

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*Затверджую*

Голова Приймальної комісії  
Ректор



Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

*25.04.2024р*  
дата

**ПРОГРАМА**

**додаткового вступного випробування із спеціальності**

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії  
«Хімічні технології та інженерія»

*за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія*

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальністю  
161 Хімічні технології та інженерія

Протокол № 2 від « 19 » « квітня » 2024 р.

Голова НМК

*[Signature]*  
Ольга ЛІНЮЧЕВА

Київ-2024

## Зміст

1. Загальні відомості.....	3
2. Розділи, що виносяться на вступне додаткове випробування.....	4
3. Навчально-методичні матеріали.....	11
4. Рейтингова система оцінювання.....	13
5. Приклад екзаменаційного білету.....	15

## I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний додатковий іспит на навчання для здобуття наукового ступеня Доктор філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» проводиться для тих вступників, які мають ступень «Магістра»\* не за спеціальністю 161.

Освітньо-наукова програма (ОНП) «Хімічні технології та інженерія» третього (освітньо-наукового) ступеня доктора філософії (ОНП PhD) відповідає місії та стратегії КПІ ім. Ігоря Сікорського, за якою стратегічним пріоритетом університету є фундаменталізація підготовки ЗВО. Особливості цієї ОНП враховані шляхом обрання відповідних розділів програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Програма додаткового іспиту поділяється за наступними розділами:

1. Загальна хімія.
2. Неорганічна хімія.
3. Органічна хімія.
4. Загальна хімічна технологія.
5. Екологія та водопідготовка.
6. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії.
7. Теоретична електрохімія.

ОНП рівня PhD складається в обсязі навчальних програм для вищих навчальних закладів IV рівня акредитації. Містить систему теоретичних та прикладних положень з хімічної технології та інженерії, які дозволять претендентам на здобуття наукового ступеня Доктора філософії опанувати комплекс необхідних і обов'язкових знань, основних понять та категорій.

Завдання вступного випробування складається з 8 запитань тестового формату та двох питань розгорнутої відповіді. Вступне додаткове випробування зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену.

Тривалість підготовки вступника до відповіді – 2 академічні години.

В ОНП наведені розділи, які стосуються виконання завдань вступних випробувань.

Інформація про правила прийому на навчання та вимоги до вступу до аспірантури на ОНП «Хімічні технології та інженерія» наведено в розділі «Вступ до аспірантури» на веб-сторінці аспірантури та докторантури факультету, кафедр факультету та КПІ ім. Ігоря Сікорського за посиланням <https://aspirantura.kpi.ua/>

\*Відповідно доп.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра

## II. РОЗДІЛИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ДОДАТКОВЕ ВИПРОБОВУВАННЯ

### 1. Загальна хімія

1.1. Будова речовини. Основні хімічні поняття: атом, молекула, проста речовина, хімічна сполука. Хімічний елемент. Атомна маса. Молекулярна маса. Моль, молярна маса, молярна концентрація речовини. Основні закони атомно-молекулярного вчення. Ядро і електронна оболонка. Рівняння де Бройля. Одноелектронний атом.

Періодичний закон і періодична система Д.І. Менделєєва. Електронні формули та електронні схеми атомів хімічних елементів. Послідовність заповнення електронами енергетичних підрівнів. Структура періодичного закону: періоди, групи, підгрупи. Номер групи та валентність.

1.2 Хімічний зв'язок. Загальні положення про хімічний зв'язок. Типи і форми молекулярних орбіталей. Енергетичні діаграми молекул. Полярність зв'язку та полярність молекул. Дипольний момент.

1.3 Комплексні сполуки. Основні положення координаційної теорії: комплексоутворювач, ліганди, координаційне число, внутрішня та зовнішня сфери. Хімічний зв'язок у комплексних сполуках (тип гібридизації, геометрія).

1.4 Основні закономірності протікання хімічних процесів. Енергетичні характеристики хімічних реакцій. Перший закон термодинаміки. Кінетичне рівняння реакції. Порядок реакції. Правило Вант-Гоффа. Константа швидкості реакції і її залежність від температури. Молекулярність реакції. Каталіз і каталізатори. Інгібітори.

1.5 Властивості розчинів. Розчини як багатокомпонентні системи. Теорії розчинів. Загальні властивості розчинів - дифузія і осмос. Рідкі розчини. Розчинність. Насичені, ненасичені, пересичені, розбавлені і концентровані розчини. Електролітична дисоціація розчинених речовин. Кислоти і основи. Розчини слабких електролітів. Константа і ступінь дисоціації слабого електроліту. Закон розбавлення Оствальда. Розчини сильних електролітів. Іонний добуток води. Водневий і гідроксильний показники середовища. Індикатори.

1.6 Реакції в неорганічній хімії. Обмінні реакції в розчинах. Реакції нейтралізації. Гідроліз солей. Іонні рівняння гідролізу. Константа і ступінь гідролізу. Складні випадки гідролізу.

1.7 Окисно-відновні процеси як реакції переносу електрона. Окисники і відновники. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій, що протікають у водних розчинах. Гальванічний елемент, його електрохімічна схема, процеси на електродах. Електрорушійна сила (ЕРС).

### 2. Неорганічна хімія

2.1. Гідроген, кисень та їх сполуки. Будова атома, ступені окиснення, фізичні та хімічні властивості. Типи сполук гідрогену з неметалами та металами. Типи сполук елементів з киснем: оксиди, пероксиди, надпероксиди, озоніди. Кисень, озон. Вода. Кислотні, окисні та відновні властивості пероксиду водню.

2.2 s-елементи I та II груп. Лужні метали: будова атомів, ступені окиснення. Знаходження у природі, добування, властивості. Оксиди, гідроксиди. Використання лужних металів та їх сполук.

2.3 p-елементи VII групи. Галогени. Знаходження у природі, добування, фізичні та хімічні властивості. Способи добування галогеноводневих кислот. Порівняння кислотних та

відновних властивостей в ряду галогеноводневих кислот. Порівняння кислотних та відновних властивостей в ряду галогеноводневих кислот.

2.4 р-елементи VI групи. Сульфур, сполуки сульфуру. Сірководень, сульфід металів. Полісульфідні. Сполуки сульфуру (IV). Полісульфідні кислоти. Сірчиста (сульфітна) кислота, її солі. Сполуки сульфуру (VI). Сірчана (сульфатна) кислота, олеум. Пероксокислоти сульфуру. Піросульфіти. Піросульфати. Полісульфатні кислоти. Тіосульфат натрію. Галогеніди сульфуру. Селен, телур та їх сполуки.

2.5 р-елементи V групи. Нітроген, сполуки нітрогену. Аміак, солі амонію. Гідразин, гідроксиламін. Оксиди нітрогену. Азотиста (нітритна) кислота, нітрити. Азотна (нітратна) кислота, нітрати. Фосфор та його сполуки. Арсен, стибій, бісмут.

2.6 р-елементи IV групи. Карбон та його неорганічні сполуки, отримання та використання. Силіцій та його сполуки, їх використання. Германій, станум, плюмбум: будова атомів, ступені окиснення, добування, властивості та застосування. Зіставлення кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук германію, олова та свинцю.

2.7 р-елементи III групи. Бор. Будова атома. Ступені окиснення. Добування та властивості бору. Бориди металів, їх типи та властивості. Бороводні, борогідриди металів, борний ангідрид, борні кислоти, їх солі. Алюміній, будова атома, ступені окиснення. Добування металічного алюмінію, його властивості та застосування. Оксид, гідроксид, солі, комплексні сполуки алюмінію, їх будова, добування та властивості.

2.8 d-елементи IIВ групи. Мідь, срібло, золото: будова атома, ступені окиснення, знаходження у природі, добування, властивості, застосування

2.9 d-елементи IB групи. Будова атомів та ступені окиснення цинку, кадмію та ртуті. Знаходження у природі, добування металів, їх властивості, відношення до кислот та лугів. Оксиди, гідроксиди та солі цинку, кадмію та ртуті(II).

2.10 d-елементи IVB групи. Будова атомів та ступені окиснення елементів підгрупи титану. Особливості розміщення гафнію в періодичній системі. Добування титану, цирконію та гафнію, їх властивості, відношення до дії кислот.

2.11 d-елементи VB групи. Будова атомів та ступені окиснення ванадію, ніобію і танталу. Особливості розміщення танталу в періодичній системі. Добування елементів підгрупи ванадію, їх особливості, відношення до дії кислот.

2.12 d-елементи VIB групи. Хром: знаходження у природі, добування, властивості. Сполуки хрому (II) та (III). Оксиди та гідроксиди хрому (II) та (III), способи добування, кислотно-основні властивості. Сполуки молібдену та вольфраму. Кисотно-основний характер оксидів та гідроксидів. Молібденова та вольфрамова кислоти та їх солі.

2.13 d-елементи VIIB групи. Загальна характеристика елементів підгрупи мангану. Будова атомів мангану, його ступені окиснення. Знаходження у природі, добування металічного мангану, його властивості. Сполуки мангану (II): оксид, гідроксид, їх добування, кислотно-основні властивості, солі. Оксиди мангану (III) та (IV), їх добування та властивості. Манганати, добування та властивості, взаємодія з водою. Оксид мангану (VII), манганова кислота та перманганати, їх добування та властивості. Технецій, реній. Будова атомів, ступені окиснення, добування та властивості.

2.14 d-елементи VIIIB групи. Залізо, кобальт, нікель: будова атомів, ступені окиснення, знаходження у природі, фізичні та хімічні властивості. Застосування заліза, кобальту, нікелю та їх сполук. Порівняння властивостей заліза, кобальту, нікелю та їх сполук.

2.15 Платинові метали. Загальна характеристика платинових металів. Добування і властивості платинових металів, спільні властивості. Будова атомів, ступені окиснення.

### **3. Органічна хімія**

3.1 Органічна хімія. Природа органічних сполук, їх класифікація. Предмет органічної хімії. Теорія будови органічних сполук. Ізомерія. Класифікація органічних сполук.

3.2 Вуглеводні. Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Особливості вуглецевого скелету молекул алканів. С–Н зв'язок і його характеристики. Ациклічні та циклічні сполуки. Природні джерела алканів. Фізичні властивості алканів. Термохімічні властивості алканів.

3.3 Ненасичені вуглеводні (алкени, алкіни, дієни). Загальні методи синтезу. Структурна та реакційна здатність подвійного зв'язку вуглець-вуглець. Реакції електрофільного приєднання. Катіонна полімеризація алкенів. Вільно-радикальні реакції алкенів. Алільний радикал, катіон та аніон. Вільно-радикальна полімеризація. Реакції окиснення алкенів.

3.4 Структура, ізомерія та номенклатура алкінів. Стабільність та реакційна здатність потрійного зв'язку. Хімічні властивості алкінів.

3.5 Структура, ізомерія та номенклатура дієнів. Кумульовані, спряжені дієни та дієни з ізольованими С=С зв'язками. Загальні способи одержання спряжених дієнів. Хімічні властивості спряжених дієнів.

3.6 Ароматичні вуглеводні. Концепція ароматичності. Конденсовані та гетероциклічні системи. Особливості реакційної здатності ароматичних вуглеводнів. Механізм реакцій електрофільного заміщення. Ароматичні галогенопохідні. Механізми реакцій нуклеофільного заміщення. Галогенопохідні вуглеводні.

3.7 Оксигенвмісні органічні сполуки. Спирти та феноли. Хімічні властивості одноатомних спиртів. Водневий зв'язок та його характеристики. Реакції по О–Н зв'язку. Реакції по С–О зв'язку. Реакції дво- та триатомних спиртів. Альдегіди та кетони. Основні методи одержання альдегідів і кетонів. Фізичні та хімічні властивості.

3.8 Органічні кислоти: одноосновні насичені, ароматичні, ненасичені, двохосновні, оксікарбонові кислоти. Структура та реакційна здатність карбоксильної групи. Фізичні властивості. Кислотність та фактори, що впливають на силу карбонових кислот. Основні способи одержання карбонових кислот. Основні шляхи функціоналізації карбонових кислот. Реакції по зв'язку О–Н.

3.9 Вуглеводи. Моносахариди, дисахариди, полісахариди. Хімічні властивості вуглеводів.

3.10 Нітрогенвмісні органічні сполуки. Нітросполуки. Аміни, діазо-, азосполуки. Амінокислоти. Білки. Нуклеїнові кислоти. Способи синтезу. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

### **4. Загальна хімічна технологія**

4.1. Синтез аміаку. Фізичні і хімічні властивості аміаку. Кінетика синтезу. Каталізатори. Вплив на швидкість синтезу температури, тиску, об'ємної швидкості, інертів. Класифікація колон синтезу. Конструкція колон.

4.2. Виробництво азотної кислоти. Фізико-хімічні основи окиснення аміаку. Абсорбція оксидів азоту водою. Методи очищення викидних газів. Технологія високотемпературного та селективного очищення. Технологічні схеми виробництва розведеної азотної (нітратної) кислоти: схема під тиском 0,73 МПа, АК-72, АК-72М. Новітні агрегати для виробництва азотної (нітратної) кислоти, фізико - хімічні основи отримання азотної кислоти методом прямого синтезу.

4.3. Виробництво сульфатної кислоти. Класичні технологічні схеми контактного одержання сульфатної кислоти: одинарне контактування, типи контактних апаратів, фізико

— хімічні закономірності і апаратурне оформлення абсорбції оксиду сірки (IV), недоліки таких схем.

4.4. Виробництво соляної кислоти. Виробництво синтетичної та реактивної соляної кислоти.

4.5. Утилізація сполук фтору у виробництві фосфорної кислоти, фосфорних і комплексних добрив.

4.6. Переробка відходів сульфатнокислотного виробництва, основні напрями. Вилучення кольорових металів із недогарків. Використання недогарків у доменному виробництві. Виробництво пігментів. Вилучення селену зі шламів.

## **5. Екологія та технологія водоочищення**

5.1. Природні води і водні ресурси України. Проблеми сучасного стану природних вод України.

5.2. Класифікація забруднень та вибір методу очистки в залежності від типу забруднень.

5.3. Видалення крупних завислих частинок. Методи відстоювання та фільтрації.

5.4. Коагуляція. Суть методу, механізм, реагенти.

5.5. Електрокоагуляція.

5.6. Флокуляція. Суть методу, механізм, реагенти.

5.7. Метод очищення води хімічним осадженням.

5.8. Метод іонного обміну.

5.9. Метод адсорбції, особливості.

5.10. Метод екстракції, особливості.

5.11. Електродіаліз.

5.12. Електрофільтрування.

5.13. Методи флотаційної очистки води.

5.14. Методи ректифікації, дистиляції, випарювання.

5.15. Метод виморожування.

5.16. Мембранні методи, види, особливості.

5.17. Методи знезараження води. Сучасний стан проблеми. Порівняння методів.

5.18. Біологічні методи очищення води.

5.19. Знезалізнення природних вод. Основні методи.

5.20. Комплексоутворювання у процесах очищення води. Особливості комплексоутворювання з полімерами.

## **6. Хімічний опір матеріалів та захист від корозії**

6.1. Хімічний та електрохімічний механізми розчинення металів. Електрохімічна корозія.

6.2. Анодні процеси при корозії металів. Класифікація анодних процесів. Діаграми Пурбе. Закономірності анодного розчинення металів. Електрохімічні реакції переходу.

6.3. Класична залежність швидкості розчинення металів, від потенціалу (рівняння кінетики активного анодного розчинення). Передекспоненційний множник як характеристика стану поверхні.

6.4. Роль води та окисників у процесі пасивації. Окисники-деполяризатори та окисники-донори кисню. Основні способи забезпечення пасивації та самопасивації. Пасивуючі плівки (враховуючи солеві).

6.5. Теорії пасивності. Перепасивація. Аніони-активатори, локальна анодна активація та пітінгова корозія металів.

6.6. Електрохімічна гетерогенність поверхні твердих металів. Вторинні процеси і продукти корозії та їх роль у корозійних процесах. Стадійний механізм анодного розчинення металів.

6.7. Кінетика багатостадійного процесу розчинення при наявності електрохімічної та хімічної стадій. Вплив природи розчинника на анодне розчинення та його безпосередня участь у процесі.

6.8. Анодні процеси в водних і водно-органічних середовищах. Розчинення металів у розчинах електролітів за хімічним механізмом. Вплив аніонів на кінетику анодного розчинення.

6.9. Анодне розчинення металів з утворенням твердих кінцевих продуктів. Анодне окисдування металів. Електрополірування. Діаграми Хора.

6.10. Кінетика розчинення сплавів. Поняття про коефіцієнти селективності, механізм об'ємної дифузії компонентів сплаву.

6.11. Стаціонарний та нестаціонарний режими розчинення. Пасивація сплавів та її обумовленість схильністю до пасивації компонентів

6.12. Корозія металів з водневою деполяризацією. Схема процесу. Характерні особливості корозії металів з водневою деполяризацією. Методи захисту металів у розчинах кислот.

6.13. Корозія металів з кисневою деполяризацією. Схема процесу. Особливості корозійних процесів з дифузійним контролем. Захист металів від корозії в нейтральних електролітах.

6.14. Змішана киснево-воднева деполяризація. Розрахунок потенціалу та швидкості електрохімічної корозії за кінетичними рівняннями та поляризаційними кривими анодних і катодних реакцій. Катодні характеристики та схильність металів до пасивації. "Катодне" легування сплавів.

6.15. Пітінгова корозія. Електрохімічні закономірності та механізм. Роль аніонів. Методи визначення схильності металів до пітінгової корозії. Методи захисту.

6.16. Міжкристалітна корозія. Закономірності та механізм. Вплив складу сплаву та домішок. Ножова корозія металів. Методи визначення стійкості металів до міжкристалітної корозії. Методи захисту.

6.17. Воднева корозія металів в електролітичних середовищах. Водневе окрихнення. Наводнювання та кінетика розряду іонів водню. Вплив складу та структури поверхні. Способи захисту.

6.18. Щільна корозія. Корозія під впливом блукаючих струмів. Особливості, механізм і методи захисту.

6.19. Атмосферна корозія металів. Класифікація та механізм атмосферної корозії металів.

6.20. Підземна корозія металів. Грунт як корозійне середовище. Механізм і класифікація підземної корозії металів. Контролюючі стадії, характерні особливості, фактори та кінетика. Захист металів від підземної корозії.

6.21. Морська корозія. Морська вода, як корозійне середовище. Механізм і особливості морської корозії металів. Фактори, які впливають на морську корозію металів.



6.22. Корозія металів у прісній воді. Корозія металів у розплавах електролітів. Електродні потенціали в розплавлених електролітах. Механізм і характерні особливості корозії металів у розплавлених електролітах.

6.23. Корозія металів у розплавлених металах. Механізм руйнування. Вплив домішок у рідкому металі. Кавітаційно-ерозійний вплив рідких металів на тверді. Методи захисту.

6.24. Електрохімічна корозія міді та її сплавів. Термодинаміка процесу. Діаграма стану мідь-вода.

6.25. Газова корозія міді. Теоретичні основи підвищення корозійної стійкості мідних сплавів. Бронза, латунь. Корозійне розтріскування та знецинкування латуні. Нікель і його сплави. Електрохімічна корозія нікелю. Діаграма стану нікель-вода.

6.26. Корозійна тривкість Au, Pt, Pd, Ag і їх сплавів. Корозійна тривкість Pb, Co. Термодинаміка та кінетика окислення. Методи протикорозійного легування та області застосування.

## 7. Теоретична електрохімія

7.1. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Взаємодія іонів з розчинником. Хімічні потенціали і активність електроліту та іонів в розчинах. Рівняння Гіббса -Дюгема. Енергія сольватації. Теорія кислот і основ. Розрахунок енергії міжіонної взаємодії і коефіцієнтів активності за Дебаєм та Гюккелем.

7.2. Анодне розчинення металів при електрорафінуванні. Утворення іонів фазних сплавів, сульфідів металів, шламоутворення. Вимоги до катодних осадів.

7.3. Основні схеми електролітичного рафінування металів (мідь, срібло, свинець, цинк, нікель). Процеси на електродах і в розчинах. Вплив складу розчину, густини струму, температури і інших факторів на вихід металу за струмом та структуру осаду.

7.4. Конструкція електролізерів і електродів. Процеси при електролізі з нерозчинними анодами (одержання міді, цинку, кадмію, марганцю, хрому, заліза, кобальту).

7.5. Умови електролізу, технологічні схеми. Перспективи розвитку гідрометалургії в Україні.

7.6. Теорія процесів виділення металів на катоді в порошковій формі. Фактори, які впливають на ступінь дисперсності порошку і вихід за струмом.

7.7. Види гальванічних покриттів та їх призначення. Вибір товщини покриття. Вимоги до поверхні, яка покривається.

7.8. Контроль якості покриттів. Методи досліджень властивостей покриттів (зчеплення, мікротвердість, блиск, внутрішня напруга, пластичність, зносостійкість, корозійна стійкість, поруватість та ін.).

7.9. Способи нанесення покриттів: електрохімічний, хімічний, внутрішній електроліз, контактне осадження покриттів.

7.10. Механізм електрокристалізації металів. Вплив на структуру і властивості гальванічних осадів складу електроліту, природи та концентрації іонів металів, рН, поверхнево-активних речовин, стану поверхні катоду, режиму електролізу: густини струму, температури, перемішування.

7.11. Використання реверсивного та імпульсного струму. Причини утворення губчатих осадів і методи їх усунення. Умови і механізми утворення блискучих осадів.

7.12. Багатошарові та композиційні електрохімічні покриття і матеріали. Контактний обмін металів. Способи подавлення контактного обміну металів при електроосадженні покриттів.

7.13. Електрохімічне нанесення покриттів: цинкування, кадміювання, міднення, нікелювання, хромування, олов'янування, свинцювання, покриття благородними металами, покриття сплавами (латунь, бронза та інші).

7.14. Хімічне та електрохімічне оксидування і фосфатування металів, механізми утворення плівок.

7.15. Розчинні та нерозчинні аноди в гальванічних виробництвах. Причини пасивації розчинних анодів та способи її усунення. Анодне розчинення металів до іонів різного ступеня окиснення. Анодне розчинення сплавів.

7.16. Електроосмос і електрофорез. Галузі технічного використання. Електродіаліз. Електрохімічне знесолення води і електрохімічна де мінералізація органічних сполук. Електрофлотація, гальванокоагуляція та цементация.

7.17. Електрохімічне знезараження води. Електрокоагуляція. Електрофільтрування.

7.18. Використання іонобмінних мембран для знесолення води. Аніоно-, катіонообмінні і біполярні мембрани.

7.19. Інтенсифікація процесу електроекстракції металів з розведених розчинів.

### **III. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

#### **Література до 1-го розділу**

1. О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер та інші. Загальна та неорганічна хімія. Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Ч. 1 – К.: Пед. преса, 2002. – С. 520.
2. Н.Л. Глінка. Загальна хімія. – Київ. Вища школа: 2000.– С.608.

#### **Література до 2-го розділу**

3. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія, К.: Вища школа, 2013. – 430 с.
4. N.N. GREENWOOD and A. EARNSHAW Chemistry of the elements. N. N. Greenwood, A. Earnshaw. Elsevier Limited, Oxford, 2016 - Science – P. 1600
5. О.О.Андрійко. Неорганічна хімія біогенних елементів. Навчальний посібник. К.: “Політехніка”, 2012. – С. 200.

#### **Література до 3-го розділу**

6. Ю.О.Ластухін, С. А. Воронов. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2001.- 864 с.
7. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія : підручник. – Львів: БаК, 2009. – 996 с
8. В.О. Ковтуненко Загальна стереохімія. Київ, 2009.
9. Organic Chemical Principles and Industrial Practice M. M. Green, Harold A. Wittcoff, VCH Wiley, Weinheim, Germany, 2003.

#### **Література до 4-го розділу**

10. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія, К.: Вища школа, 2013. – 430 с.
11. Устаткування галузі та основи проектування: Підручник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Волошин М.Д., Шестозуб А.Б., Гуляєв В.М. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 371 с.
12. Жизневський, В. М. Каталіз. Теоретичні основи та практичне застосування: навч. посібник / В. М. Жизневський, З. Г. Піх. – К. : ІЗМН, 1997. – 192 с.

#### **Література до 5-го розділу**

13. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / Під редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. – К.: «Ніка-Центр», 2015. – 614 с.
14. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2.: Методи очищення стічних вод / В.Г. Петрук, Л.І Северін, І.В. Васильківський. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 254 с.
15. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
16. Water Treatment: Principles and Design / John C. Crittenden, R. Rhodes Trussel, David W. Hand. – Printed the United States of America. – 2005. – 1948 p.
17. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод /А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
18. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води – К.: Вища шк., 2005 – 671 с.

### Література до 6-го розділу

19. Гальванотехніка. Проектування гальванічних виробництв [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Лінючева, Л. А. Яцюк, Т. І. Мотронюк, О. І. Букет, С. В. Фроленкова : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 147 с.
20. Кунтий О. І. Гальванотехніка. - Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004.- 236с.
21. Кошель М.Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики.-Дніпропетровськ:УДХТУ, 2002.-430с.
22. Н.Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів.- Харків: НТУ'ХПІ, 2005.- 238с.

### Література до 7-го розділу

23. Перехідні процеси та явища в сенсорних системах / Лінючева О.В., Букет О.І., Лінючев О.Г. – К.: Інтерсервіс, 2023. – 192 с. ISBN: 978-617-696-658-6.
24. Нестационарні струмоутворюючі, корозійні та електрокінетичні процеси на електродах сенсорних засобів моніторингу довкілля: / Букет О.І., Лінючева О.В., Кушмирук А.І., Косогін О.В., Лінючев О.Г., Бик М.В., Васильев Г.С., Гавриков Д.С. – К.: Інтерсервіс, 2021. – 192 с. ISBN: 978-966-999-219-2.
25. Фроленкова, С. В. Електроліз іонних розплавів [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія” спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / С. В. Фроленкова, О. В. Лінючева, Т. І. Мотронюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 130 с.

#### IV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

На додатковому випробуванні вступник отримує екзаменаційний білет, який включає 10 запитань з переліку зазначених вище розділів навчальних дисциплін.

1. На екзамені абітурієнти готуються до усної відповіді на завдання екзаменаційного білету. Кожне завдання комплексного фахового вступного випробування містить 8 тестових завдань з чотирма варіантами відповіді та два питання розгорнутої відповіді.

**Кожне з восьми тестових завдань оцінюється по 10 балів за такими критеріями:**

- «відмінно» - правильно вказаний варіант відповіді, з наведеною повною відповіддю з виведенням формул, схемами, поясненнями, розрахунками (не менше 90 % потрібної інформації) – 10 балів;

- «дуже добре» - правильно вказаний варіант відповіді, повна відповідь з неприциповими неточностями (не менше 80 % потрібної інформації) - 9 балів;

- «добре» - правильно вказаний варіант відповіді, принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, розрахунків, можливо з недотриманням розмірностей в розрахунках (не менше 70 % потрібної інформації) - 8 бали;

- «задовільно» - правильно вказаний варіант відповіді, принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, неповні розрахунки та (або) з неточностями у розрахунках (не менше 60 % потрібної інформації) - 7 балів;

- «достатньо» - не правильно вказаний варіант відповіді, неповна відповідь, але наведено півні пояснення, в яких відсутні принципові неточності та грубі помилки (не менше 50 % потрібної інформації) – 6-5 балів;

- «незадовільно», не правильно вказаний варіант відповіді, відсутність пояснень та розрахунків – 0 балів.

**Теоретичні питання (дев'яте та десяте) оцінюється по 10 балів за такими критеріями:**

- «відмінно» - повна відповідь з виведенням формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 90 % потрібної інформації) – 10 балів;

- «дуже добре» - повна відповідь з неприциповими неточностями (не менше 80 % потрібної інформації) – 9 балів;

- «добре» - повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 70 % потрібної інформації) – 8 балів;

- «задовільно» - повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 60 % потрібної інформації) – 7 балів;

- «достатньо» - неповна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50 % потрібної інформації) – 6 балів;

- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 5.0 балів.

2. Загальна оцінка за додаткове випробування обчислюється як проста арифметична сума вагових балів усіх відповідей. Таким чином, за результатами додаткового випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

3. Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали $\Sigma$	Традиційна оцінка
95-100	Зараховано
85-94	
75-84	
65-74	
60-64	
менше 60	Не зараховано

4. Сума балів за відповіді на екзамені переводиться до 200- бальної шкали згідно з таблицею:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)  
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200	шкала PCO	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

## V. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Форма № Н-5.05

### Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

	(повне найменування вищого навчального закладу)
Освітній ступінь	<u>доктор філософії</u>
Спеціальність	<u>161 Хімічні технології та інженерія</u>
	(назва)
Навчальна дисципліна	<u>Вступний іспит</u>

#### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

<b>1</b>	Користуючись законом еквівалентів, розрахуйте молярну масу еквівалентів металу, якщо відомо, що 3г металу прореагувало з 1,63г сірки. Наведіть розрахунок та надайте пояснення.	А. 29,45 г/моль Б. 58,89 г/моль В. 58,93 г/моль Г. 29,45 а.о.м.
<b>2</b>	Наведіть електронну конфігурацію двох останніх енергетичних рівнів атома елемента з порядковим номером 32. Вкажіть положення цього елемента у періодичній системі. Відповідь обґрунтуйте.	А. $3s^23p^63d^{10}4s^24p^2$ ; 4 період, 4 група, головна підгрупа Б. $3s^23p^64s^24p^2$ ; 4 період, 4 група, головна підгрупа В. $3s^23p^64s^23d^2$ ; 4 період, 4 група, побічна підгрупа Г. $3s^23p^63d^24s^24p^2$ ; 4 період, 6 група, побічна підгрупа
<b>3</b>	Для комплексної сполуки сульфат тетрааммінцинку(II) наведіть хімічну формулу та вкажіть: іон-комплексоутворювач; його координаційне число; ліганд; тип гібридизації атомних орбіталей комплексоутворювача. Відповідь обґрунтуйте.	А. $[Zn(NH_3)_4]SO_4$ ; $Zn^{2+}$ ; 4; $NH_3$ ; $sp^3$ . Б. $[Zn(NH_3)_4]SO_4$ ; $NH_3$ ; 4; $Zn^{2+}$ ; $dsp^2$ . В. $SO_4[Zn(NH_3)_4]$ ; $Zn^{2+}$ ; 4; $SO_4^{2-}$ ; $sp^3$ . Г. $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ ; $Zn^{2+}$ ; 2; $NH_3$ ; $sp$ .
<b>4</b>	Для заданої оборотної гомогенної реакції (всі речовини – гази), запишіть вираз константи рівноваги ( $K_c$ ) та вкажіть, зміна яких факторів призведе до зміщення рівноваги в напрямку прямої реакції: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3, \Delta H < 0$ Надайте пояснення. Відповідь обґрунтуйте на основі принципу Ле-Шательє.	А. $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$ ; P↑; T↓; C(NH <sub>3</sub> )↓; C(H <sub>2</sub> )↑; C(N <sub>2</sub> )↑ Б. $K_c = \frac{[N_2] \cdot [H_2]^3}{[NH_3]^2}$ ; P↓; T↓; C(NH <sub>3</sub> )↓; C(H <sub>2</sub> )↓; C(N <sub>2</sub> )↑ В. $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] + [H_2]^3}$ ; P↑; T↓; C(NH <sub>3</sub> )↓; C(H <sub>2</sub> )↑; C(N <sub>2</sub> )↑ Г. $K_c = \frac{[N_2] + [H_2]^3}{[NH_3]^2}$ ; T↓; C(NH <sub>3</sub> )↓; C(H <sub>2</sub> )↓; C(N <sub>2</sub> )↑
<b>5</b>	Молярна концентрація речовини карбамід CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> у водному розчині становить 1,1 моль/л; густина розчину - 1,026 г/см <sup>3</sup> . Розрахуйте масову частку цієї	А. $\omega(CO(NH_2)_2) = 0,064$ та 6,4 г Б. $\omega(CO(NH_2)_2) = 64$ та 0,64 г В. $\omega(CO(NH_2)_2) = 32$ та 0,32 г Г. $\omega(CO(NH_2)_2) = 32$ та 10 г

	речовини у розчині та масу речовини в 100 грамах розчину. Наведіть розрахунки та надайте пояснення.	
6	Визначте, яку кількість речовини $\text{HClO}_4$ потрібно розчинити в $1 \text{ дм}^3$ води, щоб рН розчину набув значення 5. Наведіть розрахунки та надайте пояснення.	А. $n(\text{HClO}_4) = 10^{-5}$ моль Б. $n(\text{HClO}_4) = 10^{-9}$ моль В. $n(\text{HClO}_4) = 10^{-4}$ моль Г. $n(\text{HClO}_4) = 10^{-1}$ моль
7	Наведіть іонне рівняння I стадії гідролізу солі $\text{Na}_2\text{S}$ . Оцініть рН розчину. Відповідь обґрунтуйте.	А. $\text{pH} > 7$ Б. $\text{pH} < 7$ В. $\text{pH} = 0$ Г. $\text{pH} = 7$
8	Завершіть рівняння окисно-відновної реакції, розставте коефіцієнти на основі балансу електронів. Вкажіть окисник та відновник. Підрахуйте суму всіх коефіцієнтів окисно-відновної реакції. Назвіть тип ОВР? $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{O} =$	А. 29, ММОВ Б. 26, ММОВ В. 29, СОСВ Г. 26, ВМОВ
9	Які основні вимоги висуваються до каталізаторів. Розкрийте сутність явища отруєння каталізаторів і прийоми запобігання отруєнню.	
10	Обґрунтуйте, чому Сульфур оксид(VI) в виробництві сульфатної кислоти поглинається не водою, а олеумом або сульфатною кислотою.	

ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-наукової програми,

Голова НМК

\_\_\_\_\_ Ольга ЛІНЮЧЕВА

Київ 2024



**РОЗРОБНИКИ:**

*Лінючева О.В., д.т.н, професор, декан ХТФ – голова предметної комісії;*

*Фокін А.А., д.х.н., професор, зав. кафедри органічної хімії та технології органічних речовин ХТФ;*

*Донцова Т.А., д.т.н., професор, зав. кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології ХТФ;*

*Гомеля М.Д., д.т.н., професор, зав. кафедри екології та технології рослинних полімерів ІХФ;*

*Воройбова В.І., д.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри фізичної хімії ХТФ;*

*Тобілко В.Ю., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри хімічної технології кераміки та скла ХТФ;*

*Косогін О.В., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри технології електрохімічних виробництв;*

*Міронюк О.В., доцент, в.о. завідувача кафедри хімічної технології композиційних матеріалів ХТФ.*

