

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Хіміко-технологічного факультету
Протокол № 2 від 26 лютого 2018 р.

Голова вченої ради  І.М. Астрелін
м.п.

ПРОГРАМА

додаткового випробування
для вступу на програму підготовки магістра
за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія

Програму рекомендовано кафедрами:

Кафедра загальної та неорганічної хімії

Протокол № 5 від 01 лютого 2018 р.

Завідувач кафедри  О.О. Андрійко

Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

Протокол № 8 від 21 лютого 2018 р.

В.о. зав. кафедри  Н.М. Толстопалова

Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин

Протокол № 6 від 06 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  А.А. Фокін

Кафедра фізичної хімії

Протокол № 6 від 05 лютого 2018 р.

Зав. кафедри  О.Е. Чигиринець

Вступ

Програма призначена для організації підготовки вступників до додаткового вступного випробування для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» та наступним переліком спеціалізацій: «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення», «Хімічні технології органічних речовин», «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів», «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів», «Хімічні технології неорганічних і органічних в'язучих матеріалів», «Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів», «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок».

Додаткове вступне випробування проводиться тільки для тих вступників, напрям підготовки (бакалаврат) яких відмінний від 6.051301 – «Хімічна технологія».

Мета додаткового вступного випробування – виявити достатність початкового рівня знань і умінь вступника в області напряму підготовки 6.051301 для вступу на навчання за обраною спеціальністю.

До складання додаткового вступного випробування можуть бути допущені особи, які одержали базову вищу освіту (ОКР «бакалавр») та подали заяви на участь у конкурсі на здобуття наступного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Додаткове фахове випробування проводиться за графіком, який затверджує Приймальна комісія КПП ім. Ігоря Сікорського. Тривалість випробування – 120 хвилин. Перерви під час проведення випробування не допускаються. Випробування проводиться у письмовій формі у вигляді тестів, перевіряється анонімно.

Програма додаткового вступного випробування ґрунтується на програмах нормативної частини підготовки фахівців ОКР «бакалавр» за напрямом 6.051301 з урахуванням специфіки заявленого напряму підготовки. До неї включені питання з дисциплін нормативного блоку програми професійної та практичної підготовки.

СПИСОК ДИСЦИПЛІН, ПИТАННЯ З ЯКИХ УВІЙШЛИ В ПРОГРАМУ

1. Загальна та неорганічна хімія 1: Загальна хімія.
2. Загальна та неорганічна хімія 2: Неорганічна хімія.
3. Органічна хімія.
4. Фізична та колоїдна хімія.
5. Загальна хімічна технологія.

ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ 1: ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНА ТЕОРІЯ. Хімія, як наука про речовини та їх перетворення. Пояснення основних законів атомно-молекулярної теорії з позицій вчення про атоми і молекули. Поняття про хімічний елемент. Маса атомів і молекул. Одиниці виміру. Моль речовини. Закон збереження маси. Закон сталості складу. Межі застосування. Закон Авогадро. Наслідки. Визначення молекулярної маси газу. Поняття про хімічний еквівалент. Закон еквівалентів.

БУДОВА АТОМІВ. Квантово-механічна модель атому. Постулати Бора. Хвильові властивості електрона. Рівняння де Бройля. Рівняння Шредінгера. Хвильова функція та її властивості. Квантові числа: головне, орбітальне, магнітне, спінове. Їх фізичний зміст та межі значень. Енергетичні рівні та підрівні. Принцип Паулі. Характеристика електронів в атомі за допомогою чотирьох квантових. Правило Гунда. Розвиток теорії будови атому. Розвиток та ставлення квантово-механічної моделі атома. Електронні формули та енергетичні діаграми атомів та іонів. Валентність атома в нормальному та збудженому стані.

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН ТА ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. Електронні формули та електронні схеми атомів хімічних елементів. Послідовність заповнення електронами енергетичних підрівнів. Правило $(n+1)$. Періодичний закон Д.І.Менделєєва, його формулювання. Періодичні та неперіодичні властивості елементів. Періодична система як втілення періодичного закону. Місце елемента в періодичній системі як його найважливіша характеристика. Зв'язок між положенням елемента в ПСЕ та його електронною будовою. Структура періодичного закону: періоди, групи, підгрупи. Номер групи та валентність елементів.

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. Метод валентних зв'язків. Типи перекривання орбіталей. Характеристики ковалентного зв'язку. Валентні кути в молекулах. Гібридизація атомних орбіталей, види гібридизації. Схеми перекривання АО при утворенні молекул. Геометрія молекул. Полярність зв'язку та полярність молекул. Дипольний момент.

КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ. Основні положення координаційної теорії: комплексоутворювач, ліганди, координаційне число, внутрішня та зовнішня сфери. Хімічний зв'язок у комплексних сполуках (тип гібридизації, геометрія). Використання МВЗ для опису хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Магнітні властивості комплексів. Теорія кристалічного поля (ТКП). Розрахунок ЕСКП.

ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА. Внутрішня енергія та ентальпія, екзо- та ендотермічні реакції. Теплові ефекти реакцій. Термохімічні рівняння. Закон Гесса та його використання в термохімічних розрахунках. Термохімічні розрахунки. Використання наслідків з закону Гесса. Стандартна ентальпія утворення та ентальпія згоряння речовин. Поняття про ентропію та вільну енергію системи. II та III закони термодинаміки. Напря-

проходження реакцій. Ізохорно-ізотермічний потенціал. Ізобарно-ізотермічний потенціал. Внесок ентальпійного та ентропійного факторів. Залежність вільної енергії Гіббса від температури.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КІНЕТИКИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. Гомогенні і гетерогенні системи. Швидкість реакцій в гомогенних та в гетерогенних системах. Фактори, що впливають на швидкість реакцій. Закон діючих мас. Константа швидкості реакції, її фізичний зміст. Поняття про молекулярність та порядок реакції. Вплив температури на швидкість реакції. Правило Вант-Гоффа. Активні молекули. Енергія активації. Рівняння Арреніуса. Приклади механізмів хімічних реакцій. Поняття про каталіз та каталізатори.

ХІМІЧНА РІВНОВАГА. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ. Необоротні та оборотні реакції, хімічна рівновага. Константа рівноваги гомогенних та гетерогенних реакцій. Зміщення рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Гомогенні і гетерогенні системи. Поняття 'фаза', 'компонент'. Рівновага вода-пара. Насичена пара. Залежність тиску насиченої пари від температури. Кипіння рідини. Фазова діаграма води та розчинів. Фазові переходи та особливі точки. Правило фаз.

РОЗЧИНИ. Процес розчинення. Сольватація. Термодинаміка процесів утворення розчинів. Дисперсні системи. Типи розчинів. Істинні розчини. Розчинник та розчинена речовина. Способи вираження концентрації розчинів. Процеси, що протікають при розчиненні. Сольватація. Зміна ентальпії, ентропії та вільної енергії Гібса при розчиненні. Вплив природи речовин, тиску та температури на розчинність газів, рідин та твердих речовин у рідинах. Закон Генрі. Закон Сеченова.

ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ. Зниження тиску насиченої пари, підвищення температури кипіння та зниження температури кристалізації розчинів (закони Рауля). Осмос та осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Використання законів Рауля для визначення молекулярної маси речовин: ебуліоскопія та кріоскопія. Значення осмосу та осмотичного тиску.

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДИСОЦІАЦІЇ. Теорія Арреніуса. Ступінь дисоціації електроліту та його зв'язок з ізотонічним коефіцієнтом і електричною провідністю розчину. Роль розчинника в процесі дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Стан сильних електролітів у розчинах. Поняття про активні концентрації та коефіцієнт активності. Відхилення розчинів електролітів від законів Рауля та Вант-Гоффа. Визначення ізотонічного коефіцієнту. Іонно-молекулярні рівняння реакцій. Правила написання. Умова перебігу реакції обміну між розчинами електролітів.

РІВНОВАГА В РОЗЧИНАХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ. Константа дисоціації слабого електроліту. Закон розведення. Вплив однойменного іона на дисоціацію слабого електроліту. Ступінчаста дисоціація. Рівновага в насиченому розчині малорозчинного електроліту. Добуток розчинності. Вплив однойменного іона на розчинність малорозчинного електроліту. Розрахунок розчинності малорозчинного електроліту (моль/л та г/л). Рівновага в реакції обміну за участю слабких електролітів. Водневий

показник. Гідроліз солей. Рівновага процесів гідролізу. Кислотно-основні індикатори. Буферні системи.

ЕЛЕКТРОДНИЙ ПОТЕНЦІАЛ. ГАЛЬВАНІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ. НАПРЯМОК ОКИСНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ. Електродний потенціал та його виникнення. Вплив умов на значення потенціалу. Стандартний електродний потенціал. Водневий електрод. Гальванічний елемент, його електрохімічна схема, процеси на електродах. Електрорушійна сила (ЕРС) гальванічного елемента. Визначення стандартних електродних потенціалів. Залежність окисних та відновних властивостей від значень стандартних електродних потенціалів. Напрявленість окисно-відновних процесів.

ЕЛЕКТРОЛІЗ. ЗАКОНИ ЕЛЕКТРОЛІЗУ. Умови, необхідні для проведення електролізу. Анодне окиснення та катодне відновлення. Електроліз з нерозчинним та розчинним анодами. Закони електролізу. Послідовність розряду іонів на катоді та аноді.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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. Хімічна термодинаміка: Навчальний посібник з грифом МОН України // О.О. Андрійко, І.В. Лісовська. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – С. 207.
3. Д. Шрайвер, П. Эткінс. Неорганическая химия. В 2-х т. Том 1 – М: Мир, 2004.– С. 679.
4. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия.– М.: Высш.шк., 2001.– С.743.
5. М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. .– М.: Химия, 1981.– С. 632.

ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ 2: НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

ГІДРОГЕН, ОКСИГЕН ТА ЇХ СПОЛУКИ. Будова атома, ступені окиснення. Фізичні та хімічні властивості. Типи сполук гідрогену з неметалами та металами. Властивості іонів H^+ та H^- . Типи сполук елементів з киснем: оксиди, пероксиди, надпероксиди, озоніди. Кисень, озон. Добування, будова молекули та властивості. Вода. Будова молекули, фізичні та хімічні властивості. Пероксид водню. Будова молекули. Кислотні, окисні та відновні властивості пероксиду водню.

s-ЕЛЕМЕНТИ I ГРУПИ. Лужні метали. Будова атомів, ступені окиснення. Знаходження у природі, добування, властивості. Відношення лужних металів до дії води, водню та кисню, інших неметалів. Зміна хімічної активності у ряду літій \rightarrow цезій. Оксиди, пероксиди, надпероксиди, озоніди, гідриди лужних металів. Їх добування, будова, властивості. Гідроксиди лужних металів, їх добування, властивості та застосування. Найважливіші солі. Промислове добування соди та поташу. Використання лужних металів та їх сполук.

s-ЕЛЕМЕНТИ II ГРУПИ. Будова атомів та ступені окиснення. Знаходження у природі, добування металів, їх властивості. Відношення до дії води та кислот, неметалів (водню, азоту, вуглецю, кисню). Оксиди, їх взаємодія з водою. Гідроксиди, добування, розчинність у воді, кислотно-основні властивості. Негашене та гашене вапно. Пероксид барію. Найважливіші солі елементів. Сульфати та їх розчинність. Карбонати та гідрокарбонати. Зміна властивостей металів та їх сполук у ряду берилій \rightarrow радій. Використання металів.

p-ЕЛЕМЕНТИ VII ГРУПИ. ГАЛОГЕНИ. Знаходження у природі. Добування галогенів. Фізичні та хімічні властивості галогенів, закономірності зміни властивостей в ряду від фтору до йоду. Фтор, як окисник. Взаємодія з водою та лугами. Способи добування галогеноводневих кислот. Закономірності зміни їх фізичних властивостей. Порівняння кислотних та відновних властивостей в ряду галогеноводневих кислот. Сполуки фтору з киснем. Сполуки хлору з киснем. Взаємодія хлору з водою та лугами. Оксиди хлору, їх добування, стійкість, взаємодія з водою та лугами. Кисневі кислоти хлору: хлорнуватиста, хлориста, хлорнувата, хлорна; способи добування, властивості кислот та їх солей. Кисневі кислоти бромю та йоду, їх добування, властивості.

p-ЕЛЕМЕНТИ VI ГРУПИ. Сульфур, сполуки сульфуру. Сірководень, сульфідні металів. Полісульфіди. Сполуки сульфуру (IV). Полісульфідні кислоти. Структура, властивості. Сірчиста (сульфітна) кислота, її солі. Сполуки сульфуру (VI). Сірчана (сульфатна) кислота, олеум. Пероксокислоти сульфуру. Піросульфідні. Піросульфати. Нітрозний метод отримання сульфатної кислоти. Полісульфатні кислоти. Тіосульфат натрію. Галогеніди сульфуру. Співставлення властивостей сульфуру, селену, телуру та їх сполук.

Основні сполуки елементів VI групи та їх використання в хімії та промисловості.

p-ЕЛЕМЕНТИ V ГРУПИ. Сполуки нітрогену з гідрогеном. Аміак, солі амонію. Гідразин, гідроксиамін. Азидна кислота. Отримання та властивості гідрогенвмісних сполук нітрогену. Оксигенвмісні сполуки нітрогену. Оксиди нітрогену. Азотиста (нітритна) кислота, нітрити. Азотна (нітратна) кислота, нітрати. Використання оксигенвмісних сполук нітрогену.

Фосфор та його сполуки.

Арсен, стибій, бісмут. Співставлення властивостей *p*-елементів V групи. Основні сполуки елементів V групи та їх використання в хімії та промисловості.

p-ЕЛЕМЕНТИ IV ГРУПИ. Карбон та його неорганічні сполуки. Сполуки карбону з сульфуром та нітрогеном. Отримання та використання в хімії та промисловості основних неорганічних сполук карбону.

Силіцій та його сполуки. Використання силіцію та його сполук в хімії та промисловості.

Германій, станум, плюмбум. Будова атомів та ступені окиснення германію, олова та свинцю. Добування, властивості та застосування германію, олова та свинцю. Їх відношення до дії кислот та лугів. Сполуки з воднем. Порівняння властивостей водневих сполук у ряду вуглець → свинець. Оксиди, гідроксиди та солі германію(II), олова(II) та свинцю(II), добування та властивості. Відновні властивості сполук германію(II), олова(II) та свинцю(II). Оксид германію(IV), германієва кислота, її солі. Добування та властивості α - та β -олов'яних кислот. Оксид свинцю(IV), його кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Сурик, будова, властивості.

Зіставлення кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук германію, олова та свинцю.

p-ЕЛЕМЕНТИ III ГРУПИ. Бор. Будова атома. Ступені окиснення. Добування та властивості бору. Борида металів, їх типи та властивості. Бороводні, добування, будова молекул, властивості. Борогідриди металів, добування та властивості. Борний ангідрид, борні кислоти, їх солі. Бура, карбід бору. Нітрид бору. Загальна характеристика *p*-елементів III групи.

Алюміній, будова атома, ступені окиснення. Добування металічного алюмінію, його властивості та застосування. Оксид, гідроксид, солі, комплексні сполуки алюмінію, їх будова, добування та властивості.

d-ЕЛЕМЕНТИ IV, V ГРУП. 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. Оксиди, гідроксиди та солі титану(IV), цирконію(IV) та гафнію(IV). Солі оксотитану та оксоцирконію. Титанати та цирконати. Сполуки титану(III). Карбіди й нітриди титану та цирконію.

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. Оксиди елемен-

тiв(V), ванадiєва, нiобiєва та танталова кислоти, добування, властивостi, вiдповiднi їм солi. Iзополiкислоти. Галогенiди та оксогалогенiди елементiв (IV) та (V), їх властивостi. Фториднi комплекси. Оксиди ванадiю (II), (III) та (IV). Добування та властивостi.

d-ЕЛЕМЕНТИ VI ГРУПИ. Загальна характеристика елементiв: знаходження у природi, добування, властивостi. Сполуки хрому (II) та (III). Оксиди та гiдроксиди хрому (II) та (III), способи добування, кислотно-основнi властивостi. Галуни. Хромiти. Оксид хрому (VI), його властивостi. Хромовi кислоти, хромати, дихромати, їх добування, властивостi та взаємнi переходи. Окиснi властивостi сполук хрому (VI).

Сполуки молiбдену та вольфраму. Кислотно-основний характер оксидiв та гiдроксидiв. Молiбденова та вольфрамова кислоти та їх солi.

d-ЕЛЕМЕНТИ VII ГРУПИ. Загальна характеристика елементiв пiдгрупи мангану. Будова атомiв мангану, його ступенi окиснення. Знаходження у природi, добування металiчного мангану, його властивостi. Сполуки мангану (II): оксид, гiдроксид, їх добування, кислотно-основнi властивостi, солi. Оксиди мангану (III) та (IV), їх добування та властивостi. Манганати, добування та властивостi, взаємодiя з водою. Оксид мангану (VII), манганова кислота та перманганати, їх добування та властивостi. Залежнiсть окисно-вiдновних властивостей сполук мангану вiд рН середовища.

Технецiй, ренiй. Будова атомiв, ступенi окиснення, добування та властивостi. Сполуки ренiю (VII): оксид, ренiйова кислота, перренати. Окисно-вiдновнi властивостi сполук ренiю. Порiвняння властивостей мангану, технецiю, ренiю та їх сполук.

d-ЕЛЕМЕНТИ VIII ГРУПИ. ЗАЛIЗО, КОБАЛЬТ, НIКЕЛЬ. Будова атомiв, ступенi окиснення. Знаходження у природi. Добування чавуну та сталi; кобальту та нiкелю. Фiзичнi та хiмiчнi властивостi. Оксид, гiдроксид та солi залiза(II), кобальту(II) та нiкелю(II), добування та властивостi. Змiна вiдновних властивостей в ряду сполук елементiв (II). Оксид, гiдроксид та солi залiза(III), добування та властивостi. Оксид кобальту(III). Гiдроксиди кобальту(III) та нiкелю(III), їх добування, взаємодiя з кислотами. Комплекснi сполуки залiза, кобальту та нiкелю. Сполуки залiза (VI), ферати, їх властивостi. Застосування залiза, кобальту, нiкелю та їх сполук. Порiвняння властивостей залiза, кобальту, нiкелю та їх сполук.

d-ЕЛЕМЕНТИ I ГРУПИ. Будова атома мiдi, ступенi окиснення. Знаходження мiдi у природi, добування, властивостi, застосування. Оксид та гiдроксид мiдi (II), солi мiдi (II). Сполуки мiдi (I). Комплекснi сполуки мiдi. Добування та властивостi. Срiбло. Будова атома, ступенi окиснення, добування та властивостi. Оксид, нiтрат та галогенiди срiбла. Комплекснi сполуки срiбла. Добування, властивостi, застосування. Золото, будова атома, ступенi окиснення, добування та застосування. Оксид, гiдроксид, галогенiди. Комплекснi сполуки золота (III). Порiвняльна характеристика мiдi, срiбла, золота та їх сполук.

d-ЕЛЕМЕНТИ II ГРУПИ. Будова атомiв та ступенi окиснення цинку, кадмiю та ртутi. Знаходження у природi, добування металiв, їх властивостi,

відношення до кислот та лугів. Оксиди, гідроксиди та солі цинку, кадмію та ртуті(II). Розчинність солей, гідроліз, комплексні сполуки. Амідні сполуки ртуті. Сполуки ртуті(I), каломель, особливості будови та дисоціації солей.

ПЛАТИНОВІ МЕТАЛИ. Загальна характеристика платинових металів. Добування і властивості платинових металів, спільні властивості. Будова атомів, ступені окислення. Способи переведення металів у розчинні сполуки. Рутенати, осмати. Оксиди рутенію та осмію(VIII), їх властивості. Комплексні сполуки платинових металів та їх сполук.

f- ЕЛЕМЕНТИ VI I VII ПЕРІОДІВ. Лантаноїди. Особливості електронних структур та положення у періодичній системі. Ступені окислення. Причини схожості властивостей лантаноїдів. Лантаноїдне стиснення, його наслідки. Властивості лантаноїдів. Сполуки лантаноїдів(III). Оксиди та гідроксиди, їх добування, зміна властивостей із зростанням порядкового номеру. Солі, їх розчинність. Сполуки елементів, у яких вони виявляють ступінь окислення (II), сполуки церію(IV), їх окислювально-відновні властивості.

Актиноїди. Особливості будови атомів. Ступені окислення. Загальні відомості про добування трансуранових елементів. Зменшення стабільності атомних ядер у ряду актиноїдів. Торій, його добування та властивості Оксид, гідроксид, сполуки з галогенами, добування та властивості. Солі торію. Уран, добування та властивості. Сполуки урану(IV), окислювально-відновні властивості. Сполуки урану(VI). Оксид, гідроксид, добування та властивості. Солі діоксоурану. Уранати. Застосування лантаноїдів та актиноїдів.

ІНЕРТНІ ГАЗИ. Властивості інертних газів та їх сполук.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер та інші. Загальна та неорганічна хімія. Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Ч. 2 – К.: Пед. преса, 2000. – С. 784.
2. Д. Шрайвер, П. Эткінс. Неорганическая химия. В 2-х т. – М: Мир, 2004
3. Н. Гринвуд, А. Эрншо. Химия элементов. В 2-х т. - М: Бином, 2008
4. Н.С.Ахметов. Общая и неорганическая химия.- М.: Высш.шк., 2001.-С.743.
5. М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1981.– С. 632.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Вуглеводні та їх галогено- та кисневмісні монопохідні

Тема 1. Вступ до органічної хімії.

Вступ. Що таке органічна хімія. Атом вуглецю та його особливості. Типи зв'язків, які утворює атом вуглецю. Функціональні групи. Основні класи органічних сполук.

Тема 2. Насичені вуглеводні (алкани та циклоалкани).

Особливості вуглецевого скелету молекул алканів. Типи атомів вуглецю. С–Н зв'язок і його характеристики. Фрагменти вуглеводневих ланцюгів. Структурні ізомери. Вступ до номенклатури органічних сполук. Номенклатура ІЮПАК. Ациклічні та циклічні сполуки.

Динаміка вуглецевого скелету алканів. Обертання навколо С–С зв'язку. Конформації та конформери. Бар'єр обертання. Динаміка вуглецевого скелету циклоалканів. Загальна класифікація циклів. Напруження циклів. Конформаційна поведінка циклоалканів.

Природні джерела алканів. Фізичні властивості алканів. Термохімічні властивості алканів. Алкани та циклоалкани як паливо. Метан і його промислові перетворення. Піроліз та крекінг, загальні характеристики.

Піроліз алканів. Гомолітичний розрив зв'язку. Вільні радикали, їх стабільність. Основні реакції вільних радикалів. Поняття про інтермедіати та механізм реакції. Крекінг алканів. Термічний та каталітичний крекінг. Каталізатори крекінгу. Гетеролітичний розрив зв'язку. Карбокатиони. Структура та стабільність карбокатионів. Реакції карбокатионів. Скелетна ізомеризація. Риформінг. Октанові числа вуглеводнів.

Функціоналізація алканів та циклоалканів. Реакції вільно-радикального заміщення. Галогенування. Механізм та особливості галогенування. Регіоселективність. Інші реакції вільно-радикального заміщення. Окиснення алканів та циклоалканів. Електрофільні реакції насичених вуглеводнів.

Тема 3. Галогенопохідні насичених вуглеводнів.

Структура, ізомерія та номенклатура насичених галогенопохідних. Фізичні властивості. Індукційний ефект. Механізми нуклеофільного заміщення, енергетичні профілі реакцій, кінетичні рівняння. Поняття про перехідний стан. Механізми реакцій елімінування. Правило Зайцева.

Реакції галогенопохідних з металами. Реактиви Грін'єра та можливі шляхи їх використання. Одержання елементорганічних сполук.

Вступ до стереохімії органічних сполук. Асиметричний атом вуглецю. Енантіомери та діастереомери. Абсолютна конфігурація. Збереження, обернення конфігурації та рацемізація на прикладі реакції нуклеофільного заміщення. Номенклатура Кана-Інгольда-Прелога. Оптична активність органічних сполук. Поляриметрія.

Тема 4. Ненасичені вуглеводні (алкени).

Номенклатура та ізомерія алкенів. Загальні методи синтезу. Структурна та реакційна здатність подвійного зв'язку вуглець-вуглець. Реакції електрофільного приєднання. Правило Марковнікова. Приклади реакцій електрофільного приєднання. Катіонна полімеризація алкенів. Вільно-радикальні реакції алкенів. Алільний радикал, катіон та аніон. Делокалізація заряду і стабільність. Мезомерний ефект. Приклади реакцій вільно-радикального приєднання. Вільно-радикальна полімеризація. Реакції окиснення алкенів.

Тема 5. Кисневмісні монопохідні вуглеводнів (спирти та етери).

Структура, ізомерія та номенклатура спиртів, етерів. Огляд основних способів введення гідроксильних груп. Хімічні властивості одноатомних спиртів. Водневий зв'язок та його характеристики. Реакції по О–Н зв'язку. Взаємодія з кремнійорганічними сполуками. Поняття про захисну групу. Реакції по С–О зв'язку. Принцип мікроскопічної зворотності. Реакції дво- та триатомних спиртів. Пінакон-пінаколінове перегрупування. Реакції окиснення спиртів.

Тема 6. Ненасичені вуглеводні (алкіни та дієни).

Структура, ізомерія та номенклатура алкінів. Стабільність та реакційна здатність потрійного зв'язку. Кислотність ацетилену та термінальних алкінів. Основні методи одержання. Хімічні властивості алкінів. Реакції по С–Н зв'язку. Поняття про С–Н кислоти. Реакції електрофільного приєднання. Реакції нуклеофільного приєднання. Окиснення алкінів.

Структура, ізомерія та номенклатура дієнів. Кумульовані, спряжені дієни та дієни з ізольованими С=C зв'язками. Загальні способи одержання спряжених дієнів. Хімічні властивості спряжених дієнів. Реакції 1,2- та 1,4-електрофільного приєднання. Поняття про кінетичний та термодинамічний контроль реакції на прикладі реакції гідробромовання. Аніонна полімеризація спряжених дієнів. Реакція Дільса-Альдера. Окиснення спряжених дієнів.

Тема 7. Ароматичні вуглеводні та їх галогено- та кисневмісні похідні.

Ароматичні вуглеводні. Концепція ароматичності. Правило Хюккеля. Конденсовані та гетероциклічні системи. Особливості реакційної здатності ароматичних вуглеводнів. Механізм реакцій електрофільного заміщення. Особливості заміщення у монозаміщених аренів. Правила орієнтації.

Ароматичні галогенопохідні. Механізми реакцій нуклеофільного заміщення. Рухливість галогенів, зв'язаних із sp^2 -гібридизованим атомом вуглецю. Порівняння індукційного та мезомерного ефектів. Ароматичні галогенопохідні в органічному синтезі.

Феноли. Структура, ізомерія та номенклатура фенолів. Огляд основних методів одержання одноатомних фенолів. Фізичні властивості. Кислотність фенолів. Реакції фенолів по О–Н зв'язку. Реакції електрофільного

ароматичного заміщення. Електронодонорні властивості гідроксильної групи.

Азото- та кисневмісні поліфункціональні синтетичні та природні похідні вуглеводнів

Тема 1. Карбонільні сполуки (альдегіди і кетони).

Структура, ізомерія і номенклатура альдегідів та кетонів. Найважливіші представники аліфатичних та ароматичних карбонільних сполук. Фізичні властивості. Основні методи одержання альдегідів і кетонів. Структура реакційна здатність карбонільної групи та шляхи можливої функціоналізації альдегідів і кетонів. Реакції нуклеофільного приєднання: загальні закономірності, схема механізму, приклади. Приєднання металоорганічних сполук. Реакції відновлення альдегідів і кетонів.

Тема 2. Карбонові кислоти.

Номенклатура та ізомерія карбонових кислот. 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 O–H. Електролітичні властивості карбонових кислот та їх солей. Реакції нуклеофільного заміщення по тетраедричному атому вуглецю. Електрохімічне та термічне декарбоксілювання.

Тема 3. Еноли та еноляти.

Основні способи одержання енолів та енолятів. Основні напрямки функціоналізації. Кето-енольна таутомерія. Механізми альдольної конденсації. Реакція Канніцаро. Естерні конденсації. Реакції α -галогенування карбонільних сполук. Синтези за участю малонового та ацетооцтового естерів. Реакція Міхаеля.

Тема 4. Азотовмісні органічні сполуки.

Основні типи азотовмісних функціональних груп. Номенклатура та ізомерія амінів. Огляд найважливіших способів синтезу амінів. Фізичні властивості. Основність амінів та фактори, що її визначають. Хімічні властивості амінів. Нуклеофільні реакції амінів.

Діазосполуки, їх структура, стабільність та реакційна здатність. Синтез діазосполук. Реакції діазосполук із виділенням та без виділення азоту. Реакції азосполучення.

Азосполуки. Загальне поняття про кольоровість. Азобарвники, індикатори та аналітичні реагенти на основі азосполук.

Тема 5. Функціональні групи, що містять азот та кисень.

Нітрозо- та нітросполуки. Способи їх одержання та хімічні властивості.

Тема 6. Вуглеводи.

Загальна класифікація вуглеводів. Способи зображення молекул. Номенклатура вуглеводів. Відносна конфігурація. Хімічні властивості вуглеводів. Мутаротація. Реакції по карбонільній групі. Реакції за участю циклічної форми. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди. Природні полімери, що містять структурні одиниці вуглеводів.

Тема 7. Ліпіди.

Загальна характеристика та структура ліпідів. Стереохімія. Жири, жирні кислоти, олії. Ефекти поверхнево-активних речовин. Способи їх одержання та хімічні властивості. Органічні похідні орто-фосфорної кислоти (фосфоліпіди). Ліпіди у природі. Терпени. Ізопренове правило. Стероїди.

Тема 8. Амінокислоти.

Класифікація амінокислот. Стереохімія амінокислот. Кислотоно-основні властивості. Ізоелектрична крапка. Електрофорез. Основні шляхи синтезу амінокислот. Хімічні властивості амінокислот. Пептидний зв'язок та способи його утворення. Білки.

Тема 9. Гетероциклічні сполуки.

Загальна класифікація гетероциклічних сполук. П'ятичленні гетероцикли: методи одержання та хімічні властивості. Ацидофобність та ацидофільність. Конденсовані гетероциклічні системи. Шестичленні азотовмісні гетероцикли, їх структура та реакційна здатність. Методи одержання та хімічні властивості. Кето-енольна таутомерія в хімії гетероциклічних сполук. Нуклеозиди, нуклеотиди та нуклеїнові кислоти.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2001.- 864 с.
2. Чирва В.Я., Ярмлюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія: підручник. – Львів: БаК, 2009. – 996 с.
3. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992, - 504 с.
4. Юровская М.А., Куркин А.В. Основы органической химии: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 236 с.

ФІЗИЧНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ

Розділ 1. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ТА ХІМІЧНІ РІВНОВАГИ.

Тема 1.1. Основні положення хімічної термодинаміки.

Перший закон термодинаміки. Предмет хімічної термодинаміки. Основні поняття: система, процес, термодинамічні змінні. Робота, теплота, внутрішня енергія. Функції процесу та функції стану системи. Перший закон термодинаміки, його математичний вираз. Застосування першого закону термодинаміки до найбільш поширених процесів хімічних виробництв.

Тема 1.2. Термохімія.

Закон Гесса. Калориметрія. Теплоти утворення, згоряння, розчинення, нейтралізації. Стандартний стан речовини. Обчислення теплових ефектів процесів за допомогою таблиць стандартних теплот утворення та згоряння. Залежність теплового ефекту процесу від температури. Рівняння Кірхгофа в диференціальній та інтегральній формах. Використання законів термохімії при складанні теплового балансу у хіміко-технологічних виробництвах.

Тема 1.3. Другий та третій закон термодинаміки.

Оборотні та необоротні процеси. Другий закон термодинаміки, його математичний вираз. Ентропія, її фізичний зміст. Ентропія та ймовірність стану системи. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Третій закон термодинаміки. Абсолютне значення ентропії. Розрахунки зміни ентропії у процесах.

Тема 1.4. Термодинамічні потенціали.

Внутрішня енергія Гіббса, енергія Гельмгольца. Критерії рівноваги та напрямку процесів. Рівняння Гіббса-Гельмгольца, його практичне застосування у хімічній технології.

Тема 1.5. Термодинаміка хімічної рівноваги.

Критерії рівноваги. Закон діючих мас, його вивід. Різні способи вираження константи хімічної рівноваги. Рівняння ізотерми хімічної реакції Вант-Гоффа. Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізохори та ізобари хімічної реакції Вант-Гоффа. Обчислення константи рівноваги за допомогою таблиць стандартних термодинамічних величин. Принцип Ле-Шательє та його використання для оптимізації параметрів хіміко-технологічних процесів.

Розділ 2. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ ТА РОЗЧИНИ

Тема 2.1. Фазова рівновага в однокомпонентних системах. Основні поняття: фаза, компонент, термодинамічні ступені свободи. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Діаграма стану однокомпонентних систем.

Тема 2.2. Фазова рівновага у бінарних системах.

Фазові діаграми двокомпонентних систем. Поняття про фізико-хімічний аналіз. Термічний аналіз, його застосування у технологічній практиці.

Тема 2.3. Фазова рівновага у потрійних системах. Закон розподілу. Екстракція.

Розподіл речовини між двома незмішуваними розчинниками. Закон розподілу Нернста. Рівняння Шилова. Екстракція, її значення в технології виробництва хіміко-технологічної продукції.

Тема 2.4. Ідеальні розчини. Колігативні властивості розведених розчинів.

Ідеальні розчини. Закон Рауля. Зміна температур замерзання та кипіння рідин внаслідок утворення розчинів. Кріоскопія і ебуліоскопія. Осмос. Осмотичний тиск. Значення колігативних властивостей розчинів для виробництва хіміко-технологічної продукції та лікарських засобів з використанням хіміко-технологічних методів.

Відхилення від закону Рауля у реальних розчинах. Поняття про активність..

Тема 2.4. Закони Коновалова. Методи перегонки. Взаємна розчинність рідин.

Закони Коновалова. Фракційна перегонка. Взаємна нерозчинність рідин. Перегонка з водяною парою. Перегонка під вакуумом. Методи розділення азеотропних сумішей. Рівновага рідина-рідина. Взаємна розчинність рідин. Критична температура розчинності.

Розділ 3. ХІМІЧНА КІНЕТИКА

Тема 3.1. Формальна кінетика.

Хімічна кінетика, її значення для фармації. Швидкість реакції, її залежність від різноманітних факторів. Молекулярність і порядок реакції. Кінетичні рівняння реакцій нульового, першого, другого і третього порядків. Методи визначення порядку реакції. Залежність константи реакції від температури. Правило Вант-Гоффа, його використання для визначення строків придатності біотехнологічної продукції. Рівняння Арреніуса. Теорія активних зіткнень. Енергія активації. Стеричний фактор. Поняття про теорію перехідного стану або активованого комплексу.

Тема 3.2. Кінетика складних і особливих реакцій.

Складні реакції (паралельні, послідовні, оборотні, спряжені).

Ланцюгові реакції. Основні стадії ланцюгової реакції. Прості та розгалужені ланцюгові реакції. Вплив тиску і температури на перебіг ланцюгових реакцій. Фотохімічні реакції. Закони фотохімії. Квантовий вихід реакції. Кінетика гетерогенних процесів.

Тема 3.3. Каталіз.

Загальні положення та закономірності каталізу. Енергія активації каталітичних реакцій. Гомогенний каталіз. Кисотно-основний каталіз. Ферментативний каталіз. Гетерогенний каталіз, його особливості. Основи теорій гетерогенного каталізу.

Розділ 4. ЕЛЕКТРОХІМІЯ.

Тема 4.1. Властивості розчинів електролітів. Електрична провідність розчинів електролітів.

Теорія Арреніуса. Ступінь дисоціації. Ізотонічний коефіцієнт. Теорія розчинів сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Поняття про іонну атмосферу. Іонна сила розчинів і активність електролітів.

Тема 4.2. Електрична провідність розчинів електролітів.

Електрична провідність розчинів електролітів. Питома та молярна електрична провідність, їх залежність від різних факторів. Молярна електрична провідність при нескінченному розведенні. Закон Кольрауша. Визначення ступеню та константи дисоціації слабкого електроліту, добутку розчинності важкорозчинної солі кондуктометричним методом. Кондуктометричне титрування, його значення для аналізу хіміко-технологічної продукції.

Тема 4.3. Електродні потенціали та електрорушійні сили. Потенціометрія.

Механізм виникнення електродного потенціалу. Рівняння Нернста. Класифікація електродів. Електроди першого роду. Водневий електрод. Електроди другого роду. Каломельний та хлорсрібний електроди. Окисно-відновні електроди. Іонселективні електроди (ІСЕ). Складний електрод. Визначення іонного показника (водневого, металевого, аніонного). Застосування ІСЕ у аналізі хіміко-технологічних продуктів. Приготування буферних розчинів Класифікація гальванічних елементів. Оборотні та необоротні гальванічні елементи. Ланцюги без переносу і з переносом. Концентраційні елементи. Дифузійний потенціал. Потенціометрія. Потенціометричне титрування та його значення для аналізу хіміко-технологічної продукції.

Тема 4.4. Нерівноважні електродні процеси.

Електроліз. Закони Фарадея. Поняття про електродну поляризацію. Поняття про концентраційну та хімічну поляризацію. Електроліз. Напруга розкладу. Перенапруга.

Розділ 5. ОСНОВИ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ

Тема 5.1. Поверхнева енергія і поверхневий натяг. Змочування. Когезія. Адгезія. Поверхнева енергія Гіббса. Поверхневий натяг. Змочування, його кількісні характеристики. Розтікання. Вибіркове змочування. Практичне значення змочування. Когезія. Адгезія.

Тема 5.2. Сорбційні процеси. Адсорбція.

Сорбційні процеси, їх класифікація. Адсорбція: основні поняття та визначення. Термодинамічне рівняння адсорбції Гіббса.

Адсорбція на межі рідина-газ. Поверхневий натяг розчинів. Поверхнево-активні речовини. Поверхнева активність, її визначення. Правило Дюкло-Траубе. Рівняння Шишковського.

Адсорбція на межі тверде тіло-газ і тверде тіло-розчин. Загальні положення. Емпіричне рівняння Фройндліха. Фактори, що впливають на

адсорбцію газів і розчинених речовин. Правило вирівнювання полярності (П.О. Ребіндер). Теорії моно- і полімолекулярної адсорбції (Ленгмюра, БЕТ, Полян). Адсорбція електролітів. Адсорбція іонів на твердій поверхні. Правило Панета-Фаянса. Іонний обмін. Іоніти: класифікація та практичне застосування.

Тема 5.3. Деякі аспекти практичного застосування поверхневих явищ.

Ефект Ребіндера, його практичне значення. Застосування сорбційних процесів у технології біотехнологічних препаратів. Поняття про хроматографію. Класифікація хроматографічних методів, їх практичне використання.

Тема 5.4. Класифікація, одержання та очищення дисперсних систем

Дисперсні системи. Дисперсна фаза і дисперсійне середовище. Ступінь дисперсності. Класифікація дисперсних систем за різними ознаками.

Методи одержання дисперсних систем. Методи очищення колоїдних систем: діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація, електроультрафільтрація.

Тема 5.5. Молекулярно-кінетичні та оптичні властивості дисперсних систем. Броунівський рух (рівняння Ейнштейна), дифузія (рівняння Фіка), осмотичний тиск. Дифузійно-седиментаційна рівновага. Седиментаційний аналіз дисперсності. Ультрацентрифуга, її застосування для дослідження колоїдних систем. Розсіювання світла (рівняння Релея). Ультрамікроскопія. Нефелометрія. Турбідиметрія. Електронна мікроскопія.

Тема 5.6. Електричні властивості дисперсних систем. Виникнення подвійного електричного шару (ПЕШ). Будова подвійного електричного шару. Електротермодинамічний та електрокінетичний потенціали. Вплив різних факторів на товщину дифузійного шару протиіонів на величину електрокінетичного потенціалу. Будова ПЕШ на поверхні колоїдних частинок. Будова міцели ліофобного золю. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос, потенціал течії, потенціал седиментації. Зв'язок між електрокінетичним потенціалом і електрофоретичною швидкістю колоїдних частинок (рівняння Гельмгольца-Смолуховського). Електрофоретичний метод визначення електрокінетичного потенціалу. Практичне використання електрокінетичних явищ у технології, фармації, біології, медицині тощо.

Тема 5.7. Стійкість і коагуляція ліофобних дисперсних систем.

Типи і фактори стійкості ліофобних дисперсних систем. Коагуляція ліофобних дисперсних систем і фактори, що її викликають. Поріг коагуляції та його визначення. Закономірності коагуляції. Правило Шульце-Гарді. Кінетика коагуляції. Швидка та повільна коагуляція. Рівняння Смолуховського. Нейтралізаційна та концентраційна коагуляція. Поняття про теорію ДЛФО. Обґрунтування правила Шульце-Гарді за допомогою теорії ДЛФО. Явища, які супроводжують коагуляцію: синергізм, антагонізм, явище "звикання", "зони коагуляції", гетерокоагуляція. Колоїдний захист. Значення стабілізації дисперсних систем хіміко-технологічних продуктів. Оборотність коагуляції. Пептизація.

Тема 5.8. Окремі класи дисперсних систем

Аерозолі: класифікація, одержання, властивості. Стійкість аерозолів і фактори, що її визначають. Методи руйнування аерозолів. Застосування аерозолів у біотехнології. Порошки, їх властивості та способи одержання. Злежування, грануляція та розпилювання порошків.

Суспензії: одержання та властивості. Стійкість суспензій. Седиментаційний аналіз суспензій. Пасти. Застосування у біотехнології. Піни, їх одержання. Стійкість та руйнування пін. Значення пін та піноутворення. Емульсії: класифікація, методи одержання і властивості. Типи емульсій. Емульгатори і механізм їх дії. Обернення фаз емульсій. Застосування емульсій у хімічній технології.

Тема 5.9. Колоїдні поверхнево-активні речовини.

Міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Критична концентрація міцелоутворення та її визначення. Будова міцел ПАР. Застосування колоїдних ПАР у хімічній технології.

Тема 5.10. Фізико-хімічні властивості розчинів дисперсних систем.

Набрякання і розчинення ВМС. Вплив різних факторів на величину набрякання. Кінетика набрякання. В'язкість розчинів ВМС. Аномальна і структурна в'язкість. Рівняння Ейнштейна, Бінгема, Штаудингера. Віскозиметричний метод визначення молекулярної маси полімерів. Осмотичний тиск розчинів ВМС. Рівняння Галлера. Поліелектроліти. Ізоелектрична точка і методи її визначення. Мембранна рівновага Доннана. Значення цього процесу для вивчення транспорту лікарських речовин, одержаних біотехнологічними методами, у клітині організму. Драглі, їх властивості. Желатинування. Тиксотропія. Висолювання. Коацервація. Синерезис.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Киреев В.А. Курс физической химии. - М.: Химия, 1975. - 776 с.
2. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. - М.: Высш.шк., 1988.
3. Физическая химия / Под ред. К.С.Краснова. - М.: Высш.шк., 1982.- 688 с.
4. Фізична хімія. М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. - 2004. – 300 с.
5. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. - М.: Химия, 1975.- 512с.
6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. - Л.: Химия, 1984.- 368с.
7. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. - М.: Химия, 1989.- 464с.
8. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем. М.О. Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004. – 300 с.

ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

1. Поняття хіміко-технологічного процесу, критерії оцінки ХТП.

1.1 Зміст і мета вивчення дисципліни "Загальна хімічна технологія". Поняття хімічної технології. Історичний аспект розвитку хімічної технології. Роль хімічної технології в господарському комплексі України. Основні тенденції розвитку хімічних виробництв. Масштаби і асортимент виробництва хімічної продукції.

1.2 Класифікація ХТП за комплексом динамічних, хімічних і фазових ознак. Критерії оцінки ефективності ХТС: економічні, соціальні, експлуатаційні, технологічні. Технологічні критерії ефективності ХТП: ступінь перетворення, вихід цільового продукту, селективність, інтенсивність.

1.3 Фізико-хімічні закономірності ХТС, її окремих стадій і реакторів як основа математичної моделі ХТС. Технологічна схема ХТС.

1.4 Матеріальний і тепловий (енергетичний) баланси ХТП. Мета складання балансів. їх розрахунок у відповідності з КНД 3-001. Величини, що використовуються для складання теплового балансу: фізична теплота речовини, теплоти реакцій та фазових переходів.

1.5 Розрахунок ступеня перетворення ХТП, що супроводжується зміною об'єму реакційного середовища. Зв'язок між ступенями перетворення вихідних компонентів реакційної суміші.

2. Термодинамічний аналіз хіміко-технологічного процесу.

2.1 Створення нових і удосконалення діючих ХТП. Попередній вибір технологічних режимів ХТП, що ґрунтується на необоротних реакціях, з використанням термодинамічних властивостей вихідної сировини та продуктів реакції. Попередній вибір технологічних режимів проведення ХТП, що ґрунтуються на оборотних реакціях за участю газової (рідинної) фази.

2.2 Температурна залежність енергії Гіббса хімічної речовини і реакції та її розрахунок. Термодинамічний аналіз ХТП, що ґрунтується на оборотних реакціях. Розрахунок рівноважного виходу цільового продукту з використанням різних методів для ХТП, що ґрунтуються на простих та складних оборотних реакціях за участю газової фази. Методи розрахунку рівноважного виходу. Визначення впливу температури, тиску, співвідношення компонентів та рівноважний вихід цільового продукту. Визначення необхідності організації рециркуляції сировини, проміжного виведення продуктів та інертних компонентів із реакційної суміші. Кількісний вираз принципу Ле-Шател'є для оборотних реакцій.

2.3 Розрахунок рівноважного ступеня перетворення та виходу цільового продукту для ХТП, що ґрунтується на складних паралельних або послідовно-паралельних реакціях.

3. Кінетичний аналіз хіміко-технологічного процесу.

3.1 Призначення кінетичного аналізу ХТП. Класифікація ХТП. Мікро- і макрокінетика ХТП. Використання кінетичного рівняння для розрахунків показників ХТП. Трансформація змінних кінетичного рівняння. Швидкість реакції та процесу. Порядок реакції та енергія активації.

3.2 Кінетика ХТП, що ґрунтується на оборотних реакціях. Поняття оптимальної температури ХТП. Розрахунок оптимальної температури з використанням кінетичних констант реакції.

4. Гомогенні та гетерогенні хімічні процеси.

4.1 Визначення гомогенного хімічного процесу. Прості реакції (незворотні та зворотні), залежність швидкості простих реакцій від концентрації та ступеня перетворення. Залежність швидкості зворотної реакції n-го порядку від ступеня перетворення при різних температурах (реакції ендотермічні та екзотермічні). Лінія оптимальних температур. Складні реакції. Паралельна схема перетворення. Послідовна схема перетворення. Залежність селективності від концентрації для схем паралельних і послідовних. Кінетика гомогенних ХТП, її основні закономірності. Швидкість ХТП, що ґрунтуються на оборотних та послідовно паралельних гомогенних реакціях. Вплив технологічних параметрів (температури, тиску, концентрації компонентів) та швидкості проведення гомогенних ХТП. Методи інтенсифікації гомогенних процесів.

4.2 Гетерогенні хімічні процеси. Основні положення. Кінетика гетерогенних некаталітичних процесів.

4.3 Класифікація гетерогенних некаталітичних ХТП. Основні моделі гетерогенних ХТП. Стадії проходження гетерогенного ХТП. Лімітуюча стадія ХТП. Стаціонарний режим ХТП. Визначення лімітуючої стадії з використанням температури, швидкості потоку, тонини помелу твердої фази. Области проходження гетерогенного ХТП: зовнішньодифузійна, внутрішньодифузійна, кінетична. Інженерні методи інтенсифікації лімітуючої стадії ХТП. Особливості гетерогенного процесу в системі "газ-рідина".

4.4 Температурна та концентраційна залежність швидкості гомогенного ХТП. Інтенсифікація гомогенних хіміко-технологічних процесів. Інтенсифікація гетерогенних хіміко-технологічних процесів.

5. Каталітичні процеси. Промисловий каталіз.

5.1 Стадії гетерогенно-каталітичного процесу. Особливості проходження гетерогенно-каталітичного ХТП. Технологічні характеристики твердих каталізаторів: активність, селективність, робоча температура, каталітичні отрути, питома поверхня, поруватість та інші. Ступінь використання внутрішньої поверхні каталізаторів. Кінетичні особливості гетерогенно-каталітичних ХТП. Промислові каталізатори (контакти). Кінетика гомогенного каталізу. Прогресивні методи інтенсифікації хіміко-технологічних процесів (біохімічні, лазерохімічні, плазмохімічні, радіохімічні, ультразвукові та ін.). Конструкції реакторів для каталітичних процесів. Особливості конструкції реакторів для процесів під тиском.

5.2 Інтенсифікація каталітичних хіміко-технологічних процесів. Конструктивні особливості реакторів для проведення ХТП різних типів.

6. Хімічні реактори.

6.1 Ідеальні моделі реакторів і їх промислові метаморфози. Температурний режим в реакторах: ізотермічний, адіабатичний, політермічний. Адіабатична зміна температури в реакторі. Особливості розрахунку робочого об'єму адіабатичного реактора. Конструктивні особливості реакторів для підтримання оптимального температурного режиму: ізотермічного, адіабатичного, політермічного.

6.2 Конструктивні особливості реакторів для проведення гомогенних і гетерогенних процесів в системах "газ-тверде тіло", "газ-рідина", "рідина-тверде тіло". Особливості конструкції реакторів для каталітичних процесів. Особливості конструкції реакторів для процесів під тиском. Конструктивні особливості реакторів для проведення ХТП різних типів.

7. Хіміко-технологічні системи. Зв'язки. Стан, аналіз, синтез.

7.1 Склад і структура хіміко-технологічних систем. Елементи та зв'язки хіміко-технологічних систем. Класифікація елементів ХТС. Класифікація зв'язків хіміко-технологічних систем. Моделі ХТС.

7.2 Завдання аналізу хіміко-технологічних систем. Властивості ХТС як системи. Режим апарата. Вдосконалення елемента (одинокий реактор, реактор у системі). Неоднозначність режимів та їх стійкість. Наявність режимів. Коливальний режим. Ефективність використання матеріальних ресурсів. Енергетична та ексергетична ефективності ХТС.

7.3 Завдання синтезу хіміко-технологічної системи. Еволюція ХТС. Синтез ХТС і сировинні ресурси. Синтез ХТС і енергетичні ресурси. Синтез ХТС і відходи виробництва. Синтез ХТС і обладнання.

7.4 Математичні моделі хіміко-технологічних систем. Хімічна енергія потоку. Ефективність організації процесу в ХТС. Гранична ефективність ХТС. Вторинні енергетичні ресурси. енерготехнологічна система. Концепція мінімізації відходів.

8. Основи промислової екології.

8.1 Охорона навколишнього середовища. Забруднення атмосфери. Стічні води. Тверді відходи. Очистка промислових викидів: очистка газових викидів (принципи, основні технологічні прийоми), очистка стічних вод, зберігання та утилізація твердих відходів. Фізико-хімічні основи та апаратне оформлення процесів.

8.2 Класифікація промислових забруднень біосфери. Поняття ГДК. Поняття ГДВ. Побудова екологічно безпечної ХТС. Технологічний процес - основа безвідходності і екологічної безпеки виробництва, знешкодження і утилізація газових, рідких і твердих викидів промислового виробництва. Типові схеми знешкодження газових, рідких і твердих відходів виробництва.

8.3 Основні принципи створення безвідходних виробництв. Економічні наслідки забруднення навколишнього середовища. Контроль стану навколишнього середовища.

8.4 Методи очистки газових викидів. Каталітичні методи очистки газових викидів. Основи відстоювання та фільтрації що до очистки стічних вод. Захоронення твердих відходів. Очистка радіоактивних відходів.

9. Сировинні та енергетичні джерела хімічної промисловості.

9.1 Сировинна та енергетична підсистеми ХТС. Сировинні джерела хімічної промисловості. Комплексне використання сировини. Комбіновані хіміко-технологічні системи. Підготовка сировини для ХТП, збагачення сировини та її попередня підготовка. Стандартизація сировини.

9.2 Вода як сировина і технологічний компонент ХТП. Промислова водопідготовка. Засоби обеззаражування води та боротьба з біобростаннями в трубах та виробничий апаратурі. Очистка стічних вод. Технологічні особливості біохімічної очистки стічних вод. Водозворотні цикли хімічних виробництв.

9.3 Технологічна характеристика промивних вод.

9.4 Енергетичні джерела хімічної промисловості. Рациональне використання енергії. Енерготехнологічний принцип ХТС. Принцип енергетичної побудови ХТП. Основні технологічні методи утилізації вторинних енергоресурсів.

9.5 Тверді палива та засоби їх збагачення і переробки. Рідке паливо: нафтопродукти, первинна переробка нафти, деструктивна переробка нафти. Загальна характеристика нафтохімічного комплексу. Газофазні енергоносії. Утилізаційні установки.

9.6 Засоби використання вторинних енергетичних ресурсів.

10. Інженерне оформлення найважливіших типових хіміко-технологічних систем.

10.1 Виробництво сірчаної кислоти як приклад синтезу енерготехнологічної багатоступеневої ХТС, що працює при атмосферному тиску. Масштаби виробництва. Галузі використання. Сировинні джерела. Технологічні і екологічні проблеми, що вирішуються при виробництві сульфатної кислоти. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів виробництва оксиду сірки (IV), окиснення оксиду сірки (IV) і абсорбції оксиду сірки (IV). Каталізатори окиснення оксиду сірки (IV). Енерготехнологічна схема виробництва сульфатної кислоти і олеуму. Екологічно-безпечна технологічна схема ДК-ДА. Основні технологічні реактори відділення обпалу, окиснення і абсорбції. Перспективи удосконалення процесів виробництва сульфатної кислоти. Вивчення принципів роботи технологічних реакторів, що використовується у виробництві сульфатної кислоти.

10.2 Синтез аміаку - хіміко-технологічна система неорганічного класу зі складною схемою технологічних зв'язків. Аміак - основа виробництва азотовмісних сполук. Сировинні джерела. Виробництво технологічних газів на основі твердих, рідких та газоподібних палив. Фізико-хімічні обґрунтування режимів пароповітряної конверсії метану, конверсії оксиду вуглецю (II) та очищення технологічних газів від кисневих сполук. Каталізатори відділення виробництва синтез-газу. Типові прийоми реалізації

енерготехнологічної схеми виробництва синтез-газу. Основні технологічні реактори відділення синтез-газу. Технологічні і екологічні проблеми та їх вирішення у відділенні синтезу аміаку. Фізико-хімічні обґрунтування режимів процесу синтезу аміаку. Основні технологічні реактори. Перспективи удосконалення технології виробництва аміаку.

10.3 Виробництво азотної кислоти як приклад синтезу високотехнологічної ХТС. Сировинні джерела. Технологічні і екологічні проблеми, що вирішуються при виробництві НК. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів стадій конверсії аміаку, абсорбції нітрозних газів та знешкодження технологічних викидів. Каталізатори конверсії аміаку та проблеми економії платини. Енерготехнологічна схема виробництва розведеної нітратної кислоти. Основні технологічні реактори. Виробництво концентрованої нітратної кислоти. Фізико-хімічне обґрунтування технологічних режимів процесів. Технологічні схеми. Перспективи удосконалення технологій виробництва НК. Вивчення принципів роботи та конструкцій технологічних реакторів, що використовуються в енерготехнологічних схемах виробництва азотної кислоти.

10.4 Виробництво екстракційної фосфорної кислоти як приклад гетерогенного ХТП класу "рідина - тверде тіло". Сировина, фізико-хімічні основи. Доміси, їх вплив на процес. Технологічна схема. Апаратурне оформлення. Екологія виробництва. Области використання.

10.5 Виробництво термічної фосфорної кислоти як приклад високотемпературного процесу. Об'єми виробництва у світі і в Україні. Области використання. Сировинна база в Україні. Фізико-хімічні основи процесу і обґрунтування технологічної схеми як результат вирішення технологічних і екологічних проблем виробництва. Основні (типові) технологічні реактори. Способи отримання екстракційної фосфорної кислоти – переваги та недоліки. Напрями вирішення екологічних проблем у виробництві фосфорної кислоти.

10.6 Синтез метилового спирту. Области використання. Масштаби виробництва. Сировинна база. Виробництво синтез-газу метилового спирту. Фізико-хімічні основи процесу синтезу метилового спирту та обґрунтування технологічних режимів. Компонування технологічної схеми. Апаратурне оформлення процесу (типові прийоми). Аналітичне порівняння технології синтезу неорганічної, біохімічної, органічної продукції як результат інженерного вирішення фізико-хімічних проблем реакцій синтезу речовин. Вивчення принципів роботи та конструкції технологічних реакторів, що використовуються в енерготехнологічних виробництвах метилового спирту. Засоби захисту апаратури від корозії. Циклічність процесів, віддувка.

10.7 Синтез етилового спирту – хіміко-технологічна система органічного класу зі складною схемою технологічних зв'язків. Об'єми виробництва. Области використання, сировинна база. Виробництво технічного газу - етилену. Технологічні та екологічні проблеми та їх вирішення при виробництві етилену. Фізико-хімічні основи процесу прямої

гідратації етилену і обґрунтування оптимальних технологічних режимів. Каталізатори синтезу. Компонування і обґрунтування технологічної схеми прямої гідратації етилену як результат оптимізації технологічних режимів і рішення технологічних проблем. Синтези на основі етилового спирту, виробництво дивінілу. Вивчення принципів роботи та конструкції реакторів у виробництвах синтезів етилового спирту та дивінілу.

10.8 Виробництво кальцинованої соди – приклад сольового виробництва. Сировина. Загальна схема виробництва. Технологічна схема. Отримання диоксиду вуглецю: фізико-хімічні основи, апаратурне оформлення. Виготовлення вапнового молока. Очистка та виготовлення амонізованного розсолу. Фільтрування суспензії гідрокарбонату натрію і стадія кальцинації. Регенерація аміаку із рідин содового виробництва. Утилізація дистилерних рідин.

10.9 Виробництво хлориду водню і хлоридної кислоти. Застосування і способи виробництва хлориду водню та хлоридної кислоти. Сировина. Теоретичні основи процесів одержання хлориду водню та хлоридної кислоти, функціональна та принципова технологічна схема, апаратурне оформлення. Відходи виробництв.

10.10 Електрохімічні та електротермічні виробництва. Виробництва каустичної соди і хлору. Електроліз водних розчинів хлориду натрію (з твердим та рідким катодом). Сировина. Теоретичні основи процесів одержання хлориду водню та хлоридної кислоти, функціональна та принципова технологічна схема, апаратурне оформлення. Відходи виробництв. Виробництво карбиду кальцію. Сировина. Теоретичні основи процесів одержання хлориду водню та хлоридної кислоти, функціональна та принципова технологічна схема, апаратурне оформлення. Відходи виробництв.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальна хімічна технологія / Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 552 с.
2. Основы химической технологии. Т.1, 2. / Под ред. И.П. Мухлёнова. – М: Высшая школа, 1991. – 463 с.
3. Кутепов А.М., Бондарева Т.Н., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. М: Высшая школа, 1990. – 520 с.
4. Общая химическая технология / Под ред. Амелина А.Г.-М: Химия, 1977. – 400 с.
5. Общая химическая технология / Мухлёнов И.П., Авербах А.Я., Тумаркина Е.С. и др. // Т.2. Теоретические основы химической технологии. М.: Высшая школа, 1984. – 256 с.
6. Бесков В.С., Сафонов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии – М.: Химия, 1999. – 472 с.

ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО ЗАВДАННЯ

1. Користуючись законом еквівалентів, розрахуйте молярну масу еквівалентів металу, якщо відомо, що 3,24 г металу утворюють 3,48 г оксиду.

- А. 108 г/моль
- Б. 216 г/моль
- В. 85,5 г/моль

2. Наведіть електронну конфігурацію двох останніх енергетичних рівнів атома елемента з порядковим номером 30. Вкажіть положення цього елемента у періодичній системі.

- А. $3s^23p^63d^{10}4s^2$; 4 період, 2 група, побічна підгрупа
- Б. $3s^23p^64s^2$; 4 період, 2 група, головна підгрупа
- В. $3s^23p^64s^23d^{10}$; 4 період, 8 група, побічна підгрупа

3. Для комплексної сполуки сульфат тетрааміноцинку(II) наведіть: - хімічну формулу та вкажіть: - комплексоутворювач з зарядом; - його координаційне число; - ліганд; - тип гібридизації атомних орбіталей комплексоутворювача.

- 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 .

4. 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: $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$, $\Delta H < 0$

- А. $K_c = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2 \cdot [O_2]}$; P↑; T↓; C(H₂O)↓; C(H₂)↑; C(O₂)↑
- Б. $K_c = \frac{[H_2]^2 \cdot [O_2]}{[H_2O]^2}$; P↑; T↑; C(H₂O)↑; C(H₂)↑; C(O₂)↑
- В. $K_c = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2 + [O_2]}$; P↑; T↓; C(H₂O)↓; C(H₂)↑; C(O₂)↑

5. Масова частка речовини HCl у водному розчині становить 26,2 %; густина розчину - 1,13 г/см³. Розрахуйте молярну концентрацію цієї речовини у розчині.

- А. C(HCl) = 8,11 моль/л
- Б. C(HCl) = $8,11 \cdot 10^{-3}$ моль/л
- В. C(HCl) = $8,11 \cdot 10^{-3}$ моль/мл

6. Розрахуйте значення рН розчину КОН з молярною концентрацією 0,0001 моль/л.

А. рН = 10

Б. рН = 4

В. рН = 8,9

7. Наведіть іонне рівняння I стадії гідролізу солі Na₂S. Оцініть рН розчину.

А. $S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$, рН > 7

Б. $S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$, рН < 7

В. $Na^+ + H_2O \rightleftharpoons NaOH + H^+$, рН < 7

8. Запишіть рівняння окисно-відновної реакції, розставте коефіцієнти, склавши окисно-відновний баланс. Підрахуйте суму всіх коефіцієнтів окисно-відновної реакції. До якого типу відноситься реакція?

$KMnO_4 + HCl =$

А. 35, ММОВ

Б. 27, ВМОВ

В. 35, СОСВ

9. Ізооктан є стандартом моторного палива з октановим числом 100. Наведіть структурну формулу сполуки та оберіть для неї назву за номенклатурою ІЮПАК.

А. Ізооктан; Б. Триметилізообутилметан; В. 2,2,4-Триметилпентан.

10. Хлоропрен – мономер для синтезу хлоропренового каучуку. Наведіть структурну формулу сполуки та вкажіть тип розміщення подвійних зв'язків у її молекулі.

А. Ізольовані; Б. Спряжені; В. Кумульовані.

11. 4-Метил-1-фенілпентанол-2 – один з 300 компонентів, що створюють запах какао. Наведіть структурну формулу сполуки та вкажіть, чи можлива для неї просторова ізомерія.

А. Оптична; Б. Геометрична; В. Неможлива.

12. Тропова (1-феніл-2-гідроксипропанова) кислота у вигляді естеру зустрічається у алкалоїді атропіні. Наведіть структурну формулу сполуки та вкажіть, який тип органічної сполуки утворюється за нагрівання тропової кислоти.

А. Лактид; Б. Ненасичена кислота; В. Лактон.

13. Наука «Загальна хімічна технологія» вивчає:

- А. технічні і технологічні методи забезпечення хімічних перетворень;
- Б. Найбільш масові і ефективні методи переробки сировини у цільові продукти за допомогою хімічних перетворень;
- В. Технічні і технологічні методи забезпечення хімічних перетворень.

14. Значення активності каталізатора завжди має бути більше 100%?

- А. так;
- Б. ні.

15. Що таке «ступінь перетворення» (обрати одну відповідь):

- А. ступінь перетворення – відношення початкової кількості вихідної речовини, до її кількості, що вступила в реакцію;
- Б. ступінь перетворення – відношення кількості вихідної речовини, яка прореагувала до її початкової кількості;
- В. ступінь перетворення – відношення отриманого цільового продукту речовини, до кількості, вихідної речовини, яка прореагувала.

16. Що таке «вихід» (обрати та позначити вірну відповідь):

- А. вихід продукту – відношення максимально можливої кількості отриманого продукту реакції до практично отриманої кількості;
- Б. вихід продукту – відношення кількості практично отриманого продукту реакції до кількості вихідної сировини;
- В. вихід продукту – відношення кількості практично отриманого продукту реакції до її максимально можливої (теоретичної) кількості.

17. Для хімічного процесу



зміна ентропії за $T=500\text{K}$, враховуючи те, що $\Delta C_P^0 = \text{const}$ становить у $\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^1$:

А. -200,45

Б. - 205,32

В. - 45,05

18. Температура плавлення чистого алюмінію становить 660°C , а теплота плавлення - $10,8 \text{ кДж/моль}$. Розчинність алюмінію в сплаві $\text{Al}-\text{Mg}$ за температури 580°C у % становить:

А. 87

Б. 65

В. 99

19. У реакції першого порядку з початковою концентрацією $2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$, 20% речовини реагує за 50 с, а 20% речовини з початковою концентрацією $3 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ прореагує за, с:

A. 100

B. 50

B. 25

20. Електродний потенціал хлор – срібного електроду в розчині KCl $m= 0,01 \frac{\text{моль}}{\text{кг}}$ за температурі 25 °C дорівнює у В:

A. 0,343

B. 0,222

B. 0,101

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Білет додаткового випробування складається з 20 тестових завдань. Білети побудовано таким чином, щоб на виконання кожного із завдань здобувач витрачав приблизно – 5-6 хвилин.

Кожне завдання оцінюється експертом незалежно від інших за шкалою від 0 до 5 балів. Бали розподіляються наступним чином:

5 балів – Наведена правильна відповідь. За потреби обрана відповідь підтверджена розрахунками чи рівняннями.

4 бали – Наведена правильна відповідь, але відсутні необхідні розрахунками чи рівняннями.

3-1 бали – Наведені часткові правильні розрахунки або пояснення, але відповідь обрано невірною.

0 балів – Наведена відповідь невірна або відсутня. Відсутні будь-які розрахунки або пояснення.

Для отримання відповідних оцінок (ECTS та традиційних) рейтингові бали переводиться згідно з таблицею:

Бали	Традиційна оцінка
95 ÷ 100	зараховано
85 ÷ 94	
75 ÷ 84	
65 ÷ 74	
60 ÷ 64	
Менше 60	незадовільно

За результатами додаткового вступного випробування, вступники, які отримали оцінку «зараховано», допускаються до участі в основному конкурсі.

Вступники, які під час проходження додаткового вступного випробування скористалися додатковими джерелами інформації та/або технічними засобами, відсторонюються від випробування. За результатами випробування їм виставляється оцінка «Незадовільно», незалежно від змісту та обсягу написаного і апеляції з цього приводу розгляду не підлягають.

Розробники програми:

Доцент кафедри загальної та неорганічної хімії, канд. хім. наук



Потаскалов Вадим Анатолійович

Заст. зав. кафедри органічної хімії та технології органічних речовин, канд. хім. наук



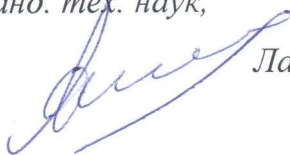
Родіонов Володимир Миколайович

Доцент кафедри фізичної хімії, канд. техн. наук



Єфімова Вероніка Гарієвна

Ст. викладач кафедри технології неорганічних речовин і загальної хімічної технології, канд. тех. наук,



Лапінський Андрій Вікторович