

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Ректор НУБІП України
професор

С. Ніколаєнко

2024 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ
з комплексу фахових дисциплін для вступників на освітньо-
наукову програму «Хімія» підготовки фахівців рhD доктор
філософії із спеціальності 102 «Хімія»

Голова комісії

 /В.П. Коваленко /

Гарант освітньої програми

 /В.А. Копілевич/

Київ – 2024

1.1. ВСТУП. Місце хімії серед природничих наукових дисциплін. Діалектичні зв'язки хімії з математикою, фізикою та біологією. Хімічна форма руху матерії. Предмет і методи хімії.

1.2. Основні поняття і закони хімії. Закон взаємозв'язку маси та енергії за А. Ейнштейном. Закон сталості складу хімічних сполук. Закон кратних відношень як вияв закону переходу кількісних змін у якісні. Закон Авогадро. Закон еквівалентів. Моль як міра кількості речовини, молярна маса.

1.3. Періодичний закон і періодична система елементів та будова атома. Сучасні уявлення про будову ядра і атома в цілому; розміри ядра, електронів та атома. Основні положення теорії будови атома Бора. Хвильова природа електрона та поняття про корпускулярно-хвильовий дуалізм мікрочастинок. Фізичний зміст поняття траєкторії руху частинок та невизначеність цього поняття для електрона; електронні хмари і орбіталі. Поняття про хвильову функцію, квантові числа та енергетичні рівні й підрівні електрона в атомі. Атомні орбіталі, конфігурація електронних орбіталей та їх розміщення в просторі. Принцип Паулі. Послідовність заповнення електронами енергетичних рівнів у багатоелектронних атомах. Принцип найменшої енергії, правило Хунда. Електронні та електронно-структурні формули елементів. Правило Клечковського.

Сучасне формулювання періодичного закону. Визначення понять періоду та групи, структура періодичної таблиці. Основні фізичні та хімічні властивості елементів і закономірності їх зміни в періодичній системі: переважання типових металічних та неметалічних властивостей елементів, окисно-відновні, кислотно-основні властивості елементів, потенціали іонізації, спорідненість до електрона, електронегативність, можливі й типові стани окислення та іонні радіуси елементів. Об'єднання підгруп у групи та поділ періодів на ряди.

1.4. Хімічний зв'язок і будова молекул. Загальні положення про хімічний зв'язок. Основні параметри молекули. Типи хімічних зв'язків.

Іонний зв'язок та іонні кристали. Енергія утворення іонної ґратки та іонні радіуси; закономірності зміни цих властивостей по групах та періодах. Поняття про електричний дипольний момент та ефективні заряди атомів. Ступінь іонності зв'язку.

Ковалентний зв'язок. Якісний квантово-механічний аналіз утворення ковалентного зв'язку в молекулі водню. Поняття про енергію зв'язку і довжину зв'язку. Метод валентних зв'язків. Основні типи ковалентного зв'язку та його властивості: напрямленість, насиченість. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку.

Металічний зв'язок. Координаційні числа атомів у металах та розосередженість електронних взаємодій. Електронний газ і особливості властивостей металів.

Водневий зв'язок, його природа і особливості. Роль водневого зв'язку в живій природі.

1.5. Основні закони хімічних перетворень. Найважливіші поняття про хімічну кінетику. Швидкість хімічних реакцій і фактори, що впливають на неї. Основний закон хімічної кінетики - закон діючих мас. Вплив температури на швидкість реакції, активація молекул. Поняття про каталіз і каталізатори.

Прямі і зворотні реакції. Хімічна рівновага та її природа. Рівноважні концентрації реагентів і продуктів. Константа рівноваги. Зміщення рівноваги, принцип Ле-Шательє. Особливості стану рівноваги в гетерогенних системах.

Поняття про тепловий ефект і ентальпію, ентропію та вільну енергію реакції.

1.6. Розчини. Поняття про розчини, їх роль у природі й техніці. Газоподібні, рідкі та тверді розчини.

Водні розчини, причини їх утворення та способи вираження складу. Природа міжмолекулярних сил в рідких розчинах: орієнтаційні, індукційні та дисперсійні сили (сили Ван-дер-Ваальса), іон-дипольна взаємодія та водневий зв'язок.

Поняття про розчини неелектролітів і електролітів. Електролітична дисоціація на прикладі сильних електролітів: кислот, основ, солей та комплексних сполук. Активність і коефіцієнт активності іонів у розчині електроліту.

Розчини слабких електролітів. Ступінь дисоціації як показник сили електроліту. Константа дисоціації слабких електролітів та її взаємозв'язок із ступенем дисоціації. Амфотерні електроліти.

Розчинність сильних електролітів. Гідратація іонів. Поняття про кристалогідрати. Сильні малорозчинні електроліти, добуток розчинності в застосуванні до них. Реакції в розчинах електролітів. Іонно-молекулярні рівняння.

Вода як слабкий електроліт. Іонний добуток води. Водневий і гідроксильний показники, оцінка середовища розчину. Типові способи вимірювання рН.

Реакції гідролізу солей. Типи гідролізу, константи та ступінь гідролізу солей, утворених слабкими і сильними кислотами та основами. Напрямок зміни середовища розчинів солей, що гідролізуються. Поняття про явище повного гідролізу.

1.7. Реакції окислення-відновлення. Загальні поняття про окисно-відновні процеси та їх місце в хімії й біології. Ступінь окислення елемента в сполуці і правила її визначення. Процеси окислення і відновлення. Типові окисники та відновники. Найважливіші правила складання рівнянь окисно-відновних реакцій методом електронного балансу. Типи окисно-відновних реакцій. Вплив середовища на хід окисно-відновних реакцій.

Поняття про реакції окислення й відновлення на електродах, стандартні електродні потенціали. Гальванічний елемент та його ЕРС як різниця електродних потенціалів окисника і відновника. Принцип розрахунку напрямку реакції окислення-відновлення. Рівняння Нернста.

1.8. Координаційні сполуки. Поширення координаційних сполук. Їх роль у живій природі. Донорно-акцепторний механізм ковалентного зв'язку як основа утворення координаційних сполук. типові донори і акцептори електронних пар та особливості їх електронної будови. Основні закономірності будови координаційних (комплексних) сполук, теорія Вернера. Центральний атом-комплексоутворювач та поширені координаційні числа. Типові ліганди. Номенклатура комплексних сполук. Приклади реакцій утворення найпоширеніших типів координаційних сполук.

Комплексні сполуки в розчинах. Ступінчаста дисоціація комплексних сполук. Константи стійкості комплексних іонів.

Просторова будова координаційних сполук, поняття про їх ізомерію.

1.9. Загальна характеристика металів. Положення металів у періодичній таблиці, особливості їх електронної будови. Загальні фізичні і хімічні властивості типових металів, ряд напруг металів. Метали як відновники та комплексоутворювачі. Поняття про біогенні метали.

Поняття про гальванічний елемент. Явище корозії металів та методи боротьби з ним. Електроліз як окисно-відновний процес. Кількісні характеристики процесів електролізу.

1.10. Гідроген і вода. Значення гідрогену як найбільш поширеного елемента Всесвіту. Своєрідність електронної будови атома водню, його фізичні та хімічні властивості. Гідратація протона в розчинах, іони гідроксонію та амонію. Окислювальна здатність протона.

Вода. Роль води як розчинника. Агрегатні стани води, водневий зв'язок. Хімічні властивості води. Реакції з типовими елементами і простими сполуками. Вода як ліганд у гідратних комплексах.

1.11. Елементи VII А групи (галогени). Роль галогенів у біології та екології. Особливості електронної будови атомів галогенів та їх типові ступені окислення в сполуках. Поширеність галогенів, фізичні і типові хімічні властивості галогенів.

Особливості хімії фтору. Взаємодія фтору з типовими елементами, окисні особливості фтору. Фтороводнева кислота, її солі. Біологічна дія фтору і фторидів.

Хімія хлору. Взаємодія хлору з типовими елементами. Хлороводень і хлоридна кислота. Оксиди та кисневі кислоти хлору; їх сила та окисно-відновні властивості. Застосування сполук хлору в сільському господарстві і екології.

Особливості хімії бромю і йоду. Йод як мікроелемент.

1.12. Елементи VI А групи (халькогени). Роль халькогенів у природі. Атомні характеристики елементів підгрупи, їх поширеність, фізичні властивості та алотропія елементних станів. Характер зв'язків, типові ступені окислення.

Хімія кисню. Реакції добування. Взаємодія кисню з типовими елементами та сполуками. Хімічні особливості озону. Пероксид волню, його кислотні та окисно-відновні властивості.

Хімія сульфуру та його основних сполук. Сірководень, оксид сульфуру (IV), сульфїтна кислота, сульфїти, їх добування та хімічні властивості. Оксид сульфуру (VI), сульфатна кислота, сульфати та полісульфати. Використання сполук сірки для виробництва сільськогосподарських препаратів. Селен як аналог сульфуру.

1.13. Елементи V А групи. Значення нітрогену і фосфору як біогенних елементів, їх кругообіг у природі.

Атомні характеристики атомів елементів підгрупи, їх поширеність, фізичні властивості та алотропія елементних станів. Характер зв'язків і основні ступені окислення елементів у сполуках.

Хімія нітрогену, його реакції з типовими елементами. Аміак, його синтез, фізичні та хімічні властивості. Гідроксид амонію, солі амонію як добрива. Поняття про похідні аміаку: гідразин, гідроксиламін. Карбамід як амідне добриво.

Оксиди нітрогену, їх будова, фізичні та хімічні властивості. Нітратна кислота, її синтез, окисні властивості. Нітрати, їх властивості та застосування.

Хімія фосфору. Систематика ковалентних сполук фосфору. Типи сполук фосфору та їх структура: елементний фосфор, фосфіди, гідриди, галогеніди, оксиди, сульфідні, нітриди, нижчі кисневі кислоти фосфору, їх солі та ефіри, ортофосфорна кислота, її солі та складні ефіри, конденсовані ланцюгові, кільцеві та розгалужені фосфати і кислоти, аморфні фосфати та фосфатне скло.

Ізотопний склад та алотропні модифікації фосфору. Реакції одержання білого та червоного фосфору. Фосфор як окисник і відновник в хімічних реакціях. Реакції гідролізу фосфідів металів, галогенідів та сульфідів фосфору водою. Водневі сполуки фосфору, їх одержання та відновні властивості. Реакції одержання гіпофосфітної, фосфористої і фосфорних кислот. Відновлювальні властивості фосфорнуватистої кислоти і гіпофосфітів та їх практичне застосування. Фосфористий ангідрид, фосфористі кислоти та фосфіти, їх хімічні властивості. Відновлювальні властивості фосфористої кислоти та фосфітів та їх практичне застосування. Фосфорний ангідрид, його одержання та хімічні властивості. Фосфорні кислоти (орто-, піро-, мета-), особливості їх одержання та хімічні властивості. Способи одержання поліфосфорних кислот, їх склад в залежності від концентрації P_2O_5 . Фізичні і хімічні властивості поліфосфорних кислот. Гідролітичне розщеплення зв'язків P-O-P в ланцюгах і кільцях поліфосфорних кислот і їх солей. Поліфосфати, їх фазовий склад та термічна стійкість. Хелатна здатність поліфосфатів, будова поліфосфатних комплексів. Пірофосфатні та триполіфосфатні комплексні сполуки і їх практична значимість. Важкорозчинні сполуки фосфатів та поліфосфатів. Природа та стан води в гідратованих фосфатах. Принципи оцінки водневого зв'язку в гідратованих фосфатах. Детергенти, їх екологічна небезпека.

Мінеральні фосфорні добрива, їх класифікація та склад. Фосфати як премікси. Фосфорні добрива з мікроелементами. Хімізм процесів виробництва простого та подвійного суперфосфатів, преципітату, амофосів, фосфату калію, знефтореного фосфату, поліфосфатів амонію. Роль фосфатів у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Поняття про мікроелементи та мікродобрива. Фосфати d-металів як аналоги мікродобрив. Значення мікроелементів для рослин і тварин; поняття про мікроелементози та токсикози внаслідок нестачі або надлишку мікроелементів марганцю, міді, цинку, кобальту, нікелю. Рухливість та доступність мікроелементів та металів токсикантів (кадмію, стронцію, свинцю, олова) на фоні фосфатів та поліфосфатів.

1.14. Елементи IV А групи. Карбон як найважливіший біогенний елемент, його природний кругообіг.

Атомні характеристики елементів підгрупи, їх поширеність, фізичні властивості елементних станів, алотропні видозміни. Типові ступені окислення елементів підгрупи. Основні хімічні властивості карбону та його кисневих сполук.

1.15. Елементи III А групи. Бор і алюміній як техногенні елементи. Атомні характеристики елементів підгрупи, їх поширеність, фізичні властивості елементного стану, характер утворюваних хімічних зв'язків. Реакції бору і алюмінію з типовими елементами та сполуками.

Хімія водних розчинів. Борна кислота і борати, особливості їх будови та похідні.

1.16. Лужні та лужноземельні метали. Натрій, калій, магній і кальцій як ґрунтоутворні та біологічно активні елементи. Атомні характеристики, поширеність, фізичні та основні хімічні властивості лужних та лужноземельних металів.

Калійні добрива, їх основні види. Солі кальцію і магнію як основа будівельних матеріалів. Способи пом'якшення води, тимчасова і постійна твердість води.

1.17. Хімія елементів побічних підгруп на прикладі перехідних біогенних металів. Особливості будови атомів елементів побічних підгруп. Типові ступені окислення атомів перехідних металів у сполуках на прикладі хрому, марганцю, заліза, кобальту, нікелю, міді, цинку, молібдену, срібла, кадмію і ртуті.

Основні сполуки та типові хімічні властивості металів-мікроелементів. Токсичність сполук хрому, кадмію, ртуті та екологічні проблеми їх застосування. Типові мікродобрива та екологічна небезпека використання надлишку важких металів-мікроелементів (марганцю, кобальту, нікелю, міді, цинку, молібдену).

1.18. Питання екологічної хімії і технології

Трансформація речовини і енергетики в екосистемах. Харчові ланцюги, харчові мережі і трофічні рівні. Трофічні структури та екологічні піраміди.

Поняття про забруднювачі. Типи забруднювачів. Міграція, накопичення і трансформація основних забруднювачів в атмосфері, гідросфері і ґрунтах. Біотрансформація і біоаккумуляція забруднювачів.

Біогеохімічні цикли в природі. Структура і основні типи біогеохімічних циклів. Хімічний кругообіг води, вуглецю, азоту, фосфору, сірки, важких металів в природі і їх антропогенне порушення.

Методи одержання чистої води. Методи очистки промислових стічних вод.

Фізико-хімічні методи визначення малих і слідових кількостей речовин в різних середовищах. Метрологічні аспекти моніторингу довкілля. Екологічне нормування. Гранично допущене екологічне навантаження. Тестування і тест-об'єкти.

Безвідходна та маловідходна технологія як основа створення екологічно обґрунтованого промислового виробництва.

Хіміко-екологічна токсикологія. Вплив хімічних, фізичних, біологічних і теплових забруднень на окремі елементи і функціональні зв'язки в екосистемах.

Класифікація токсикантів (гігієнічні, токсикологічні) системи ГДК. Спеціальна токсичність (тераногенність, канцерогенність, синергізм). Вибірний вплив токсикантів на життєво важливі системи організму. Метаболізм токсикантів в організмі. Взаємозв'язок з хімічною будовою і фізико-хімічними характеристиками. Толерантність і сенсibiliзація до впливу токсикантів. Прогноз оцінки ГДК відносно безпечного рівня впливу розрахунковими методами. Критерії якості довкілля. Геохімічних фон і геохімічні аномалії. Засоби і методи моніторингу і контролю якості довкілля.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Копілевич В.А., Савченко Д.А., Ущапівська Т.І. Неорганічна та аналітична хімія. Підручник. – К.: НУБіП України, 2020. – 596 с.
2. Неорганічна та аналітична хімія: навчальний посібник / Д.А. Савченко, В.А. Копілевич, Т.І. Ущапівська, Н.М. Прокопчук – К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2023. – Вид.– 322 с.;
3. Копілевич В.А., Карнаухов О.І., Мельничук Д.О. та ін. Загальна та неорганічна хімія. – К.: Фенікс, 2003. – 752 с.
4. Копілевич В.А. Неорганічна і біонеорганічна хімія. Вибрані розділи курсу для навчання за напрямом «Екологія». – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 607 с.
5. Копілевич В.А. Неорганічна хімія: Вибрані розділи курсу для навчання за спеціальністю «Біотехнології та біоінженерія». – К.: НУБіП, 2016. – 368 с.
6. Карнаухов О.І., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копілевич В.А. Загальна та біонеорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 544 с.
7. Голуб А.М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1968. – Ч.1 – 442 с.
8. Голуб А.М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1971. – Ч.2 – 416 с.
9. Неорганічна та аналітична хімія: навчальний посібник / В.А. Копілевич, Д.А. Савченко, Т.І. Ущапівська. – К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2018. – Вид. 1. – 608 с.; 2019. - Вид. 2. – 600 с.
10. Загальна хімія /В.В. Григор'єва, В.М. Самійленко, А.М. Сич. – К.: Вища шк., 1991. – 431 с.
11. Копілевич В.А. Загальна хімія. Вибрані розділи курсу для навчання за напрямом «Біотехнологія». – К.: НУБіП, 2015. – 276 с.
12. Загальна хімія. Підручник /О.І. Карнаухов, В.А. Копілевич, Д.О. Мельничук та ін. – К.: Фенікс, 2005. – 840 с.
13. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології. – К: Либідь, 2005 – 408 с.
14. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія. Dtv-Atlas. Пер. з нім., К.: Знання-Прес, 2001
15. Шмандій В.М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепа А.М., Бахарев В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека. Підручник. – Кременчук: КНУ, 2011. – 337 с.
16. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. Посібник. - К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. - 412 с.
17. Загальна та неорганічна хімія. Підручник в 2 ч. /О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Іванов. – К.: «Педагогічна преса», Ч. 1, 2002. – 520с.; Ч. II, 2000. – 784 с.