

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**



**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**

Ректор НУБіП України

професор

**С. Ніколаєнко**

2024 р.

**ПРОГРАМА  
ДОДАТКОВИХ ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ  
на освітньо-наукову програму «Хімія» підготовки фахівців  
pHd доктор філософії із спеціальності 102 «Хімія»**

**Голова комісії**

 /Коваленко В.П. /

**Гарант програми**

 /Копілевич В.А./

**Київ – 2024**

## **1. Загальні питання хімії фосфатів**

- 1.1. Значення фосфоровмісних сполук для сучасної техніки та технології. Наукове значення досліджень з питань синтезу та властивостей фосфатів. Екологічні проблеми виробництва та застосування фосфоровмісних сполук.
- 1.2. Основні поняття та терміни з питань хімії фосфору. Специфічні терміни хімії фосфатів та поліфосфатів.

## **2. Особливості будови атома фосфору та його сполук**

- 2.1. Ядро та електронна будова атома фосфору. Можливі валентні стани та ступені окиснення атома фосфору. Положення фосфору в періодичній таблиці. Енергія йонізації, спорідненість з електроном, електронегативність, атомний та йонні радіуси як функція порядкового номеру атома фосфору. Енергії та довжини зв'язків атома фосфору. Дипольні моменти та полярність молекул атома фосфору.
- 2.2. Систематика ковалентних сполук фосфору. Типи сполук фосфору та їх структура: елементний фосфор, фосфіди, гідриди, галогеніди, оксиди, сульфіді, 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.

## **3. Властивості сполук фосфору**

- 3.1. Ізотопний склад та алотропні модифікації фосфору. Реакції одержання білого та червоного фосфору. Фосфор як окисник і відновник в хімічних реакціях.
- 3.2. Реакції гідролізу фосфідів металів, галогенідів та сульфідів фосфору водою. Водневі сполуки фосфору, їх одержання та відновні властивості.
- 3.3. 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.
- 3.4. 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.
- 3.5. 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.
- 3.6. Природа та стан води в гідратованих фосфатах. Принципи оцінки водневого зв'язку в гідратованих фосфатах.

## **4. Особливості аналізу та дослідження фосфатів**

- 4.1. Хімічний аналіз фосфатів та поліфосфатів за складом аніонів. Комплексонометричне визначення дво- і тризарядних катіонів у складі фосфатів. Методи фотометричного визначення  $P_2O_5$ . Хімізм гравіметричного методу визначення  $P_2O_5$ . ІЧ спектроскопія для аналізу складу фосфатів і поліфосфатів. Встановлення стану води за ІЧ спектрами фосфатів. Характеристичні частоти в ІЧ спектрах для орто- та поліфосфатних аніонів.

## **5. Використання фосфатів**

- 5.1. 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.
- 5.2. 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.

## **6. Загальні питання екології**

- 6.1. Еволюція біосфери. Вчення В.І.Вернадського про біосферу. Будова біосфери. Ноосфера. Теорія циклічності природних ресурсів. Біогеохімічні цикли в природі. Структура і основні типи біогеохімічних циклів. Кругообіг води, вуглецю, азоту, фосфору, сірки, важких металів в природі і їх антропогенне порушення.

## **7. Водні екосистеми, їх стан та властивості**

- 7.1. Будова і властивості гідросфери як динамічної системи. Хімія природних вод. Процеси гідролізу і комплексоутворення.
- 7.2. Поняття про забруднювачі. Типи забруднювачів. Міграція, накопичення і трансформація основних забруднювачів в ланцюгу: атмосфера – гідросфера – ґрунт.
- 7.3. Фізико-хімічні основи процесів кондиціювання та очищення води. Підходи по оптимізації систем водоспоживання, технічних рішень щодо організації безстічних систем водокористування на промислових підприємствах.
- 7.4. Хімія промислових стічних вод. Особливості стану системи "газ-рідина" і "рідина-тверді тіла" в стічних водах. Процеси гідролізу, окислення-віднеовлення і комплексоутворення в промислових стічних водах. Умови випуску промислових стічних вод у біоочисні і каналізаційні системи та природні водоймища. Класифікація і опис основних методів очистки промислових стічних вод.

## **8. Відходи та їх утилізація**

- 8.1. Утворення відходів як нераціональне використання природних ресурсів (мінеральної, органічної та енергетичної сировини).
- 8.2. Збирання, переробка і використання відходів виробництва і споживання, в тому числі твердих побутових відходів. Використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів. Роль хімічної технології в переробці відходів виробництва і споживання. Використання вторинних енергоресурсів.
- 8.3. Забруднення довкілля як нераціональне використання природних і соціальних ресурсів (атмосфери, води, поверхні землі, лісових, біологічних, рекреаційних ресурсів, здоров'я населення).
- 8.4. Методи обробки осадів промислових стічних вод. Біологічна очистка стічних

вод. Перспектива технології очистки стічних вод.

- 8.5 Принципи переробки вологих осадів, концентратів, елюатів, що утворюються при очищенні води, та побутових органічних відходів з отриманням корисних речовин або компактних нетоксичних осадів, які легко утилізуються.

### **9. Основи моніторингу об'єктів навколишнього середовища**

- 9.1 Зміст моніторингу довкілля. Критерії якості довкілля. Геохімічних фон і геохімічні аномалії. Засоби і методи моніторингу і контролю якості довкілля.
- 9.2 Фізико-хімічні методи визначення малих і слідових кількостей речовин в різних середовищах. Метрологічні аспекти моніторингу довкілля.
- 9.3 Екологічне нормування. Гранично допущене екологічне навантаження. Біотестування і тест-об'єкти.

### **Список рекомендованої літератури**

1. Копілевич В.А. Неорганічна і біонеорганічна хімія. Вибрані розділи курсу для навчання за напрямом «Екологія». – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 607 с.
2. Хімія навколишнього середовища: Навчальний посібник /В.А. Копілевич, Л.В. Войтенко, С.Д. Мельничук, М.Д. Мельничук. – К.: Фенікс, 2004. – 408 с.
3. Щегров Л. Н. Фосфаты двухвалентных металлов. - Киев: Наук. думка, 1987. - 216 с.
4. Констант З. А., Диндуне А. П. Фосфаты двухвалентных металлов. - Рига: Зинатне, 1987. - 371 с.
5. Агрохімія: Підручник /М.М. Городній, А.Г. Сердюк, В.А. Копілевич та ін. – К.: Вища шк., 1995. – 528 с.
6. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
7. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 26 с.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною - *Режим доступу:*  
[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=27272](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27272)
9. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології. – К: Либідь, 2005 – 408 с.
10. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія. Dtv-Atlas. Пер. з нім., К.: Знання-Прес, 2001