання до кейсу: Вам видана суміш кухонної солі, піску, залізного порошку, гранул поліетилену, що моделює сміття. Спробуйте знайти прості та ефективні методи поділу цієї суміші. Запропонуйте оптимальну технологію утилізації та переробки компонентів суміші. Визначте масову частку кожного компонента в суміші.

Кейси до теми «Високомолекулярні сполуки (полімери)»:

1.У XIX столітті у Великій британії стали модними плащі з водонепроникної тканини - макінтоші. Цю назву вони отримали на честь англійського хіміка і винахідника Ч. Макінтоша, який запропонував просочувати тканини розчином натурального каучуку. Однак на сонці такі плащі ставали липкими, а в морозну погоду - ламкими. Ці недоліки усунув інший видатний англієць Чарлз Гуд'їр (Goodyear). Питання до кейсу: Чому плащова тканина мала такі недоліки? Запропонуйте спосіб усунення їх, повторивши відкриття Чарлза Гуд'їра. З яких полімерів нині виготовляють плащі? Опишіть фізичні та хімічні властивості цих полімерів.

2.Не вникаючи в усі тонкощі хімічної будови капрону, жінки вже багато років використовують проморожування капронових панчіх у морозильній камері для покращення їх еластичності та подовження строку їх носіння. Питання до кейсу: Завдяки чому проморожування допомагає зміцнити капронове волокно? Які особливості будови капрону відіграють роль у його зміцненні після проморожування у вологому вигляді?

Кейс до теми «Жорсткість води»: Життя всього живого на Землі неможливе без прісної води. Для господарської діяльності людина також використовує тільки прісну воду. Але на прісну воду припадає лише 2,6% від її загальної кількості, при чому основна частина прісної води зосереджена у вигляді льоду на Північному і Південному полюсах планети. Частка води, доступної для використання, становить всього 0,014% від загальних запасів

води. Питання до кейсу: Які унікальні фізичні властивості має вода? Чи існує в природі абсолютно прісна вода? Які основні джерела забруднення води? Які способи очищення води є найекологічнішими? Які способи очищення води застосовують у промисловості? Чому вода є універсальним розчинником? З якими речовинами може взаємодіяти вода? Які речовини при цьому утворюються? Напишіть рівняння можливих реакцій і назвіть отримані речовини.

Кейси до теми «Загальні властивості металів»:

1.«Трамвай в тумані». «Московский Комсомолец» від 12.08.2003 повідомляв: У результаті хімічного вибуху постраждали 9 осіб. У неділю Москву потрясло повідомлення про чергову надзвичайну подію. У трамваї 46-го маршруту стався хімічний вибух. Один з пасажирів перевозив у металевій каністрі 2 літри гідроксиду натрію (NaOH) - відпрацьованого електроліту, який пасажир «взяв на роботу, щоб прочистити вдома труби». У салоні пролунав хлопок, все заволокло якимсь туманом, і почалася паніка. У результаті розгерметизації каністри 9 пасажирів отримали сильні опіки. Питання до кейсу: Що спричинило вибух? З яким металом міг прореагувати електроліт? Напишіть рівняння передбачуваної реакції. Який газ утворився в каністрі? Запропонуйте хімічне пояснення події. Що могли виявити експерти, які аналізували каністру? Які існують правила безпечного перевезення лугів та кислот?

2.«Ртуть». Павлодарський хімічний завод (м. Павлодар, Казахстан) почав працювати у 1970 році. Пізніше він змінив назву на «Хімпром» (на сьогодні це приватне акціонерне товариство «Каустик»). За часів СРСР підприємство було секретним об'єктом, де виробляли окрім каустичної соди та хлору ще й хімічну зброю. Уперше ртуть у підземних водах навколо заводу виявили у 1976 році, але відомості про це були суворо засекречені і подальший екологічний моніторинг був заборонений. У цеху № 31 виробляли 112 700 тон каустичної соди і 100 000 тон хлору на рік. Вироблялися вони методом електролізу, тобто використовувався ртутний катод. При цьому ртуть виливалася на підлогу і йшла під ґрунт (у цеху калюжи ртуті стояли прямо на підлозі). У період з 1975 по 1993 роки загальні втрати рідкого металу були оцінені в 1 310 тонн. Однак у 1996 році експерти встановили, що під землею знаходиться близько 900 тонн ртуті. Частина ртуті проникла до рівня водоносного шару, утворила там розчин сулеми і рушила у напрямку до Іртиша. У 2004 році ці «запаси» спробували

локалізувати стіною у ґрунті довжиною 3 500 м, щоб уникнути розповсюдження. Дані моніторингу ртутного озера зі свердловин, що знаходяться навколо стіни в ґрунті, за останні три роки показали, що ртуть все ж таки рухається у напрямку річки Іртиш. Величезне ртутне озеро, за оцінками екологів, є однією з найстрашніших екологічних небезпек в історії людства, унаслідок якої може постраждати життя та здоров'я жителів трьох країн Казахстану, Росії і Китаю. Казахстан час від часу відвідують активісти «зелених» з інших країн, стурбовані тим, що ртуть піде далі - до Обі і Північно-Льодовитого океану. Однак іноземні демеркуризаційні проекти коштують надто дорого для державного бюджету Казахстану. Аналогічний витік ртуті на виробництві в минулому столітті стався у 1956 році в японському місті Мінамата. Тоді місцеві жителі масово гинули від невідомої і страшної хвороби, а в околицях міста досі народжуються діти з серйозними відхиленнями у нервовій системі. Справа у тому, що ртуть, коли просочується до водоймищ, починає взаємодіяти з мікроорганізмами, потрапляючи до харчових ланцюжків і перетворюючись на метилртуть - небезпечний нейротоксин, здатний викликати численні відхилення, від рухових порушень до вроджених дефектів.

Слід зауважити, що ртуть є надзвичайно небезпечним металом не лише для здоров'я, а й для міцності конструкцій і виробів з інших металів. Так, наприклад, у багатьох країнах заборонено користуватися ртутними термометрами у літаках, і випадки виявлення ртуті у літаку сприймаються фахівцями авіакомпаній дуже серйозно.

У понеділок, 20 листопада 2017 року, о 22:38 диспетчер міжнародного аеропорту «Бориспіль» повідомив рятувальникам, що на борту одного з літаків, який щойно приземлився, розбили ртутний градусник. Фахівці Державної служби України з надзвичайних ситуацій провели контрольні заміри, потім здійснили збір ртуті спеціальним обладнанням і обробку 10 м² салону літака розчином йодистого калію.

Питання до кейсу:

1. Яким чином ртуть діє на організм людини?
2. Чи можливо нейтралізувати або вивести ртуть з організму людини?
3. Яке обладнання та побутові прилади містять ртуть?
4. Як можна визначити присутність та концентрацію ртуті та парів ртуті у приміщеннях?
5. Що небезпечніше розбити – люмінесцентну лампу чи ртутний термометр? (відповідь поясність)
6. Що потрібно і що непотрібно робити, якщо розбився ртутний термометр?
7. Назвіть речовини-демеркуризатори.

8. Як взаємодіє ртуть з іншими металами?
9. Які законодавчі акти України регулюють поводження з відходами, що містять ртуть?
10. Напишіть рівняння реакції ртуті з йодистим калієм.

3.«Оскар». Леонардо Ді Капріо, який шість разів балотувався на премію «Оскар», у 2018 році нарешті отримав цю престижну премію за виконання ролі Папи Римського у фільмі «Два папи». Маючи схильність до пригод та небезпеки, у тому ж році він вирішив провести декілька місяців на американській антарктичній станції Амундсен-Скотт (Amundsen–Scott South Pole Station). Весь цей час (чотири місяці) його статуетка «Оскар» була з ним. За іронією долі він не врахував, що ця «золота» статуетка зроблена з олова. Тому наслідки такої недбалості були сумними – статуетку спіткала сумнозвісна «олов'яна чума», з якою стикалися у минулому обоє великих дослідників Антарктики – і Руаль Амундсен, і Роберт Скотт.

Питання до кейсу: Що у цьому повідомленні правда, а що – фейк? (відповідь обґрунтуйте) Знайдіть у мережі Інтернет визначення «олов'яна чума» та історичні приклади, що описують наслідки цього явища. Яка властивість металу лежить в основі цього явища? Знайдіть у мережі Інтернет інші трагічні або курйозні випадки, причиною яких стало незнання властивостей металів? Які властивості металів лежать в основі цих випадків?

Кейс до теми «Акумулятори»: Епоха електромобілів вже настала. У Європі вже з'явилися країни, які запланували повну відмову від експлуатації автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння у містах: Норвегія - з 2025, Нідерланди - 2030 Великобританія - 2032, Франція - 2040, Данія – 2030, Німеччина - 2030 року (за матеріалами [europe. autonews.com](http://europe.autonews.com)). На сьогодні в Україні доступний доволі широкий вибір електромобілів: BMW i3, Nissan Leaf, Tesla, VW E-Golf, Mercedes B-Class Electric Drive, Fiat 500 E, KIA SOUL EV PLUS. Бренд Opel виходить на шлях повної електрифікації свого модельного ряду до 2024 року. Так, повністю електричний варіант Opel Vivaro і електрофіційований Mokka X дебютують вже в 2020 році, у 2021 році модельну лінійку поповнять електрифіковані версії Opel Combo-e, Opel Zafira Life-e і Opel Astra. (за матеріалами <https://z-e.com.ua/>; <https://www.autocentre.ua/elektromobili-v-ukrayini>). Питання до кейсу: Чому багато автомобільних компаній розробляють електромобілі? Як вихлопні гази автомобілів, що працюють на вуглеводневому паливі, впливають на здоров'я людини? Які "+" і "-" ви бачите у електромобілей? Знайдіть додаткову інформацію про їх акумулятори. Якщо у вашій родині або у ваших

знайомих є автомобілі, підрахуйте, скільки приблизно літрів бензину, газу і якої марки використовуєте щодня? Які речовини і в якій кількості можуть перебувати в вихлопних газах ваших автомобілів?

Кейс «Детективна історія»

Це трапилося у 1910 році. У купе залізничного вагону сиділи чотири чоловіки: студент, професор і двоє мовчазних похмурих людей невідомої професії. Студент перегортав сторінки старовинної книги. – Ось тільки, послухайте, професоре, які чудернацькі міркування писали свого часу алхіміки: «Це холодне полум'я, яке мінеральне, рівне, тривале. Воно не обпалює, якщо його не турбувати. Це холодне полум'я філософів. Зберігай його у темряві, не потрібно показувати його жадібним людям».

- Це не дурниці, мій молодий колега, - заперечив професор. – Холодний вогонь існує.

Професор обережно дістав з портфеля чорний футляр і відкрив його.

- Ось він, «холодний вогонь» - сказав він просто.

На тлі чорного оксамиту у запаянній скляній ампулі знаходились 2 великі гарно ограновані кристали дивовижної краси. Вони виблискували і іскрилися на сонці, зачаровуючи грою кольорових виблисків.

- Та це ж діаманти! – вигукнув студент. Він простягнув руку до футляру, але професор поспіхом зачинив футляр та обережно сховав його до портфеля.

- Не забувайте, що «Холодний вогонь» не витримує сонячного світла .

Мовчазні супутники, здавалося, не були зацікавлені розмовою сусідів. Але, коли футляр був схований до портфелю, суб'єкт з рудою бородою зробив ледь помітний знак своєму товаришу та вийшов з купе у коридор вагону. Інший, з чорною бородою, вийшов за ним. Деякий час вони стояли біля вікна, спостерігаючи пейзаж за вікном. Тоді рудобородий тихо сказав :

- Діаманти, це факт.
- Цікаво, чи погодиться професор нам їх подарувати. Я з дитинства обожнюю все, що виблискує.
- Навряд чи.
- Дарма! Втім, один майстерний помах бритви навряд чи сильно зіпсує портфель.

Повернувшись до купе, приятелі застали професора і студента за жвавої наукової бесідою. Незабаром поїзд зупинився, і мовчазні люди покинули

купе. - Чисте діло, - сказав чорнобородий. - Тепер я направо, ти - наліво і - ходу. Зустрінемося на квартирі.

Через деякий час приятелі милувалися здобиччю. Вони не могли відірвати очей від прекрасних кристалів. - Уявляю, як засмучений бідний старий. Так, це, безсумнівно, діаманти. Але, знаєш, здається, вони не такої вже чистої води, як нам здалося спочатку. Подивися: у них з'явився якийсь червонуватий відтінок. Втім - за справу. Старий уявив, що в запаяній ампулі вони будуть у безпеці, але тут він помилився - і чорнобородий вдарив чимось по ампулі. Ампула розбилася. Але тут у двері хтось постукав, і чорнобородий миттєво сховав кристали до кишені брюк. - Вітаю, джентельмени, - привітався гість, але раптом обірвав свою промову, вступившись на чорнобородого. - Що з вами?! Чорнобородий сидів з вираженими очима, немов прислухаючись до чогось, потім раптом схопився, поліз рукою до кишені, але відразу відсмикнув руку. - Це якась чортівня! - розгублено вигукнув він. - Вони обпалили мене! З кишені валив білий дим. Чорнобородий з прокльонами заметушився по кімнаті, потім раптом зупинився, схопив всією п'ятернею кишеню і відчайдушним ривком видрав кишеню з штанів. Тут відбулося щось незвичайне: здавалося, вся кімната наповнилася вогненним дощем.

Через півгодини в міську лікарню був доставлений чорнобородий з важкими опіками ніг, рук та обличчя і шалено блукаючим поглядом. - Дивно, дивно, - задумливо бурмотів лікар, досліджуючи потерпілого. - Як це сталося? - звернувся він до хворого. - Не знаю ... Вони печуть ... - Хто "вони"? - Алмази. Старий зачарував їх.

- Нічого не розумію. Який старий? Які алмази? Ви марите!

Лікар уважно подивився на пацієнта і тут зауважив, що його чорна борода трохи відклеїлась. Це його ще більше насторожило. Дивні опіки, фальшива борода, алмази ... - Запросіть, будь ласка, сюди поліцейських, - сказав він медсестрі. Увечері два кремезних поліцейських піднялися сходами і зупинилися біля дверей квартири. Прислухалися і раптом сильним ударом вибили двері і увірвалися в кімнату. Але ще швидше вони вискочили назад і вступилися один на одного витріщеними очима. - З нами хресна сила! Бачив? - Там повно чортів! Дивляться на нас зеленими очима ... немов кішки ... З-під дверей йшов дим, починалася пожежа. Але коли пожежники приїхали, було вже пізно. Кімната була охоплена полум'ям, і таємниця зачарованих алмазів загинула у вогні.

Втім, через день професор, сильно засмучений пропажею, натрапив, читаючи газету, на докладний опис загадкових обставин затримання

великого злодія. Він відклав убік газету, зняв окуляри і пробурмотів: - Дурні ... Вони уявили, що це діаманти. А це всього-на-всього ...

Питання до кейсу:

- 1.Що це за речовина, яку алхіміки називали «Холодним полум'ям», а злодії прийняли за діаманти?
- 2.Що відбувається з цією речовиною, коли вона потрапляє під світло (чому злодії при тривалому розгляданні кристалів помітили їх почервоніння)?
- 3.Яка температура займання цієї речовини? (це ж і викликало опіки ноги чорнобородого)
- 4.Яка хімічна реакція стала причиною «зелених вогників», які поліціанти прийняли за ворожі очі.
- 5.Що стало причиною пожежі і з чого складався білий дим, який йшов з-під дверей?

Кейс «Небезпечне добриво»

Всім відома аміачна селітра, або нітрат амонію - сіль азотної кислоти, являє собою дрібні фракції кристалів. Речовина вибухонебезпечна, проте має високий поріг детонації. Це вимагає від користувача обережності при транспортуванні і зберіганні. Кристали добре вбирають вологу. Служить у сільському господарстві в якості мінерального добрива.

За незнання хімічних властивостей аміачної селітри людство уже заплатило неабияку важку ціну і продовжує платити досі.

Вибух в Техас-Сіті - техногенна катастрофа, що сталася 16 квітня 1947 року в порту міста Техас-Сіті, США. Пожежа на борту французького судна «Гранкан» (фр. Grandcamp) призвела до детонації близько 2100 тонн нітрату амонію (аміачної селітри), що спричинило за собою ланцюгову реакцію у вигляді пожеж і вибухів на прилеглих кораблях і нафтосховищах. В результаті вибуху загинула щонайменше 581 людина (включаючи всіх, за винятком одного, співробітників пожежної охорони Техас-Сіті), понад 5000 осіб отримали поранення, 1784 людини потрапили до лікарень. Однак кількість загиблих людей збільшилася через сильну пожежу в місті і наступних двох вибухів кораблів, які мали на борту аналогічний вантаж. Всього в результаті даної трагедії загинуло понад півтори тисячі осіб, ще кілька сотень людей пропали без вісті. Порт і значна частина міста були повністю зруйновані, багато підприємств були зрівняні з землею або згоріли.

«Гранкан», судно типу Ліберті було спущено на воду в листопаді 1942 року в Каліфорнії. Його довжина становила 135 метрів, ширина 17,6 метра, валова місткість 7176 реєстрових тонн. Судно ходило під французьким прапором і було приписано до порту Марсель. Його капітаном був Шарль де Гійбон. До 16 квітня «Гранкан» вже 4 дня завантажувався аміачною селітрою в 100-фунтових паперових мішках. Вантажникам не заборонялося палити цигарки, вони не були попереджені про небезпеку і були впевнені, що працюють з безпечним сільськогосподарським добривом.

Коли 16 квітня о 8 годині ранку почалося завантаження, був помічений дим, що йде з трюмів. Його почали заливати водою і содо-кислотними вогнегасниками, що не принесло результату. Керуючий роботами помічник капітана заборонив використовувати систему пожежогасіння водою під приводом того, що вода могла зіпсувати вантаж. Замість цього він наказав закрити люки і пустити в трюми пар. О 8 годині 20 хвилин кришки люків були зірвані і з'явився відкритий вогонь.

Вся команда, крім капітана, зійшла на берег. На судно прибули 27 міських пожежних (з 50 наявних в місті). На пірсі зібралася значний натовп людей. О 9 годині 12 хвилин пролунав вибух. Вода біля пірсу, де стояв «Гранкан» випарувалася, оголивши дно. Шматки металу розлетілися в радіусі більше трьох кілометрів. Вибуховою хвилею були збиті два невеликі літаки, що знаходилися в повітрі. Загинули сотні людей. Тексас-сіті був «містом хімії» з масою відповідних підприємств і складів. Все це загорілося. На хімкомбінаті «Монсанто» з 450 робочих загинуло 154 чоловік. Ситуація погіршувалася тим, що більше половини міських пожежників загинули на «Гранкане». О 1 годині 10 хвилин ночі вибухнули ще два пароплава з вантажем селітри і сірки - «Хай Флайер» і «Вілсон Б. Кін». Це викликало нові пожежі. На порятунок міста був кинутий полк солдатів з розташованого поблизу форту Крокер. Боротьба з вогнем тривала близько трьох діб. Підсумки трагедії: 581 загиблий, 113 зниклих без вести, 5 тисяч поранених. Знищено 2/3 міста і 3/4 всієї хімічної та нафтопереробної промисловості.

Питання до кейсу:

1. Чим небезпечна аміачна селітра для людей?
2. Які негативні наслідки може мати застосування аміачної селітри для ґрунту і рослин?
3. Які правила транспортування аміачної селітри навантажувальних роботах з нею були порушені на судні «Гранкан»?
4. Як правильно гасити загоряння аміачної селітри?

Кейс «Пожежа на сольовому заводі»

У 1786 році видатним вченим-хіміком була одержана незвичайна сіль, яка згодом отримала його ім'я. Зовнішньо вона виглядала, як звичайна кухонна сіль – непахучі, прозорі, безбарвні кристали, але у сумішах з іншими речовинами (наприклад, з фосфором, сіркою або цукром) була надзвичайно вибухонебезпечна – вибухала при терті, нагріванні або від удару. Тільки через 100 років віднайшли порівняно безпечні способи застосування цієї солі. Наприклад, її і досі застосовують у пристроях хімічного отримання кисню (особливо у бортових системах генерації кисню на літаках), в якості пестициду, а також при фарбуванні і відбілюванні тканин, при виготовленні сірників, сигнальних та освітлювальних ракет. Дивовижно, але тривалий час її застосовували як антисептик для полоскання горла (є мемуари Федора Шаляпіна, де це також згадується). Втім, з цією сіллю пов'язано багато драматичних і, навіть, трагічних історій. Так, у 1898 році у місті Ліллі (Франція) був велетенський хімічний завод, де зберігалися багатотонні запаси цієї солі. Сіль зберігали у дерев'яних діжках. Кристалізація солі відбувалася також у дерев'яних чанах. Дерево наскрізь просякло цією сіллю. Достатньо було жарини, щоб воно загорілося. Так і скоїлось. Почалася пожежа. Коли жар досяг складів цієї солі, вона почала розкладатися, наводнюючи околиці якби то невидимою рідиною, від дотику до якої почало горіти навіть те, що зазвичай не є горючим. Наприклад, залізний кран, розжарився і почав горіти як гігантська свічка, розкидаючи навколо себе оберемки сліпучих жарин. Всюди рехло та вирувало сліпуче біле полум'я (не червоне, як за звичайної пожежі). Коли жар досяг найвищого ступеню, розкладання цієї солі посилилося і відбувся потужний вибух. На місці заводу виник високий стовп полум'я і диму, з якого палаючі голівешки сипалися на навколишні будинки, спалюючи їх.

Питання до кейсу:

1. Назвіть цю сіль.
2. Яку речовину виділяла сіль при пожежі і чому люди сприймали цю речовину як невидиму рідину? (наведіть рівняння реакції розкладання солі)
3. Чому полум'я при пожежі було білим, а не червоним?
4. Де саме у сірниковій коробці можна знайти цю сіль і з якими речовинами вона там поєднана?
5. Які існують вимоги безпеки при роботі з цією сіллю?

6. Які ще цікаві факти відомі про цю сіль?

Кейс «Правда або фейк про воду»

Завдання до кейсу: з наведених висловлювань виберіть правдиві та фейкові твердження, власні висновки обґрунтуйте посиланнями на літературні джерела або джерела Інтернет.

1. Якби висота земної кори була всюди однакова, наша планета вкрилася б шаром води заввишки 2,4 кілометри.
2. У абсолютно чистій води такий поверхневий натяг, що по ній можна не тільки ходити, а й кататися на ковзанах.
3. Під 400-метровим шаром антарктичного льоду розташоване море, глибина якого близько 200 метрів, його вода не бачила сонячного світла понад 120 тис. років, але в ній є життя – ракоподібні тварини та одноклітинні водорості діатомеї.
4. Під пустелею Сахараю безліч підземних річок, які можуть дати понад 60 млрд. м³ артезіанської води.
5. Цінні породи деревини сушать у воді. Для цього крізь воду, в якій знаходиться дерево, пропускають електрострум, який у деревині проходить швидше, ніж у воді, і тому деревина виділяє надлишок вологи у воду.
6. Опромінюючи чисту воду ультразвуком, можна добути пероксид водню.
7. Роплавленим металом можна заморозити воду.
8. Із хлорної води на світлі утворюється соляна кислота.
9. У гарячій воді кухонної солі (NaCl) розчиниться більше, ніж у холодній.

Кейс «Правда або фейк про метали»

Завдання до кейсу: з наведених висловлювань виберіть правдиві та фейкові твердження, власні висновки обґрунтуйте посиланнями на літературні джерела або джерела Інтернет.

1. Золото може бути за кольором червоним, жовтим або білим, а також зеленим, чорним, синім та бузковим.
2. За допомогою срібла можна покращити погоду.
3. У старі часи монети з домішками платини називали «гнилими» і просто викидали їх.
4. Срібло і золото є харчовими добавками (E174, E175).
5. Ціна карбування монети номіналом у 5 коп., складає 71 коп.
6. У японському місті Суве золото видобувають з міської каналізації.

- 7.Тонна золота займає об'єм = куб $37 \times 37 \times 37$ см.
- 8.Натрій використовується як теплоносії в електрогенераторах, встановлених на атомному реакторі підводного човна. Він забезпечує обертання парових лопатей.
- 9.В умовах космічного вакууму залізо не здатне окислюватися, а при зіткненні з іншими металами міцно злипається з ними.
- 10.Якщо покласти срібну ложку у глечик з молоком, молоко не скисає довгий час.
- 11.Міцний шар іржі може запобігати корозії.
- 12.Найдорожчий у світі метал - каліфорній.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Басов В.П., Радионов В.М., Юрченко О.Г. Хімія: підручник - 3-тє вид., випр. Київ: Каравела, 2003. 280 с.
2. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Київ: Перун, 2007. 480 с.
- 3.Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П. Загальна хімія. Дніпро: Наука і освіта, 2002. 306 с.
- 4.Кириченко В.І. Загальна хімія. Київ.: Вища школа, 2005. 639 с.
- 5.Ластухін Ю.Ю., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 863 с.
- 6.Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С. Основи загальної хімії. Львів: Світ, 2000. 424 с.
- 7.Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовський В.М. Загальна та неорганічна хімія. Київ: Педагогічна преса, 2000. 783 с.
- 8.Рейтер Л.Г., Степаненко О.М., Басов В.П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ: Каравела, 2006. 304 с.
- 9.Ходаков Ю.В. Рассказ-задача по химии. Москва: Просвещение, 1965. 124 с.
- 10.Копачова О.М. Вечори хімії в 7 і 8 класах. Київ: Радянська школа ,1980. 72с.
- 11.Бідун Олена Володимирівна. Застосування методу конкретних ситуацій (кейс-методу) на заняттях з хімії. URL: <http://naukam.triada.in.ua>
- 12.Дробощький А.С. Позакласна робота з хімії. Київ: Вища школа, 1983. 160 с.
- 13.Сомін Л.Ю., Гарбер Л.Б., Федоренко Т.П. Хімічні тематичні вечори в середній школі. Київ: Радянська школа, 1966. 92 с.
- 14.Ходос Л.Ф. Вечори цікавої хімії в школі. Київ: Радянська школа, 1970. 143 с.
- 15.Шевцов В.Я. Задачі і вправи з хімії виробничого змісту. Київ: Радянська школа, 1971. 87 с.
- 16.Астахов О.І. Цікаві роботи з хімії. Київ: Радянська школа, 1980. 77 с.
- 17.Соколовская Е.М., Зайцев О.С., Дитятъев А.А. Программированные задачи по общей химии. Учебное пособие. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 253 с.
- 18.Залізо. Застосування та цікаві факти.URL: <https://sites.google.com/site/ferum5341531/zastosuvanna-ta-cikavi-fakti>

19.Світ дорогоцінних металів: цікаві факти, про які вам не розповідали в школі. URL: <https://gold.ua/ua/jewellery-articles/mir-dragotsennyh-metallov-interesnye-fakty-o-kotoryh-vam-ne-rasskazyvali-v-shkole>

20.Интересные факты об истории металлургии. URL: <https://shelly.ru/uk/sovety/interesnye-fakty-ob-istorii-metallurgii-viktorina-interesnye/>

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотека ТДАТУ (адреса: м. Мелітополь, пр. Б.Хмельницького, 18)
2. Бібліотека ім. М.Ю. Лермонтова (адреса: м. Мелітополь, пл. Перемоги, 1)
- 3.Джерела Інтернету.
4. Освітній портал ТДАТУ: [www. op.tsatu.edu.ua](http://www.op.tsatu.edu.ua)
5. Сайт кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії: [www. tsatu.edu.ua/pvb](http://www.tsatu.edu.ua/pvb)