

Житомирський державний університет
імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ
САМОСТІЙНОЇ/ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

з обов'язкової освітньої компоненти

«ОСНОВИ ХІМІЇ У ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСАХ»

для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G20 Видавництво та поліграфія</i>
Предметна спеціальність	-
Спеціалізація	-
Освітня програма	<i>Видавництво та поліграфія</i>
ННІ	<i>Філології та журналістики</i>

Автор:
доктор філософії галузі знань Хімічна та
біоінженерія, доцент **Кучерук Сніжана**

Розглянуто та схвалено
на засіданні кафедри хімії
Протокол від «04» червня 2026 р. № 27
Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2026

УДК 547 (076.5)

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного
університету імені Івана Франка
(протокол № 12 від «26» червня 2026р.)*

Рецензенти:

Козакевич Роман – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, старший дослідник Інституту хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України.

Маланич Галина – кандидат хімічних наук, старший дослідник, Завідувач відділу хімії та технології напівпровідників Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України.

Денисюк Роман – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Кучерук С.В. Методичні рекомендації до організації самостійної/індивідуальної роботи із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімії у видавничо-поліграфічних процесах»: навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 37 с.

© Кучерук С. В., 2026

© Житомирський державний університет імені
Івана Франка, 2026

ЗМІСТ:

ВСТУП		4
Лабораторне заняття № 1	Тема: Основні поняття та закони хімії	6
Лабораторне заняття № 2	Тема: Будова атома	8
Лабораторне заняття № 3	Тема: Періодичний закон та періодична система елементів	10
Лабораторне заняття № 4	Тема: Хімічний зв'язок та будова молекул	12
Лабораторне заняття № 5	Тема: Хімічні реакції та їх закономірності	16
Лабораторне заняття № 6	Тема: Розчини	20
Лабораторне заняття № 7	Тема: Окисно-відновні процеси	22
Лабораторне заняття № 8	Тема: Основні класи неорганічних сполук. Зв'язок між класами неорганічних сполук	24
Лабораторне заняття № 9	Тема: Хімічні елементи-метали	26
Лабораторне заняття № 10	Тема: Хімічні елементи-неметали	28
Лабораторне заняття № 11	Тема: Вуглеводні	30
Лабораторне заняття № 12	Тема: Карбонові кислоти. Естери. Жири.	32
Лабораторне заняття № 13	Тема: Вуглеводи	34
Лабораторне заняття № 14	Тема: Амінокислоти. Білки	35
Лабораторне заняття № 15	Тема: Підсумкова модульна контрольна робота	36

ВСТУП

Самостійна та індивідуальна робота є невід'ємною частиною вивчення обов'язкового освітнього компонента «Органічна хімія поліграфічних матеріалів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня. Головною метою цих методичних рекомендацій є організація ефективної підготовки студентів до лабораторного практикуму, поглиблення теоретичних знань, здобутих на лекціях, а також формування навичок самостійної експериментальної роботи, критичного інженерного мислення, вміння аналізувати, узагальнювати та робити науково обґрунтовані висновки щодо властивостей і поведінки хімічних речовин у друкарських процесах.

Програма самостійної підготовки та лабораторного практикуму передбачає опрацювання тем 15 лабораторних занять, що охоплюють основні розділи органічної хімії в контексті сучасного матеріалознавства поліграфії. Навчальний матеріал структуровано за логічною послідовністю, що забезпечує цілісність курсу хімії та його узгодженість з іншими фаховими дисциплінами видавничо-поліграфічного профілю.

Робота розпочинається з вивчення класифікації, номенклатури та електронної будови органічних сполук, що закладає загальне уявлення про хімію як фундаментальну основу створення друкарських носіїв, фарб і лаків. Наступні теми присвячено основним класам вуглеводнів, які є фізико-хімічним підґрунтям для розуміння природи поліграфічних мастил та рідких вуглеводневих фракцій фарбових систем. Особливу увагу приділено вивченню кисневмісних та нітрогенвмісних органічних сполук (спиртів, фенолів, карбонових кислот та естерів). Ці розділи є ключовими для розуміння природи системних летких розчинників у друці, а також процесів окисної полімеризації рослинних олій під час висихання тріадних фарб на відбитку. Подальший етап самостійної та індивідуальної роботи зосереджено на закономірностях хімічних трансформацій природних і синтетичних біополімерів — вуглеводів та білків. Головний акцент зміщено на вивчення хімічних властивостей целюлози як структурної основи друкарського паперу й картону, аналіз деградації палітурних клеїв під дією вологи чи температури, а також на питання екологічного моніторингу, нейтралізації солей важких металів та утилізації хімічних відходів у цехах гальванопластики й формних процесах.

Після опрацювання всього матеріалу курсу здобувачі виконують підсумкову контроль роботу. Вона дозволяє узагальнити й перевірити засвоєні знання через розв'язання професійно-орієнтованих інженерно-технологічних кейсів, формує вміння систематизувати інформацію, аргументовано викладати власну точку зору, самостійно знаходити й виправляти помилки під час хімічного аналізу виробничого браку.

Ці методичні рекомендації розроблені відповідно до навчальної програми дисципліни та містять:

- мету і завдання кожної теми;
- контрольні запитання для самоперевірки й поточного контролю знань.

Такий підхід сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти стійких практичних навичок, підвищенню рівня їхньої академічної відповідальності, розвитку вмінь самостійно вести технологічну й наукову документацію, працювати автономно та в команді. У процесі підготовки та виконання індивідуальних завдань студенти оволодівають основами безпечної роботи з хімічними речовинами у друкарні, знайомляться з методами вхідного контролю якості сировини, вчаться інтерпретувати результати спостережень, оцінювати похибки вимірювань та застосовувати математичну обробку експериментальних даних матеріального балансу.

Окрему увагу в методичних рекомендаціях приділено академічній доброчесності: усі завдання та експериментальні роботи мають виконуватися самостійно, з дотриманням вимог точності, послідовності та об'єктивності фіксації хімічних ефектів.

Видання призначене для організації самостійної підготовки здобувачів до лабораторних і практичних занять, а також для поточного контролю знань. Його зміст узгоджено з сучасними вимогами до підготовки фахівців галузі «Видавництво та поліграфія» і безпосередньо спрямований на формування ключових і професійних компетентностей майбутніх спеціалістів.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти з обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімії у видавничо-поліграфічних процесах» проводиться відповідно до вимог «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою», яке доступне для ознайомлення за посиланням: https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf

Процес оцінювання навчальних досягнень передбачає поетапний контроль, що охоплює поточне оцінювання, модульний контроль та підсумкову атестацію. Такий підхід забезпечує системну перевірку рівня засвоєння матеріалу, формування практичних навичок та здатності до самостійної роботи.

Поточний контроль

Поточне оцінювання здійснюється на кожному лабораторному занятті та є основним засобом регулярного моніторингу засвоєння знань і сформованості практичних умінь. До компонентів поточного контролю входить:

- підготовка до заняття (відповіді на контрольні запитання, знання теоретичних основ теми);
- якість виконання лабораторної роботи відповідно до інструктивно-методичних матеріалів;
- точність оформлення результатів експерименту;
- правильність розрахунків та логічність висновків;
- активність та самостійність під час виконання завдання.

У структурі дисципліни передбачено дві підсумкові модульні контрольні роботи, які охоплюють теми відповідних модулів. Вони включають як теоретичні, так і практичні завдання: тести, розрахункові задачі, аналіз хімічних процесів, оформлення висновків на основі експериментальних даних.

Модульний контроль дозволяє комплексно оцінити знання здобувача, його аналітичні здібності, рівень сформованості компетентностей. Результати модульного контролю мають вагомий вплив на підсумкову оцінку.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема: Основні поняття та закони хімії.

Мета заняття

Закріпити знання про базові поняття хімії; експериментально підтвердити Закон збереження маси речовини; навчитися проводити стехіометричні розрахунки матеріального балансу для поліграфічних процесів (виготовлення фарб, розчинів для травлення, зволожувальних розчинів).

Контрольні запитання

1. Що вивчає хімія як наука та яке її значення у сучасному поліграфічному виробництві (контроль якості паперу, закріплення фарб)?
2. Дайте визначення поняттям «атом», «молекула», «хімічний елемент».
3. У чому полягає суть закону збереження маси речовин та як він використовується для розрахунку матеріального балансу в друкарському цеху?
4. Сформулюйте закон сталості складу речовини та наведіть приклад.
5. Який зміст має періодичний закон Дмитро Менделєєв?
6. Що таке відносна атомна та відносна молекулярна маса?
7. Поясніть поняття «кількість речовини» та «моль».
8. Що показує число Амедео Авогадро та яке його значення?
9. У чому полягає закон Авогадро та де його застосовують?
10. Які основні типи хімічних реакцій ви знаєте? Наведіть приклади.

Інструктивно-методичні матеріали

Сучасне видавничо-поліграфічне виробництво – це високотехнологічний хіміко-фізичний процес. Якість відбитка, стійкість фарби до стирання, точність відтворення кольору та тривалість тиражостійкості друкарської форми базуються на трьох китах класичної хімії:

Закон збереження маси речовини (М. Ломоносов, А. Лавуазьє): *Маса речовин, що вступають у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, що утворюються в результаті неї.* У поліграфії цей закон є основою розрахунку рецептур фарб, лаків та матеріального балансу технологічних процесів (наприклад, скільки розчинника випарувалося під час сушіння відбитків, скільки шламу утворилося при регенерації розчинників).

Закон сталості складу (Ж. Пруст): *Кожна чиста хімічна сполука молекулярної будови має сталий якісний і кількісний склад, незалежно від способу її отримання.* Будь-який поліграфічний пігмент (наприклад, титан(IV) оксид для білил або залізо(III) гексаціаноферат для синьої фарби) у будь-якій точці світу містить однакову масову частку елементів, що дозволяє стандартизувати колористичні показники в системі Pantone.

Закон еквівалентів (Дж. Дальтон): *Речовини взаємодіють між собою у кількостях, пропорційних їхнім хімічним еквівалентам.* Використовується для точного розрахунку концентрації травильних розчинів, корекції рН зволожувальних розчинів в офсетному друці та нейтралізації токсичних стічних вод.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. У виробництві друкарських фарб мінеральні пігменти (наприклад, залізо, хром, кобальт) ніколи не вводяться в чистому металевому вигляді. Їх синтезують із солей – кристалогідратів. Для виготовлення синього пігменту потрібен ферум(II) сульфат, який беруть у вигляді залізного купоросу ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Технологічна карта вимагає, щоб у реактор для отримання партії пігменту надійшло 56 кг чистого Феруму. Скільки кілограмів технічного залізного купоросу (кристалогідрату) потрібно зважити на промислових вагах, щоб повністю забезпечити цю потребу?

2. Для надання крейдованому паперу високої білизни та гладкості у паперову масу вводять наповнювач – барій сульфат, який отримують із кристалогідрату барій хлориду ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Користуючись законом сталості складу, обчисліть молярну масу цього кристалогідрату. Скільки грамів цієї солі знадобиться лабораторному розробнику для приготування дослідного зразка паперової пульпи, якщо за розрахунком потрібно ввести 13,7 г чистого Барію?

3. Під час підготовки зволожувального розчину для офсетного друку виникла потреба в антисептичній та буферній добавці на основі мідного купоросу ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Для запобігання росту бактерій та водоростей у баку зволоження, концентрація йонів Купруму (Cu^{2+}) має становити точну величину. Лаборанту хіміко-технологічної лабораторії друкарні доручено приготувати концентрований маточний розчин. Обчисліть, яку масу сухої солі потрібно зважити на аналітичних вагах, щоб приготувати 1 л водного розчину, 10 мл якого при розведенні в баку забезпечать введення 16 мг чистої Міді.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема: Будова атома.

Мета заняття

Закріпити знання про сучасну модель атома, структуру атомних ядер, ізотопи та електронні конфігурації елементів (зокрема d-елементів хромофорів та токсичних важких металів, що використовуються у фарбах); експериментально освоїти метод якісного аналізу елементного складу за спектрами випромінювання (забарвленням полум'я) для ідентифікації компонентів поліграфічних матеріалів; навчитися прогнозувати хімічні, оптичні та токсикологічні властивості елементів на основі їхнього положення у Періодичній системі.

Контрольні запитання

1. З яких суб'ядерних частинок складається атом? Дайте характеристику протону, нейтрону та електрону (заряд, маса).
2. Що таке ізотопи? Чому відносна атомна маса елементів у Періодичній системі найчастіше є дробовим числом?
3. Поясніть фізичний зміст порядкового номера елемента, номера періоду та номера групи.
4. Які квантові числа описують стан електрона в атомі та який їхній фізичний зміст?
5. Сформулюйте принцип Паулі, правило Хунда та принцип найменшої енергії (Клечковського).
6. Що таке валентні електрони та як за електронною формулою атома визначити його вищу валентність?
7. Як змінюються радіуси атомів, енергія іонізації та електронегативність елементів у періодах і групах?
8. Що таке радіоактивність? Назвіть основні види радіоактивного випромінювання (α -, β -, γ -) та їхню проникну здатність.
9. Які радіонукліди становлять найбільшу небезпеку для тваринництва і чому вони накопичуються в кістках та м'язах?
10. На чому базується метод емісійного спектрального аналізу (визначення елементів за забарвленням полум'я)?

Інструктивно-методичні матеріали

Поліграфічні матеріали (папір, картон, фарби, лаки, формні пластини) є складними фізико-хімічними системами, властивості яких повністю зумовлені будовою атомів елементів, що до них входять. Усі процеси у додрукарській підготовці, друці та післядрукарській обробці підпорядковані законам мікросвіту:

Конфігурація електронних оболонок d-елементів визначає оптичні властивості пігментів. Елементи з незавершеним d-підрівнем (Fe, Cu, Cr) здатні поглинати світлові кванти видимого діапазону за рахунок d-d переходів електронів. Саме тому сполуки Купруму дають синьо-зелені відтінки (наприклад, фталоціанінові пігменти), Хрому – зелені та жовті, а Феруму – коричневі та жовті охри.

Електронна будова та токсичність: Деякі елементи через схожість електронної будови зовнішнього шару, але більший радіус атома, є небезпечними екотоксикантами (Cd, Pb, Hg). Вони тривалий час використовувалися у жовтих та червоних пігментах (кадмієві та свинцеві крони). Знання їхньої електронної структури дозволяє зрозуміти обмеження на їх використання в пакуванні для харчових продуктів.

Емісія фотонів (основа колориметрії та захисного друку): При нагріванні або УФ-опроміненні атомів металів їхні зовнішні електрони переходять на вищі енергетичні рівні (збуджений стан). Повертаючись у основний (стаціонарний) стан, вони випромінюють кванти світла строго визначеної довжини хвилі λ . Це явище лежить в основі спектрального аналізу фарб та дії люмінесцентних (невидимих) захисних фарб для банкнот і цінних паперів.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Радіоізотопні прилади в друкарні. У сучасних високошвидкісних ротаційних машинах для контролю товщини та щільності паперового полотна «на льоту» використовують радіоізотопні товщиноміри (на основі ^{85}Kr або ^{90}Sr). Період напіврозпаду ^{90}Sr становить ~ 29 років. Розрахуйте, яка частка (у %) початкової кількості радіоактивних атомів залишиться в датчику контролю через 14.5 років. Яких заходів безпеки (радіоактивного захисту) слід вживати інженеру при обслуговуванні таких датчиків?

2. Адгезія фарби та закон Кулона. При підготовці поверхонь полімерних плівок до друку (активація коронарним розрядом) на поверхні утворюються іони. Сила закріплення (адгезія) рідкої фарби залежить від електростатичної взаємодії. Порівняйте іони Na^+ , Mg^{2+} та Al^{3+} . Оцініть, як змінюється їхній іонний радіус із підвищенням заряду ядра. Спрогнозуйте, який із цих іонів забезпечить міцніший зв'язок з полярними молекулами зв'язуючої речовини фарби.

3. Оптична стійкість пігментів (світлостійкість). Під дією сонячного світла (УФ-випромінювання) друкарські фарби на вивісках і білбордах вицвітають. Поясніть цей процес з погляду будови атома: що відбувається з електронами зовнішніх рівнів пігменту при поглинанні високоенергетичного УФ-кванта і чому це призводить до руйнування хімічних зв'язків (фотодеградації) хромофора.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема: Періодичний закон та періодична система елементів

Мета заняття

Закріпити й поглибити знання про Періодичний закон та структуру Періодичної системи; навчитися встановлювати взаємозв'язок між положенням елемента в таблиці, його електронною будовою та хімічними і оптичними властивостями сполук. Експериментально дослідити закономірності зміни властивостей елементів та їхніх сполук у періодах і групах; навчитися використовувати періодичні закономірності для прогнозування поведінки металів та неметалів у технологічних процесах виготовлення форм, синтезу пігментів, колориметрії.

Контрольні запитання

1. Сформулюйте Періодичний закон у класичній та сучасній інтерпретації. Що є головною характеристикою елемента?
2. Яка структура Періодичної системи? Дайте визначення поняттям «період», «група», «підгрупа» з погляду теорії будови атома.
3. Чому s-, p-, d- та f-елементи займають чітко визначені блоки в Періодичній системі?
4. Як і чому змінюється радіус атомів елементів у періодах та головних групах?
5. Що таке енергія іонізації та спорідненість до електрона? Як ці величини корелюють із металічними властивостями?
6. Дайте визначення електронегативності (ЕН). Як змінюється ЕН елементів у періодичній системі?
7. Як змінюється характер оксидів та гідроксидів елементів (на прикладі 3-го періоду) зі збільшенням заряду ядра?
8. Поясніть концепцію «діагональної подібності» на прикладі Берилію та Алюмінію. Яке це має значення для біосистем?
9. Які елементи Періодичної системи відносять до «елементів життя» (біогенних макро- та мікроелементів)?
10. Яким чином Періодичний закон дозволяє прогнозувати токсичність важких металів та їхніх сполук?

Інструктивно-методичні матеріали

Періодичний закон – це не просто класифікація хімічних елементів, а фундаментальний інструмент для фахівця поліграфічного виробництва. Будь-яка періодична зміна властивостей атомів (радіус, електронегативність, ступінь окиснення) безпосередньо впливає на практику друкарських та формних процесів.

Зміна металічних та неметалічних властивостей. У періодах зліва направо металічні властивості послаблюються, а неметалічні посилюються. Це визначає, чому елементи початку періодів (наприклад, Na, Mg) існують у біологічних середовищах у вигляді рухливих катіонів, а елементи кінця періодів (C, P, S, O) формують довгі полімерні ланцюги синтетичних смол, лаків та целюлози паперу.

Кислотно-основна еволюція сполук. Знання того, як змінюються властивості гідроксидів елементів у групах (зверху вниз посилюються основні властивості), дозволяє правильно підбирати реагенти для травлення форм та регенерації розчинів. Наприклад, для нейтралізації кислих відходів формних цехів використовують дешеві та м'які за дією гідроксиди елементів II групи ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), тоді як для лужного знежирення металевих пластин потрібні високорозчинні сильні луи елементів I групи (NaOH , KOH).

Прогноз фізико-хімічної та оптичної активності. Елементи однієї групи мають подібні властивості завдяки однаковій конфігурації зовнішнього шару. У поліграфії це дозволяє здійснювати спрямовану заміну дефіцитних або токсичних компонентів фарб. Проте зі збільшенням радіуса атома у групі зверху вниз змінюється енергія зв'язків, що впливає на світлостійкість пігментів та тривалість служби друкарських елементів.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Заміна токсичних сикативів (осушувачів фарб). Для прискорення закріплення олійних друкарських фарб тривалий час використовували сикативи на основі Плюмбуму. Сьогодні через токсичність Свинець замінюють Манганом або Кобальтом. Визначте за Періодичною системою електронні родини для Pb, Mn та Co. Запишіть електронну формулу Плюмбуму для ступенів окиснення +2 та +4. Спрогнозуйте, який ступінь окиснення буде більш стабільним для Pb, і як це пов'язано з його здатністю довго зберігатися у відходах друкарні.

2. Світлостійкість тріадних фарб. Селен та Сульфур входять до складу багатьох напівпровідникових та фоточутливих пігментів (наприклад, кадмій сульфоселеніди для червоних і помаранчевих фарб). Під дією ультрафіолетового випромінювання у зовнішній рекламі відбувається фотоокиснення пігменту, що призводить до вицвітання. Порівняйте положення S та Se у VI головній групі Періодичної системи. Поясніть, як змінюється радіус атома та відновна здатність їхніх сполук зверху вниз у групі, та прогнозуйте, які пігменти (сульфідні чи селенідні) будуть стійкішими до сонячного світла.

3. Оптимізація змивальних розчинів та жорсткість технологічної води: Для очищення друкарських валів від залишків фарб використовують лужні змивки на основі каустичної соди (NaOH). Якщо вода в друкарні має високу твердість (надлишок іонів Ca^{2+} та Mg^{2+}), луг взаємодіє з ними, утворюючи твердий осад, який забиває форсунки автоматичних систем змивання. Спираючись на періодичні зміни радіусів катіонів елементів I та II груп, поясніть: чому гідроксиди елементів I групи (NaOH , KOH) повністю розчинні, а гідроксид Магнію ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) утворює щільний осад. Які заходи з пом'якшення води слід рекомендувати друкарні?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Тема: Хімічний зв'язок та будова молекул.

Мета заняття

Закріпити знання про основні типи хімічного зв'язку (ковалентний, іонний, металічний, водневий) та механізми їх утворення; вивчити поняття гібридизації атомних орбіталей та просторової геометрії молекул і полімерних кристалів. Експериментально дослідити вплив типу хімічного зв'язку на фізико-хімічні властивості речовин (розчинність, плавлення, електропровідність); навчитися прогнозувати поведінку компонентів фарб, розчинників для змивання, зволожувальних розчинів та полімерних субстратів, що використовуються в технологічних процесах поліграфії.

Контрольні запитання

1. Які основні типи хімічного зв'язку ви знаєте? Чим вони відрізняються за механізмом утворення?
2. Поясніть різницю між полярним і неполярним ковалентним зв'язком. Що таке диполь?
3. Які механізми формування ковалентного зв'язку існують (обмінний та донорно-акцепторний)? Наведіть неорганічні приклади (наприклад, іон амонію).
4. Що таке електронегативність і як різниця електронегативностей (ЕН) визначає ступінь іонності зв'язку?
5. Поясніть явище гібридизації атомних орбіталей. Яку геометрію мають молекули з типами гібридизації sp , sp^2 , sp^3 ?
6. Чому молекула Карбон(IV) оксиду (CO_2) є неполярною, хоча зв'язки $C=O$ в ній є полярними?
7. Яка природа водневого зв'язку? Яке його значення для аномальних фізичних властивостей води як основи зволожувальних розчинів в офсетному друці та структури целюлози паперу?
8. Що таке металічний зв'язок? Які специфічні властивості металів (провідність, пластичність) він зумовлює?
9. Як тип хімічного зв'язку в кристалічній ґратці речовини впливає на її температуру плавлення та розчинність?
10. Сформулюйте правило «подібне розчиняється в подібному» на прикладі полярних та неполярних неорганічних розчинників.

Інструктивно-методичні матеріали

У видавничо-поліграфічних процесах (виготовлення форм, адгезія фарби до пакування, лакування, підготовка паперу) тип хімічного зв'язку повністю визначає поведінку всієї системи.

Водневий зв'язок і друкарські процеси. Вода є основою зволожувальних розчинів у класичному офсетному друці. Завдяки утворенню водневих зв'язків між молекулами H_2O , вода має високий поверхневий натяг. Це дозволяє їй ефективно змочувати лише пробільні (гідрофільні) елементи форми, не змішуючись із жирною фарбою на друкарських елементах. Крім

того, водневі зв'язки між гідроксильними групами целюлози забезпечують механічну міцність паперового листа.

Полярність зв'язків та адгезія фарби (правило «подібне розчиняється в подібному»). При друці на пластикових пакуваннях (поліетилен, поліпропілен) виникає проблема: ці полімери складаються з неполярних ковалентних зв'язків C–C та C–H, тому полярні рідкі фарби від них відшаровуються. Для забезпечення адгезії плівки піддають коронуванню (обробці розрядом), внаслідок чого на поверхні утворюються полярні кисневмісні групи, які міцно утримують фарбовий шар.

Донорно-акцепторний зв'язок у формному виробництві. Для захисту алюмінієвих офсетних пластин від передчасного окиснення та зношування їх піддають анодуванню та обробці комплексонами. Комплексні сполуки утворюють міцні донорно-акцепторні зв'язки з металом, формуючи захисний наносар, який регулює баланс між гідрофільністю та гідрофобністю форми.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Електронна архітектура газів для сушіння та захисту у друкарських машинах. У сучасних сушильних камерах друкарських машин для запобігання окисненню фарби при високих температурах або для швидкого охолодження полотна використовують Карбон(IV) оксид або газоподібний Азот. Обчисліть різницю електронегативностей для зв'язків C–O у молекулі карбон діоксиду. Визначте тип гібридизації атома Карбону та просторову геометричну форму цієї молекули. Поясніть, чому за наявності полярних зв'язків сама молекула є лінійною і неполярною. Запишіть електронну конфігурацію молекули N₂. Поясніть, чому наявність потрійного ковалентного зв'язку робить цей газ надзвичайно стійким, що дозволяє використовувати його як інертне захисне середовище.

2. Аномалії розчинників у флексодруці. Чому вода рідка, а сірководень – газ? При друці на гофрокартоні використовують екологічні водні фарби. Проте іноді у виробничих стічних водах через деградацію органічних залишків з'являється сірководень. Сульфур та Оксиген є елементами-аналогами однієї групи. Але їхні вищі гідриди мають кардинально різні властивості: H₂O є рідиною з високою температурою кипіння (+100°C), а H₂S – газ (кипить при -60°C). Користуючись поняттям електронегативності та радіуса атомів, поясніть, чому між молекулами води можливе утворення міцного водневого зв'язку і як це фізичне явище впливає на можливість використання води як рідкої основи фарб.

3. Донорно-акцепторний механізм у процесах закріплення УФ-фарб та фото полімерів. При виготовленні фотополімерних флексоформ або при затвердінні УФ-лаків під дією ультрафіолету активатори (фотоініціатори) утворюють активні центри. Важливу роль у стабілізації цих процесів від передчасного зшивання відіграють добавки, що містять солі амонію. Поясніть, як утворюється катіон амонію з молекули аміаку та іона Гідрогену. Який атом є донором електронної пари, а який – акцептором?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Тема: Хімічні реакції та їх закономірності.

Мета заняття

Закріпити знання про класифікацію хімічних реакцій (сполучення, розкладу, заміщення, обміну) та їхні енергетичні ефекти (екзо- та ендотермічні процеси); вивчити закономірності хімічної кінетики (вплив концентрації, температури та каталізаторів на швидкість реакції) та принципи зсуву хімічної рівноваги. Експериментально дослідити теплові ефекти неорганічних реакцій та фактори, що керують швидкістю процесів; навчитися застосовувати принцип Ле Шательє для прогнозування та оптимізації хіміко-технологічних процесів у поліграфії (травлення форм, нейтралізація відходів, газоочищення).

Контрольні запитання

1. За якими ознаками класифікують хімічні реакції в неорганічній хімії?
2. Що таке тепловий ефект реакції? Чим відрізняються екзотермічні реакції від ендотермічних з погляду зміни ентальпії?
3. Сформулюйте закон Гесса та поясніть його практичне значення для термохімічних розрахунків.
4. Що вивчає хімічна кінетика? Дайте визначення швидкості хімічної реакції для гомогенних та гетерогенних систем.
5. Як чинить вплив концентрація реагуючих речовин на швидкість реакції? Сформулюйте закон діючих мас.
6. Поясніть правило Вант-Гоффа. Що таке температурний коефіцієнт швидкості реакції?
7. Яка роль каталізаторів у хімічних процесах? Чим відрізняється гомогенний каталіз від гетерогенного?
8. Що таке енергія активації та як вона впливає на швидкість взаємодії неорганічних сполук?
9. Дайте визначення явища хімічної рівноваги. Чому її називають динамічною? Що таке константа рівноваги?
10. Сформулюйте принцип Ле Шательє. Як впливають зміна тиску, температури та концентрації на стан рівноваги?

Інструктивно-методичні матеріали

Управління хімічними реакціями у видавничо-поліграфічному комплексі, формних цехах або в системах рекуперації розчинників базується на законах термодинаміки та кінетики.

Матеріальний та тепловий баланс (Термохімія). Промислове приготування концентрованих травильних розчинів, електролітів для гальванопластики або нейтралізація відпрацьованих кислих розчинів завжди супроводжується тепловими ефектами. Знання термохімії дозволяє інженеру розрахувати виділення тепла (наприклад, при розчиненні лугів чи кислот для знежирення металевих пластин), щоб уникнути закипання суміші, термічного деформування форм чи руйнування футерування ванн.

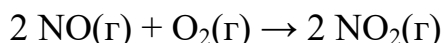
Керування швидкістю процесу (Кінетика). Швидкість хімічних перетворень у гетерогенних системах (наприклад, процеси хімічного травлення мідних циліндрів глибокого друку, цинкових або магнієвих кліше) безпосередньо залежить від площі контакту фаз, концентрації активного реагенту, температури та інтенсивності перемішування. Оптимізація цих параметрів забезпечує рівномірне травлення без дефектів друкарських елементів.

Зсув рівноваги (Принцип Ле Шательє). Сучасні екологічні вимоги до друкарень зобов'язують очищувати вентиляційні викиди від оксидів азоту, сірки та парів розчинників. Багато реакцій газоочищення є оборотними. Зміна зовнішніх параметрів (тиску, температури) дозволяє штучно зміщувати рівновагу в бік утворення безпечних нейтральних сполук.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Гетерогенна кінетика у процесах виготовлення форм глибокого друку. Виготовлення друкарських елементів на мідних циліндрах здійснюється шляхом гетерогенного хімічного травлення у розчинах ферум(III) хлориду. Запропонуйте три практичні інженерні методи прискорення (інтенсифікації) цієї гетерогенної реакції на виробництві, спираючись на теоретичні закони кінетики для систем типу «тверде тіло – рідина» (площа контакту, гідродинамічні чинники, дифузія).

2. Закон діючих мас та розрахунки вентиляційних систем. При спалюванні залишків розчинників у факельних печах друкарень утворюється нітроген(II) оксид. Його подальше доокиснення у повітрі описується рівнянням:



Обчисліть, як і в скільки разів зміниться початкова швидкість цієї гомогенної реакції, якщо інженер цеху прийме рішення збільшити тиск у реакторі очищення в 3 рази за незмінної температури (що еквівалентно зменшенню об'єму системи в 3 рази).

3. Термічна корозія поліграфічного обладнання. Сталеві вузли друкарських машин (ракельні ножі, друкарні вали) піддаються дії вологи та хімічних компонентів фарби, що викликає корозійне руйнування (взаємодія заліза з агресивним середовищем). Швидкість корозії за нормальної температури (20°C) становить 0,04 г/(м² · год). Обчисліть швидкість цього руйнівного процесу при порушенні вентиляції та аварійному прогріванні зони друку до 60°C, якщо температурний коефіцієнт швидкості корозійної реакції (γ) для цієї системи дорівнює 2. Зробіть технологічний висновок про небезпеку температурного чинника для стабільності металевих деталей машин.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Тема: Розчини.

Мета заняття

Закріпити знання про фізико-хімічну природу розчинів, фактори, що впливають на розчинність неорганічних речовин, та теорію електролітичної дисоціації; навчитися проводити розрахунки для приготування розчинів із заданою масовою часткою та молярною концентрацією речовини. Експериментально освоїти техніку приготування розчинів із сухих солей, проведення точного розведення та дослідження властивостей електролітів для друкарських процесів.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення розчину. Чому розчинення є фізико-хімічним, а не суто фізичним процесом?
2. Що таке розчинність і від яких чинників (температура, тиск, природа речовини) вона залежить для твердих солей та газів?
3. Які розчини називають насиченими, ненасиченими та пересиченими?
4. Сформулюйте визначення масової частки розчиненої речовини (W). У яких одиницях вона вимірюється?
5. Що таке молярна концентрація (C_M) і яка її розмірність?
6. Поясніть суть процесу електролітичної дисоціації. Які неорганічні сполуки відносять до електролітів?
7. Чим відрізняються сильні електроліти від слабких? Наведіть приклади сильних і слабких кислот та лугів.
8. Що таке ступінь дисоціації (α) та які фактори впливають на його чисельне значення?
9. Запишіть у молекулярному та іонному вигляду класичні реакції обміну в розчинах неорганічних солей. За яких умов вони йдуть до кінця?
10. Яку роль відіграє рН розчину в хіміко-технологічних процесах? Яке середовище називають кислим, нейтральним та лужним?

Інструктивно-методичні матеріали

У промисловій поліграфічній практиці, формних цехах та колориметричних лабораторіях якість і точність приготування розчинів є критично важливими для забезпечення якості відбитка.

Стандартизація концентрацій. Будь-яка технологічна операція – від приготування концентрату зволоження для офсетних машин до приготування травільних розчинів для глибокого друку – вимагає суворого дотримання концентрації. Помилка у розрахунках масової частки або молярності може призвести до неефективності процесу (наприклад, «тінення» форми, коли фарба лягає на пробільні елементи) або до хімічного пошкодження нікелевих чи мідних шарів друкарських циліндрів.

Гідратація та дисоціація іонів. При розчиненні у воді солі, кислоти та луки дисоціюють на катіони та аніони, які оточуються диполями води (гідратуються). Саме вільні іони забезпечують здатність розчинів проводити електричний струм (електропровідність), що використовується в

автоматичних приладах друкарських машин – кондуктометрах – для безперервного контролю стабільності складу зволоження.

Контроль рН середовища. Електролітична дисоціація води та розчинених у ній сполук визначає рівень рН розчину (концентрацію іонів Гідрогену). Для класичного офсетного друку оптимальним є слабокисле середовище (рН = 4.8...5.5). Відхилення в лужний бік руйнує гідрофільний шар на формі, а надмірна кислотність уповільнює закріплення фарби та викликає корозію металу друкарської машини.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Розрахунок молярності розчинів для хімічного травлення форм. Для виготовлення кліше флексографського або глибокого друку методом хімічного фрезерування/травлення використовують розчини сильних неорганічних окисників, наприклад, калій перманганату (KMnO_4). У лабораторії є розчин цієї солі з молярною концентрацією $C_M = 0,25$ моль/л. Інженеру-технологу потрібно приготувати 2 л розчину для заправки дослідної ванни травлення. Обчисліть, яку масу сухої мінеральної солі KMnO_4 необхідно було витратити для приготування такого об'єму розчину.

2. Вплив багатозарядних електролітів на коагуляцію та очищення стічних вод друкарень. При очищенні промислових стоків друкарні від залишків пігментів та дрібнодисперсних часток мінеральних наповнювачів паперу у розчин вводять неорганічний коагулянт – алюміній сульфат $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Складіть рівняння дисоціації цієї солі у водному розчині. Поясніть, чому утворення багатозарядних катіонів Al^{3+} значно ефективніше нейтралізує негативний заряд колоїдних часток у воді порівняно з однозарядними катіонами Натрію (Na^+).

3. Математичний розрахунок іонних концентрацій та рН для офсетного зволоження. Для точного контролю умов зволоження офсетних форм лаборант підготував модельний розчин сильної хлоридної кислоти (HCl) з молярною концентрацією 0,001 моль/л. Вважаючи, що цей сильний електроліт дисоціює повністю ($\alpha = 100\%$), визначте молярну концентрацію іонів Гідрогену $[\text{H}^+]$ у цьому розчині, розрахуйте водневий показник рН даного розчину та спрогнозуйте, як зміниться колір універсального індикаторного паперу при зануренні у цей розчин.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Тема: Окисно-відновні процеси.

Мета заняття

Закріпити знання про природу окисно-відновних реакцій (ОВР), поняття «ступінь окиснення», «окисник», «відновник», «процес окиснення» та «процес відновлення»; освоїти метод електронного балансу для розставлення коефіцієнтів у неорганічних рівняннях. Експериментально дослідити залежність окисних властивостей мінеральних солей від рН середовища та навчитися прогнозувати продукти ОВР для контролю технологічних процесів хімічного гравірування, пасивації металів та очищення стічних вод.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення окисно-відновним реакціям. Чим вони відрізняються від реакцій обміну?
2. Що таке ступінь окиснення? Сформулюйте правила його визначення в неорганічних сполуках.
3. Які процеси називають окисненням, а які – відновленням? Як при цьому змінюється ступінь окиснення елементів?
4. Хто такий окисник, а хто – відновник?
5. Які неорганічні речовини виявляють функцію тільки окисника, тільки відновника, або мають окисно-відновну двоїстість? Наведіть приклади.
6. У чому полягає суть методу електронного балансу? Що таке закон збереження заряду?
7. Назвіть найважливіші лабораторні та промислові окисники.
8. Як характер середовища (кисле, нейтральне, лужне) впливає на глибину відновлення перманганат-аніону (MnO_4^-)?
9. Які існують типи ОВР (міжмолекулярні, внутрішньомолекулярні, диспропорціонування)? Наведіть приклади.
10. Яке значення мають окисно-відновні процеси у водоочищенні та знезараженні стічних вод поліграфічних підприємств від залишків барвників та токсичних відновників?

Інструктивно-методичні матеріали

Окисно-відновні реакції є основою багатьох формних, захисних та аналітичних процесів у видавничо-поліграфічному комплексі.

Хімічне травлення та формні процеси. Створення друкарських елементів на мідних циліндрах ротаційного глибокого друку або виготовлення магнієвих кліше для тиснення базується на ОВР. Розчин окисника (наприклад, ферум(III) хлорид) відбирає електрони у поверхневих атомів металу, переводячи їх у розчинну форму солей, завдяки чому формується точний мікрорельєф форми.

Вплив рН на хімічні трансформації. Один і той самий окисник поводиться абсолютно по-різному залежно від кислотності розчину. Наприклад, калій перманганат у кислому середовищі приймає 5 електронів (знебарвлюється), у нейтральному – 3 електрони (випадає бурий осад MnO_2), а в сильно лужному – лише 1 електрон (утворюється зелений манганат

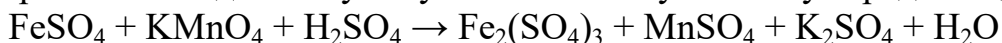
K₂MnO₄). Це дозволяє технологу регулювати глибину окиснення при рекуперації та знешкодженні промислових шламів формних цехів.

Корозія та пасивація металів друкарських машин. Руйнування металевих конструкцій, рам машин, фарбових валів під дією вологи й кисню є небажаним ОВР-процесом, де метал виступає відновником. Навпаки, обробка поверхонь сильними окисниками (нітратною кислотою чи хроматами) дозволяє штучно створити надтонку, щільну оксидну плівку – провести пасивацію, яка зупиняє подальше окиснення металу.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

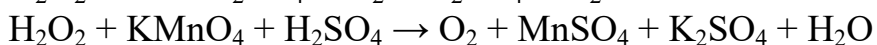
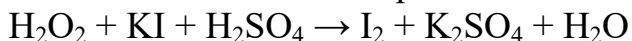
1. Електронний баланс у технологіях термографічного друку. При виготовленні спеціальних пакувальних матеріалів із термочутливими шарами або при аналізі чистоти солей використовують реакцію термічного розкладу бертолетової солі (калій хлорату) у присутності мінерального каталізатора MnO₂: напишіть рівняння реакції, визначте ступені окиснення та складіть схему електронного балансу. До якого типу ОВР належить цей процес? Поясніть чому.

2. Аналітичне визначення мінерального заліза (Перманганатометрія). Для контролю якості нанесення мідних та нікелевих покриттів на друкарські циліндри необхідно точно контролювати вміст домішок іонів Феруму(II) в електроліті. Метод аналізу базується на ОВР у кислому середовищі:



Розставте коефіцієнти методом електронного балансу. Обчисліть, яку масу іонів Fe²⁺ може окиснити 1 моль калій перманганату відповідно до знайдених коефіцієнтів.

3. Окисно-відновна двоїстість у процесах підготовки паперу та вибілювання. Гідроген пероксид (H₂O₂) широко використовується в целюлозно-паперовій промисловості як екологічно чистий відбілювач макулатурної маси та антисептик. Оксиген у ній має проміжний ступінь окиснення -1. Складіть електронний баланс для реакцій:



Зробіть висновок, у якому з цих процесів перекис водню виконує роль окисника, а в якому – відновника. Поясніть це на основі переходу електронів.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

Тема: Основні класи неорганічних сполук. Зв'язок між класами неорганічних сполук.

Мета заняття

Закріпити й систематизувати знання про класифікацію неорганічних речовин, їхню номенклатуру та хімічні властивості; навчитися розрізняти солетворні (кислотні, основні, амфотерні) та несолетворні оксиди, середні та кислі солі, луги та нерозчинні основи. Експериментально дослідити хімічні властивості та способи взаємного перетворення неорганічних сполук; навчитися складати рівняння реакцій, що відображають генетичний зв'язок між різними класифікаційними групами металів і матеріалів, які застосовуються у видавничо-поліграфічному комплексі.

Контрольні запитання

1. На які основні класи поділяють неорганічні сполуки? Дайте визначення кожному класу.
2. Як класифікують оксиди? Чим принципово відрізняються за хімічними властивостями кислотні, основні та амфотерні оксиди? Наведіть приклади.
3. Які оксиди відносять до несолетвірних?
4. Як класифікують основи за розчинністю у воді? Які специфічні властивості мають луги порівняно з нерозчинними у воді гідроксидами?
5. Охарактеризуйте хімічну природу та властивості амфотерних гідроксидів на прикладі цинк гідроксиду або алюміній гідроксиду.
6. Як класифікують мінеральні кислоти за складністю аніона та кількістю атомів Гідрогену (основністю)?
7. Дайте визначення солям. Чим відрізняються за складом і номенклатурою середні, кислі та основні солі?
8. Що таке «генетичний зв'язок» у неорганічній хімії? Сформулюйте принципи переходу від простої речовини (металу чи неметалу) до відповідної солі.
9. За яких умов солі можуть взаємодіяти з іншими солями або металами у водних розчинах? Скористайтеся рядом активності металів.
10. Яке практичне значення має реакція нейтралізації для очищення промислових стічних вод друкарень та утилізації залишків кислот і лугів після регенерації офсетних форм?

Інструктивно-методичні матеріали

У видавничо-поліграфічному виробництві, формних цехах та аналітичному контролі матеріалів знання властивостей неорганічних класів речовин є базовим інструментом для керування хімічними процесами.

Класифікаційний підхід у нейтралізації відходів цехів: Розуміння хімічного характеру сполук дозволяє правильно підбирати реагенти для екологічного очищення стоків. Наприклад, кислі стоки формних дільниць, що містять надлишок мінеральних кислот (після травлення міді чи цинку) або кислотних оксидів (SO_2), нейтралізують за допомогою дешевшого

основного оксиду (вапна CaO) або луку (NaOH). Для нейтралізації надлишку лужних розчинів (після проявлення офсетних пластин) використовують слабкі мінеральні чи органічні кислоти.

Амфотерність у водоочищенні та коагуляції: Деякі неорганічні сполуки мають подвійну природу — здатні взаємодіяти і з кислотами, і з лугами. Цю властивість амфотерних гідроксидів, наприклад алюміній гідроксиду $\text{Al}(\text{OH})_3$, активно використовують у процесах очищення промислових вод друкарень від залишків пігментів: залежно від рН середовища, цей гідроксид може змінювати свій заряд та форму, ефективно захоплюючи часточки барвника й випадаючи в осад у вигляді великих пластівців.

Генетичні ланцюги як основа промислових технологій. Отримання будь-якого цільового мінерального продукту або регенерація металів (наприклад, виділення чистої міді чи срібла з відпрацьованих розчинів) базується на послідовних хімічних перетвореннях за схемою: Метал (або Неметал) → Оксид → Гідроксид (або Кислота) → Сіль. Розуміння цих зв'язків дозволяє інженеру-технологу контролювати процеси хімічного гравірування та мінімізувати кількість побічних неорганічних шламів.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Генетичні зв'язки неметалів у хімічних процесах виробництва паперу та тари. Ключовим процесом для створення антипіренів і добавок до спеціальних видів картону є синтез ортофосфатної кислоти (H_3PO_4) та її солей. Складіть рівняння реакцій для наступного генетичного ланцюжка перетворень неметалу:



Назвіть усі утворені речовини за сучасною номенклатурою та вкажіть клас, до якого вони належать.

2. Властивості та взаємоперетворення кислих і середніх солей при підготовці паперової маси. При насиченні вапняної води карбон(IV) оксидом (що виділяється при роботі сушильних печей) спочатку спостерігається помутніння розчину через утворення середньої солі – кальцій карбонату (крейди, яка є наповнювачем паперу). При тривалому пропусканні газу розчин знову стає прозорим, оскільки середня сіль переходить у розчинну кислоту сіль – кальцій гідрокарбонат. Запишіть рівняння обох послідовних реакцій. Поясніть, чим відрізняються кислі солі від середніх за характером дисоціації.

3. Прогнозування реакцій обміну між солями для аналізу друкарських шламів. У технологічній лабораторії видавництва необхідно підготувати чистий осад малорозчинної солі барій сульфату для рентгеноструктурного аналізу мінеральних наповнювачів фарб і шламів. Запропонуйте два різних варіанти молекулярних рівнянь реакцій для отримання цієї солі, використовуючи: взаємодію солі з кислотою; взаємодію між двома розчинними неорганічними солями.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

Тема: Хімічні елементи-метали.

Мета заняття

Закріпити знання про особливості електронної будови атомів металів, їхні фізико-хімічні властивості та закономірності взаємодії з водою, мінеральними кислотами й розчинами солей. Експериментально дослідити хімічну активність металів та її залежність від положення елемента в електрохімічному ряду напруг; навчитися прогнозувати перебіг неорганічних процесів за участю металів та їхніх сполук для вирішення прикладних інженерних завдань у видавничо-поліграфічній галузі (гальванопластика, хімічне гравірування, захист машин від корозії).

Контрольні запитання

1. Які особливості електронної будови атомів металів зумовлюють їхні відновну здатність? У яких блоках (s-, p-, d-, f-) Періодичної системи розташовані метали?
2. Що таке металічний зв'язок і які специфічні фізичні властивості (електропровідність, теплоємність, пластичність) він забезпечує?
3. Як змінюється хімічна активність металів у періодах та головних групах Періодичної системи зі збільшенням заряду ядра?
4. Що характеризує електрохімічний ряд напруг металів? Який фізичний зміст стандартного електродного потенціалу?
5. Які метали здатні витіснити водень із розчинів мінеральних кислот (хлоридної, розведеної сульфатної)?
6. Опишіть особливості взаємодії лужних та лужноземельних металів з водою. Які продукти при цьому утворюються?
7. Чому деякі активні метали (наприклад, алюміній, хром) стійкі до дії води та кисню за звичайних умов? Що таке пасивація?
8. Як взаємодіють метали з розчинами солей інших металів? Яке правило керує цими процесами?
9. У чому полягає відмінність у властивостях сполук типів оксидів та гідроксидів для металів головних (s-, p-) та побічних (d-) підгруп?
10. Які неорганічні методи захисту металевого обладнання від корозії ви знаєте?

Інструктивно-методичні матеріали

У сучасному поліграфічному машинобудуванні та формному виробництві метали (алюміній, мідь, цинк, магній, сталь, хром) є основними конструкційними матеріалами. Керування їхніми властивостями базується на законах неорганічної хімії.

Ряд активності як основа сумісності матеріалів друкарських машин.

При проектуванні та експлуатації друкарських машин важливо враховувати положення металів у ряду напруг. Безпосередній контакт двох різних металів (наприклад, сталевого ракельного ножа та мідного/хромованого циліндра глибокого друку) у вологому хімічно агресивному середовищі фарби призводить до утворення мікрогальванічної пари. У такому процесі більш

активний метал (сталь/залізо, що стоїть лівіше у ряду напруг) піддається прискореному окисненню (корозії), що виводить обладнання з ладу.

Специфіка d-елементів у гальванотехніці. Метали побічних підгруп (хром, манган, ферум) мають незаповнений передзовнішній d-електронний підрівень. Це зумовлює наявність у них змінних ступенів окиснення та здатність утворювати широкий спектр сполук – від основних (у нижчих ступенях окиснення, наприклад FeO) до амфотерних (Fe₂O₃, Cr₂O₃) та кислотних (у вищих ступенях, наприклад CrO₃). Здатність d-елементів до електрохімічного відновлення дозволяє нарощувати на формних циліндрах тверді робочі шари міді та хрому.

Лужноземельні метали та твердість води в друкарні. Наявність іонів Ca²⁺ та Mg²⁺ у водопровідній воді визначає її технологічну твердість. Для приготування офсетних зволожувальних розчинів твердість води повинна суворо контролюватися, інакше солі Кальцію випадатимуть на порах зволожувальних валиків, викликаючи їхнє «засалювання» та втрату гідрофільності.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Амфотерні властивості сполук металів у технологіях обробки кліше. Метали алюміній та цинк широко використовуються як основа для офсетних пластин та кліше високого друку. Вони утворюють оксиди та гідроксиди з амфотерним характером, що робить їх чутливими як до кислих, так і до лужних засобів очищення. Запишіть молекулярні рівняння реакцій, що підтверджують амфотерність цинк гідроксиду Zn(OH)₂ при його взаємодії з:

- а) хлоридною кислотою;
- б) водним розчином натрій гідроксиду.

2. Розрахунок виходу водню при виготовленні цинкових кліше. При хімічному гравіруванні штрихових цинкових кліше відбувається ОВР із виділенням газу. Лаборант розчиняє у ванні з надлишком хлоридної кислоти відходи цинкової пластини масою 13 кг, яка містить 5% інертних мінеральних домішок. Обчисліть теоретичний об'єм (у м³ за нормальних умов) водню, який виділиться в результаті цього процесу і має бути видалений вентиляцією, спираючись на стехіометричні коефіцієнти хімічного рівняння реакції.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

Тема: Хімічні елементи-неметали.

Мета заняття

Закріпити знання про особливості електронної будови атомів неметалів, їхнє положення в Періодичній системі та високу електронегативність; вивчити явище алотропії та причини відмінностей у властивостях алотропних модифікацій Карбону, Оксигену, Фосфору та Сірки. Експериментально дослідити специфіку неорганічних сполук неметалів (водневих сполук, кислотних оксидів), їхні окисно-відновні властивості та навчитися прогнозувати характер їхньої взаємодії в технологічних системах друкарень (газоочищення, захист від корозії, стабілізація відбитків).

Контрольні запитання

1. Які особливості електронної будови атомів неметалів зумовлюють їхню високу електронегативність та переважно окисний характер?
2. У якій частині Періодичної системи розташовані елементи-неметали?
3. Що таке алотропія? Які причини зумовлюють існування алотропних модифікацій (наведіть приклади для Оксигену та Фосфору)?
4. Поясніть, чому алмаз і графіт, маючи однаковий елементний склад (Карбон), кардинально відрізняються за твердістю та електропровідністю.
5. Як змінюються окисні та відновні властивості неметалів у періодах та головних групах? Назвіть найактивніший неметал-окисник.
6. Охарактеризуйте зміну властивостей вищих оксидів неметалів та відповідних їм гідратів (кислот) у періодах та групах.
7. Які особливості мають леткі водневі сполуки неметалів? Як змінюється їхній кислотно-основний характер у розчинах по періоду та групі?
8. Що таке окисно-відновна двоїстість неметалів? Наведіть неорганічні приклади сполук, де елемент виявляє проміжний ступінь окиснення.
9. Які неметали та їхні сполуки найчастіше використовуються як адсорбенти або захисні середовища у друкарській індустрії?
10. Поясніть екологічне значення та токсичність деяких неорганічних газів неметалів (CO, SO₂, H₂S).

Інструктивно-методичні матеріали

У промисловій поліграфічній практиці, системах вентиляції та очищення викидів хімічні властивості неметалів та їхніх сполук визначають стабільність технології та безпеку праці.

Алотропія Карбону та сорбційні технології в друкарнях. Явище алотропії Карбону безпосередньо використовується в адсорбційному очищенні повітря друкарських цехів від парів летких органічних розчинників (ЛОР), толуолу та спиртів. Графітоподібна мікроструктура активованого вугілля з величезною кількістю мікропор та некомпенсованих ковалентних зв'язків дозволяє ефективно утримувати на своїй поверхні молекули токсикантів, запобігаючи їх викиду в атмосферу.

Технологічне значення інертного середовища неметалів:
Молекулярний азот (N_2) застосовується в сучасних системах високошвидкісного УФ-затвердіння офсетних фарб. Створення азотного середовища у зоні сушіння витісняє кисень, який є радикальним інгібітором і гальмує полімеризацію фарбового шару.

Кислотно-основні трансформації газів та деградація паперу. Багато технологічних викидів або продуктів згоряння сушильних печей містять кислотні оксиди неметалів (наприклад, SO_2 , CO_2 , NO_2). При взаємодії з атмосферною вологою або конденсатом вони утворюють мінеральні кислоти. Це викликає не лише корозію друкарських машин, а й призводить до швидкого руйнування («кислотного старіння») целюлозної основи готової друкованої продукції.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Окисно-відновна двоїстість сполук неметалів у контролі гальванічних відходів. Елемент Нітроген утворює сполуки зі ступенями окиснення від -3 до +5. Для аналітичного контролю та знешкодження стоків формних цехів запишіть молекулярні рівняння ОВР, які показують, що калій нітрит виявляє:

а) відновні властивості при взаємодії з сильним окисником калій дихроматом у кислому середовищі, переходячи в нітрат;

б) окисні властивості при взаємодії з калій йодидом у кислому середовищі, відновлюючись до газу нітроген(II) оксиду.

Розставте коефіцієнти методом електронного балансу.

2. Порівняльна характеристика летких водневих сполук неметалів у поліграфічній хімії. Користуючись значеннями радіусів атомів та їхньої електронегативності, поясніть, чому при розчиненні у воді летка сполука Нітрогену з Гідрогеном – аміак (NH_3 , що використовується як регулятор рН у фарбах на водній основі) – утворює слабку основу (амоній гідроксид), тоді як летка сполука Хлору з Гідрогеном – хлороводень (HCl , компонент засобів активного травлення) – дисоціює повністю з утворенням сильної хлоридної кислоти. Запишіть відповідні рівняння процесів у водному середовищі.

3. Стехіометричні розрахунки абсорбції карбон діоксиду та захисту паперових складів. Для зменшення «вуглецевого сліду» та кондиціонування повітря у закритих сховищах паперу (де надлишок CO_2 може стимулювати руйнування целюлози) використовують неорганічні хімічні пастки на основі натрій гідроксиду. Обчисліть масу (в кг) сухого луку ($NaOH$), яку необхідно витратити технологу для повного зв'язування 44 м^3 (за нормальних умов) карбон(IV) оксиду з утворенням середньої солі натрій карбонату та води.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 11

Тема: Вуглеводні.

Мета заняття

Закріпити знання про класифікацію вуглеводнів, типи гібридизації атомів Карбону (sp^3 , sp^2 , sp) та види хімічного зв'язку (σ - та π -зв'язки); вивчити закономірності зміни фізико-хімічних властивостей у гомологічних рядах алканів, алкенів, алкінів та аренів. Експериментально дослідити способи лабораторного отримання та специфіку хімічної поведінки насичених і ненасичених сполук, освоїти якісні реакції на кратні зв'язки для ідентифікації та контролю якості компонентів поліграфічних розчинників.

Контрольні запитання

1. На які основні групи класифікують вуглеводні за будовою карбонового ланцюга та характером зв'язків?

2. Які особливості електронної будови та просторової геометрії молекул алканів?

3. Дайте визначення гомології та ізомерії. Які види структурної ізомерії характерні для насичених вуглеводнів?

4. Які типи хімічних реакцій є найбільш характерними для алканів? Чому вони стійкі до дії концентрованих кислот та лугів за звичайних умов?

5. Охарактеризуйте електронну будову алкенів та алкінів. Чим π -зв'язок принципово відрізняється від σ -зв'язку за міцністю та реакційною здатністю?

6. Сформулюйте правило Марковнікова на прикладі реакцій гідрогенгалогенування ненасичених сполук.

7. Які якісні реакції дозволяють експериментально відрізнити ненасичені вуглеводні від насичених?

8. Опишіть особливості електронної будови молекули бензену. У чому полягає суть поняття «ароматичність» (правило Хюккеля)?

9. Які типи реакцій (заміщення чи приєднання) є переважними для ароматичних вуглеводнів і в яких умовах вони перебігають?

10. Які вуглеводневі фракції є основою паливно-мастильних матеріалів, що використовуються в матеріально-технічному забезпеченні друкарень та формних цехів?

Інструктивно-методичні матеріали

У видавничо-поліграфічній практиці, експлуатації друкарського обладнання та синтезі фарб знання властивостей вуглеводнів дозволяє оптимізувати процеси та контролювати якість робочих середовищ.

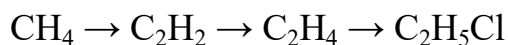
Стабільність і гідрофобність насичених систем (алканів): Алкани (зокрема рідкі парафіни, ізоалкани та компоненти мінеральних масел) через високу міцність одинарних σ -зв'язків C – C є хімічно інертними. Вони не змішуються з водою, що є основою процесу офсетного друку (взаємне відштовхування фарби та зволожувального розчину), а також робить їх ідеальними захисними гідрофобними мастилами проти атмосферної корозії металевих деталей машин.

Реакційна здатність у газовому та екологічному контролі цехів: На відміну від алканів, ненасичені газоподібні вуглеводні (етилен C_2H_4 , ацетилен C_2H_2) мають рухливі π -зв'язки і легко окиснюються та полімеризуються. Контроль виділення летких ненасичених сполук при сушінні друкарських фарб є критичним для проектування систем рекуперації розчинників та вентиляції цехів.

Енергетичний баланс та термічне газове сушіння. Термічне закріплення фарб на рулонних офсетних машинах відбувається у сушильних печах за рахунок спалювання природного газу (метану) або пропану. Процес їхнього повного горіння є екзотермічною реакцією, продуктами якої є виключно стабільні оксиди – карбон(IV) оксид та вода. Порушення режиму подачі кисню (надлишку повітря) призводить до неповного згорання з утворенням токсичного чадного газу (CO) або кіптяви (сажі), що псує паперове полотно.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Генетичний зв'язок між класами вуглеводнів у промисловому синтезі поліграфічних розчинників. У виробництві синтетичних пластмас, плівок для ламінування та допоміжних речовин перехід від однієї структури до іншої базується на послідовних реакціях дегідрування, гідрування, гідратації чи галогенування. Складіть молекулярні рівняння реакцій для наступного генетичного ланцюжка:



Вкажіть умови перебігу процесів (температура, наявність мінеральних каталізаторів) та назвіть усі продукти за сучасною номенклатурою.

2. Закон об'ємних відносин газів у розрахунках вентиляції сушильних систем. Для опалення та роботи автономних сушильних пристроїв пакувального цеху використовують зріджений газ пропан. Користуючись законом Авогадро та стехіометричними коефіцієнтами рівняння горіння пропану, обчисліть об'єм (у m^3) чистого кисню, який витратиться на повне спалювання $5 m^3$ цього газу. Розрахуйте, який об'єм повітря (вважаючи вміст кисню в повітрі за 21 %) знадобиться для цього процесу, щоб забезпечити безаварійну роботу вентиляції.

3. Якісний аналіз та вхідний контроль вуглеводневих розчинників друкарні. У лабораторію підприємства на аналіз надійшли два немарковані зразки рідких вуглеводневих розчинників: один є гексаном (насичений алкан), інший – гексеном (ненасичений алкен). Запропонуйте для лаборанта чітку інструкцію проведення експрес-аналізу з виявлення кожного із зразків. Опишіть візуальні ефекти, які дозволять однозначно ідентифікувати кожен речовину, та запишіть рівняння відповідних реакцій.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

Тема: Карбонові кислоти. Естери. Жири.

Мета заняття

Закріпити знання про будову карбоксильної групи, класифікацію карбонових кислот, механізм реакції естерифікації та хімічну природу жирів (тригліцеридів); вивчити відмінності у властивостях насичених і ненасичених вищих жирних кислот. Експериментально дослідити хімічні властивості монокарбонових кислот, синтезувати складні ефіри (естери), що використовуються як поліграфічні розчинники, та вивчити процес лужного гідролізу (омилення) для отримання поверхнево-активних речовин (ПАР) для формних цехів.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте електронну будову карбоксильної групи. Як взаємний вплив атомів у цій групі позначається на рухливості іона Гідрогену?

2. Як змінюється розчинність у воді та сила карбонових кислот у гомологічному ряду зі збільшенням молекулярної маси?

3. Порівняйте хімічні властивості мінеральних (неорганічних) кислот та одноосновних карбонових кислот. Які спільні реакції вони демонструють?

4. Що таке реакція естерифікації? Яку роль у цій реакції відіграє концентрована сульфатна кислота?

5. Дайте визначення естерам. Які їхні головні фізичні властивості та де вони застосовуються у промисловості?

6. Що таке жири з хімічного погляду? Які спирти та кислоти є основою їхньої структури?

7. Чим принципово відрізняються за складом та фізичним станом рослинні олії від тваринних жирів? Наведіть приклади вищих жирних кислот.

8. Що таке процес гідролізу жирів? Чим відрізняється оборотний (кислотний) гідроліз від необоротного (лужного)?

9. Які продукти утворюються в результаті лужного омилення тригліцеридів? Чим відрізняється тверде мило від рідкого за хімічним складом?

10. Як експериментально довести наявність кратного зв'язку в молекулі рідкого жиру (олії)?

Інструктивно-методичні матеріали

Оксигеновмісні органічні сполуки є хімічною основою більшості витратних матеріалів поліграфії (фарби, лаки, змивки, очисники). Розуміння закономірностей їхніх взаємодій є ключовим для інженерного контролю виробництва.

Взаємодія з основами. Карбонові кислоти, хоч і є переважно слабкими електролітами, легко взаємодіють з неорганічними оксидами, гідроксидами та солями слабших кислот (наприклад, карбонатами). Реакція оцтової кислоти з натрій карбонатом (Na_2CO_3) супроводжується бурхливим виділенням вуглекислого газу, що використовується як швидкий аналітичний

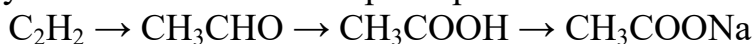
тест на наявність вільних кислотних груп у поліграфічних адгезивах та зволожувальних розчинах.

Синтез естерів як системних розчинників. Реакція естерифікації є класичним прикладом оборотної рівноважної системи. Щоб змістити рівновагу в бік утворення цільового естеру (наприклад, етилацетату – базового розчинника для флексодруку), використовують концентровану сульфатну кислоту (H_2SO_4). Вона працює і як неорганічний каталізатор, і як водовіднімаюча речовина. Отримані естери мають високу розчинювальну здатність щодо синтетичних полімерів та смол фарби.

Хімія омилення та ПАР у формних процесах: Лужний гідроліз жирів та олій у присутності лугів (NaOH або KOH) дозволяє розірвати естерні зв'язки тригліцеридів. Продуктами реакції є трьохатомний спирт гліцерол та натрієві або калієві солі вищих жирних кислот (пальмітати, стеарати, олеати), які є основою мила та спеціальних ПАР. Ці солі мають унікальну дифільну будову (гідрофільна «голова» та гідрофобний «хвіст»), що дозволяє їм знижувати поверхневий натяг води, емульгувати залишки жирових фарб та ефективно очищувати пробільні елементи форм.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Генетичний зв'язок між класами: від найпростішого вуглеводню до компонентів поліграфічних розчинів. У промисловому синтезі хімікатів для формних процесів та консервувальних засобів важливим є ланцюг послідовного отримання сполук. Складіть молекулярні рівняння реакцій для наступного генетичного перетворення:



Вкажіть назви всіх процесів, типи реакцій та умови їхнього перебігу.

2. Розрахунок виходу солей при лужній регенерації та очищенні естерних розчинників. Для очищення друкарських ємностей від залишків промислового естеру етилформіату (етилового ефіру мурашиної кислоти) масою 14,8 кг лаборант обробляє відходи надлишком розчину натрій гідроксиду. Обчисліть теоретичну масу (в кг) утвореної солі, виходячи зі стехіометричних коефіцієнтів хімічного рівняння гідролізу.

3. Специфічні реакції мурашиної (метанової) кислоти та відновлення срібла в дзеркальних технологіях. Мурашина кислота є унікальною серед карбонових кислот, оскільки її молекула, крім карбоксильної групи, одночасно містить і альдегідну групу. Завдяки цьому вона здатна вступати в ОВР з мінеральними окисниками, що історично використовувалося у виготовленні дзеркал та провідних поверхонь для гальванопластики. Запишіть рівняння реакції «срібного дзеркала» (взаємодії з аміачним розчином аргентум(I) оксиду) для мурашиної кислоти. Визначте, які кінцеві неорганічні гази та продукти утворюються в результаті повного окиснення цієї кислоти, та розставте коефіцієнти методом електронного балансу.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 13

Тема: Вуглеводи.

Мета заняття

Закріпити знання про класифікацію вуглеводів (моносахариди, дисахариди, полісахариди), їхню будову та наявність у структурах різних функціональних груп (гідроксильних, альдегідних чи кетонних); вивчити закономірності взаємоперетворення лінійних та циклічних форм моносахаридів. Експериментально дослідити хімічні властивості глюкози, сахарози та крохмалю, навчитися проводити якісні неорганічні реакції для ідентифікації та контролю якості вуглеводних компонентів у технологічних середовищах друкарень і паперових фабрик.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення вуглеводам. Чому вони мають таку назву і яка їхня загальна формула?
2. Як класифікують вуглеводи за здатністю до гідролізу? Наведіть приклади для кожної групи.
3. Охарактеризуйте будову молекули глюкози. Чому її називають альдегодоспиртом? Які функціональні групи зумовлюють її хімічні властивості?
4. У чому полягає відмінність між α - та β -формами циклічних молекул моносахаридів? Що таке глікозидний гідроксил?
5. Чим за хімічною будовою та властивостями відрізняється фруктоза від глюкози? До якого класу моносахаридів вона належить?
6. Що таке дисахариди? Поясніть, чому сахароза належить до невідновлюючих цукрів, а мальтоза чи лактоза – до відновлюючих.
7. Які продукти утворюються в результаті повного гідролізу сахарози? Яку роль у цьому процесі відіграють мінеральні кислоти?
8. Охарактеризуйте полісахариди на прикладі крохмалю та целюлози. З залишків якого моносахариду вони побудовані і чим відрізняються їхні структури?
9. Яка неорганічна речовина є специфічним якісним реагентом на крохмаль? Опишіть візуальний ефект взаємодії.
10. Яке промислове та технологічне значення має стійкість целюлози до дії вологи, розчинників та слабких хімічних реагентів у процесах довговічності друкованих видань?

Інструктивно-методичні матеріали

У видавничо-поліграфічній практиці, експлуатації паперових складів та палітурному цеху хімічні трансформації вуглеводів під дією неорганічних реагентів дозволяють контролювати якість носіїв інформації та стабільність адгезивів (клеїв).

Полігідроксильний характер та комплексоутворення вуглеводів. Моносахариди (глюкоза) та деякі дисахариди містять кілька сусідніх гідроксильних груп -ОН і поведуться як багатоатомні спирти. При взаємодії зі свіжоосадженим неорганічним купрум(II) гідроксидом $\text{Cu}(\text{OH})_2$ вони

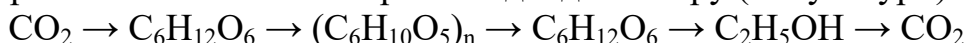
утворюють прозорі розчини комплексних сполук інтенсивного синього кольору. Цей ефект дозволяє ідентифікувати залишкові мономери при деградації палітурних сумішей.

Окисно-відновні процеси у визначенні відновлюючих цукрів. Наявність вільної альдегідної групи в молекулах деяких цукрів дозволяє їм легко вступати в ОВР. При нагріванні з неорганічними окисниками (іонами Cu^{2+} у лужному середовищі) альдегідна група окиснюється до карбоксильної, а мідь відновлюється з утворенням червоного осаду купрум(I) оксиду (Cu_2O). В інженерному аналізі це дозволяє оцінити ступінь деструкції та окисного руйнування целюлози паперу.

Каталітичний гідроліз полісахаридів паперу та клеїв. Крохмаль та целюлоза ($(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$) є природними полімерами. Під дією високої температури, вологи та неорганічних кислот (наприклад, розведеної H_2SO_4 або HCl), які виступають каталізаторами, відбувається послідовне розщеплення глікозидних зв'язків. Для паперу цей процес є руйнівним («кислотне старіння»), оскільки довгі міцні волокна целюлози розпадаються до крихких декстринів і, зрештою, до глюкози, через що аркуші стають ламкими.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Генетичні ланцюги вуглеводних трансформацій (від атмосферних газів до паперової основи). Кінцевим продуктом біосферного синтезу є целюлоза – основа поліграфічного паперу. Складіть молекулярні рівняння реакцій для наступного генетичного ланцюжка, що описує кругообіг речовин та отримання технічних спиртів з відходів паперу (макулатури):



Вкажіть типи процесів та умови їхнього перебігу.

2. Розрахунки матеріального балансу виробництва біоетанолу з паперових відходів. На целюлозно-паперовому комбінаті для утилізації бракованого целюлозного волокна (тирси, обрізків) його піддають глибокому кислотному гідролізу, а отриману глюкозу направляють на спиртове бродіння для одержання технічного етанолу (компонента розчинників та флексографських змивок). Обчисліть теоретичну масу (в кг) утвореного етанолу та об'єм (в m^3 за нормальних умов) карбон(IV) оксиду, якщо в реакцію вступило 180 кг чистої глюкози відповідно до стехіометричного рівняння.

3. Порівняльний інженерний аналіз природних ізомерів: Крохмаль проти Целюлози як поліграфічних матеріалів. Обидва полісахариди мають однакову емпіричну формулу $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. Складіть порівняльну таблицю для цих макромолекул, що дозволить обґрунтувати їх різне технічне використання: тип моносахаридної ланки; геометрію ланцюга; фізико-хімічні властивості; головну функцію видавничо-поліграфічних матеріалів.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 14

Тема: Амінокислоти. Білки.

Мета заняття

Закріпити знання про будову та класифікацію амінокислот як гетерофункціональних сполук, що містять аміногрупу та карбоксильну групу; вивчити поняття про пептидний зв'язок та рівні організації білкових молекул (первинну, вторинну, третинну та четвертинну структури). Експериментально дослідити амфотерний характер амінокислот, процеси денатурації білкових клеїв і желатинових емульсій під дією фізико-хімічних факторів виробництва, а також опанувати кольорові реакції для ідентифікації білкових макромолекул та зв'язування токсикантів.

Контрольні запитання

1. Чому амінокислоти відносять до гетерофункціональних сполук? Назвіть дві основні функціональні групи, що входять до їхнього складу.

2. Що таке біполярний іон амінокислоти? Як впливає рН середовища на заряд молекули амінокислоти у водному розчині?

3. Поясніть суть поняття «амфотерність» стосовно амінокислот. З якими неорганічними реагентами вони здатні взаємодіяти?

4. Який хімічний зв'язок називають пептидним? Між якими групами яких молекул він утворюється?

5. Охарактеризуйте чотири рівні структурної організації білків. Які типи хімічних зв'язків (ковалентні, водневі, іонні, гідрофобні) стабілізують кожен рівень?

6. Що таке денатурація білка? Які чинники (фізичні та хімічні) здатні викликати цей процес? Чи є денатурація оборотною?

7. Опишіть суть біуретової реакції. Наявність якого фрагмента в молекулі вона доводить і які неорганічні реагенти для неї потрібні?

8. Що виявляє ксантопротеїнова реакція? Які амінокислоти в складі білка відповідають за позитивний результат цього тесту?

9. Яка роль неорганічних солей важких металів (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+}) у процесах осадження та денатурації білків? Як це пов'язано з токсикологією?

10. Яке інженерно-екологічне значення має дослідження стійкості та утилізації білковмісних відходів (наприклад, желатинових шарів або тваринних клеїв) у поліграфії?

Інструктивно-методичні матеріали

У видавничо-поліграфічній індустрії, технологіях реставрації книг та екологічному моніторингу хімічна специфіка білків та амінокислот визначає особливості експлуатації адгезивів і захисту біосфери від токсичних викидів формних цехів.

Амфотерність та ізоелектрична точка білкових клеїв. Наявність як кислотної (COOH), так і основної ($-\text{NH}_2$) груп дозволяє амінокислотам і білкам (наприклад, желатину, кістковому та міздряному клеям) виступати в ролі буферних систем. При певному значенні рН розчину (ізоелектрична точка) сумарний заряд макромолекули стає рівним нулю. Білок втрачає

гідратну оболонку і легко випадає в осад (коагулює). Цей ефект використовують для регенерації та очищення стічних вод поліграфічних фабрик від клейових забруднень шляхом підкислення мінеральними кислотами.

Кольорові реакції як метод хімічного вхідного контролю. Якісний аналіз білкових сполучників і клеїв базується на їхній взаємодії з неорганічними іонами. Біуретовий тест використовує іони купруму(II) у лужному середовищі для утворення яскраво-фіолетового комплексу з пептидними зв'язками, що підтверджує натуральність тваринного клею. Ксантопротейновий тест базується на нітруванні бензолних кілець ароматичних амінокислот концентрованою нітратною кислотою (HNO_3), що призводить до появи жовтого забарвлення.

Білки як неорганічні антидоти в гальванічних цехах. Завдяки великій кількості функціональних груп, білки здатні міцно зв'язувати іони важких металів (Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} , які є основою електролітів для хромування та міднення друкарських валів глибокого друку), утворюючи нерозчинні мінерально-органічні осади (хелати). Цю властивість використовують у техніці безпеки цехів гальванопластики: при випадковому отруєнні солями важких металів потерпілому як невідкладну допомогу вводять сирий яєчний білок або молоко для зв'язування токсикантів у шлунку до приїзду лікарів.

Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи

1. Генетичний зв'язок між неорганічною сировиною, вуглеводнями та амінокислотами: У промисловому синтезі сучасних поліграфічних матеріалів (синтетичних клейових ниток, капронових елементів палітурок) важливою стадією є отримання амінокислот. Складіть молекулярні рівняння реакцій для ланцюжка перетворень, що показує перехід від найпростішого вуглеводню до амінокислоти:



Поясніть, як за допомогою амоніаку вводять нітрогенвмісну групу в молекулу хлороцтової кислоти. Назвіть кінцеву амінокислоту за міжнародною номенклатурою.

2. Розрахунки масової частки Нітрогену в білкових палітурних клеях методом К'ельдаля для контролю якості фальсифікацій. Для визначення точного вмісту сухого протеїну в партії кісткового клею наважку зразка спалюють у концентрованій сульфатній кислоті, перетворюючи весь Нітроген у неорганічну сіль – амоній сульфат. Після обробки лугом виділений амоніак масою 0,34 кг повністю поглинають кислотою. Обчисліть масу (в кг) елемента Нітрогену, що містився у зразку, та, використовуючи стандартний коефіцієнт перерахунку на білок (6,25), визначте загальну масу протеїнового адгезиву в партії.

3. Амфотерні реакції найпростішої амінокислоти як основа буферних систем друкарських розчинів. Запишіть молекулярні рівняння реакцій для

амінооцтової кислоти (гліцину), які підтверджують її подвійну природу (здатність гасити як кислотні, так і лужні коливання рН зволожувальних розчинів), при взаємодії з:

- а) хлоридною кислотою;
- б) розчином натрій гідроксиду.

Назвіть утворені неорганічно-органічні солі.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

Тема: Підсумкова модульна контрольна робота.

Мета заняття

Контроль, узагальнення та систематизація знань студентів з теоретичних основ органічної хімії та їхнього практичного застосування у видавничо-поліграфічній галузі; перевірка вміння аналізувати хімічний склад фарб, лаків, змивок, паперу та клейових систем; оцінка навичок розв'язання інженерно-технологічних і екологічних кейсів, пов'язаних із друкарськими та палітурно-брошувальними процесами.

I. Спеціалізована література: хімія поліграфічних матеріалів та матеріалознавство

1. Роїк Т. А., Майстренко Ю. Ю. Поліграфічні матеріали : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 186 «Видавництво та поліграфія». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 49 с.

2. Золотухіна К. І. Поліграфічні матеріали зі спеціальними властивостями : лаб. практикум : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за спец. 186 «Видавництво та поліграфія». 2-ге вид., переробл. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 45 с.

3. Величко О. М., Зоренко О. В. Поліграфічні матеріали : підручник. Київ : ВПК «Політехніка», 2011. 424 с.

4. Розум Т. В. Технологія палітурно-брошувального виробництва : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 216 с.

5. Лазаренко Е. Т., Токарчик З. М. Фізико-хімічні основи технології друкарських процесів : навч. посіб. Львів : УАД, 2004. 184 с.

II. Фундаментальна органічна хімія та хімія високомолекулярних сполук (целюлоза, білки, полімери)

6. Мітрясова О. П. Органічна хімія : навч. посіб. Київ : Кондор, 2018. 418 с.

7. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія : підручник для вищих навчальних закладів. 4-те вид., стер. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

8. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закл. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2008. 752 с.

9. Ковтун Г. О., Плужников В. О. Хімія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Київ : КНТЕУ, 2010. 240 с.

10. Ляховська Н. О. Методичні вказівки до лабораторних занять з органічної хімії для студентів природничих спеціальностей. Умань : УДАУ, 2019. 45 с.

III. Технологічні процеси, гальванопластика та інженерна екологія друкарень

11. Пушкар О. І., Грабовський В. А., Оленич О. А. Технології поліграфічного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2019. 232 с.

12. Книш О. В., Кузнецов В. Г. Гальванотехніка в поліграфії : навч. посіб. Львів : Українська академія друкарства, 2007. 156 с.

13. Мельников О. В. Технологія формних процесів у видавничо-поліграфічній справі : підручник. Львів : Українська академія друкарства, 2014. 368 с.

14. Савицький Д. П., Шкавров А. М. Екологічний моніторинг та безпека життєдіяльності підприємств видавничо-поліграфічного комплексу : монографія. Київ : Наукова думка, 2015. 198 с.

15. Дорош А. К., Мальцев А. П. Промислова токсикологія та охорона праці в гальванічних і друкарських цехах : навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2018. 210 с.