

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІКХХВ ім. А.В. Думанського
НАН України
академік НАН України



_____ В.В. Гончарук

_____ 2021 р.

ПРОГРАМА
вступного іспиту до аспірантури за
спеціальністю 102 – «Хімія»,
спеціалізації
«Колоїдна хімія», «Екологічна безпека»

Програма затверджена
Вченою радою Інституту
колоїдної хімії та хімії води
ім. А.В. Думанського НАН України
протокол № 6 від 23.03.2021 р.

Київ-2021

Колоїдна хімія

1. Визначення, основні поняття колоїдної хімії

Сучасна колоїдна хімія як вчення про дисперсний стан речовини та поверхневі явища в дисперсних системах. Предмет вивчення, задачі дослідження, теоретичні та експериментальні методи колоїдної хімії. Універсальність та особливості дисперсного стану речовини у природі та технологічних процесах. Визначна роль поверхневих явищ та поверхнево-активних речовин (ПАР) при утворенні, стабілізації, руйнуванні дисперсних систем та керування їх властивостями.

Роль колоїдної хімії в народному господарстві як загальнонаукової основи оптимізації та інтенсифікації виробничих процесів, які проходять за участю дисперсних фаз, підвищення якості продукції, заощадження матеріалів та енергії, охорона навколишнього середовища. Значення колоїдної хімії для розвитку біологічних, геологічних наук, ґрунтознавства, медицини.

2. Молекулярні взаємодії та загальні властивості поверхні розділу фаз

Методи термодинаміки поверхневих явищ: метод надлишкових величин Гіббса та метод шарів кінцевої товщини; згущення термодинамічних функцій у поверхневому шарі. Вільна поверхнева енергія, поверхневий натяг, молекулярний тиск; їх зв'язок з іншими характеристиками сил взаємодій в конденсованих фазах. Молекулярна природа надлишку поверхневої енергії для тіл з різним типом міжчастинкових взаємодій; дисперсійна складова поверхневої енергії на різних міжфазних межах; експериментальні та теоретичні засоби визначення поверхневої енергії. Термодинамічні умови змочування та розтікання на твердих та рідких поверхнях; рівняння Юнга та Неймана. Критичні натяги змочування за Цісманом. Вибіркове змочування, його роль в процесах просочування, фільтрації, витіснення, колоїдно-хімічна суть флотації. Змочування реальної твердої поверхні, гістерезис змочування. Основи теорії капілярності. Капілярний тиск, рівняння Лапласа. Залежність тиску насиченої пари та розчинності від кривизни поверхні розділу співіснуючих фаз; закон Томсона (Кельвіна). Самовільні процеси ізотермічної перегонки, узагальненої рекристалізації, капілярної конденсації. Роль капілярних явищ у промисловості та агротехніці.

3. Адсорбційні шари та їх вплив на властивості дисперсних систем

Термодинаміка адсорбції, рівняння Гіббса. Поверхнева активність. Поверхнево-активні та інактивні речовини. Адсорбція газів на твердій поверхні. Робота, теплота та ентропія адсорбції. Фізична адсорбція та хемосорбція. Ізотерми адсорбції газів. Локалізована мономолекулярна адсорбція за теорією Ленгмюра. Потенціальна теорія полімолекулярної

адсорбції Поляні. Теорія десорбції парів Брунауера, Еммета, Теллера. Адсорбційні методи вивчення пористої структури та поверхні адсорбенту. Особливості адсорбції молекул та іонів з розчинів на твердій поверхні. Адсорбційна хроматографія. Адсорбція органічних поверхнево-активних речовин (ПАР) на межі розчин-газ. Залежність поверхневого натягу від концентрації ПАР у розчині, рівняння Шишковського, його зв'язок з рівняннями Гіббса та Ленгмюра. Правило Дюкло-Траубе та його теоретичне обґрунтування. Кінетика адсорбції. Адсорбційні шари малорозчинних ПАР на поверхні води. Двовимірний стан речовини в адсорбційному шарі. Ізотерми двовимірного тиску для конденсованих плівок. Особливості поведінки високомолекулярних ПАР та біополімерів в адсорбційних шарах. Мультимолекулярні шари. Закономірності адсорбції на межах різних конденсованих фаз. Рушійні сили та орієнтація молекул ПАР при адсорбції з полярної та неполярної фази на міжфазній поверхні. Гідрофобні взаємодії. Класифікація ПАР за механізмом дії та за молекулярною будовою. Основні класи аніонних, катіонних, амфолітних, неіоногенних ПАР, їх властивості, галузі застосування, біорозкладання. Ліофілізація поверхні адсорбційними шарами водо- та малорозчинних ПАР. Вплив ПАР на змочування та адгезію у природі та техніці, в тому числі, при збагачуванні корисних копалин, у процесах граничного тертя та змащувальної дії.

4. Електроповерхневі явища в дисперсних системах

Електрокінетичні явища у вільно- та зв'язнодисперсних системах. Рівняння Гельмгольца-Смолуховського. Будова подвійного електричного шару слабо та сильнозарядженої поверхні. Електрокінетичний потенціал; межа ковзання. Подвійний електричний шар міцел гідрофобних золь, білків та поліелектролітів. Вплив різних електролітів та специфічної адсорбції на електрокінетичний потенціал; перезарядження поверхні. Ізоелектрична точка та точка нульового заряду. Іонний обмін у природі та техніці; ґрунтовий іонообмінний комплекс, синтетичні (органічні та неорганічні) іонообмінні. Електрокінетичні та фільтраційні властивості капілярних систем. Мембранна рівновага Доннана. Суспензійний ефект. Практичне застосування електрокінетичних явищ: осушення ґрунтів, електрофоретичне осадження, використання іоноселективних діафрагм у водоочистці та інших технологічних процесах. Електродіаліз. Іонообмінна рівновага. Рівняння Нікольського.

5. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем

Універсальність молекулярно-кінетичних властивостей розчинів і дисперсних систем. Теорія броунівського руху за Ейнштейном-Смолуховським; флуктуація концентрації в колоїдних розчинах. Дифузія в колоїдних системах. Закони Фіка. Рівняння Ейнштейна. Осмотичні явища в колоїдних системах, їх роль в біологічних процесах. Седиментація в

дисперсних системах. Седиментаційний аналіз. Застосування центрифугування. Седиментаційно-дифузна рівновага Перрена-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро.

6. Оптичні властивості колоїдних систем

Розсіяння та поляризація світла в колоїдних системах. Закон Релея та умови його використання. Індикатори світлорозсіяння. Поглинання світла в дисперсних системах. Основи теорії Дебая. Нерелеївське розсіяння та поглинання світла. Забарвлення колоїдів. Подвійне променезаломлення в колоїдних системах. Визначення концентрації, розмірів та форми частинок за кутовим розподілом світлорозсіяння та його залежності від довжини хвилі. Використання ультра- та електронної мікроскопії, рентгенівських та інших фізичних методів для дослідження дисперсних систем.

7. Утворення дисперсних систем

Основи термодинаміки дисперсних систем. Робота утворення частинок дисперсної фази. Ентропія утворення колоїдної системи за Щукіним-Ребіндером. Ліюфобні та ліюфільні системи. Ліюфобні системи з ліюфільною поверхнею розділу фаз. Конденсаційні методи отримання дисперсних систем. Теорія утворення нової дисперсної фази за Гіббсом-Фольмером. Гомогенне та гетерогенне зародкоутворення. Роль заряду при утворенні частинок аерозолі. Кінетика утворення та росту зародків нової фази. Шляхи керування дисперсністю при концентраційному утворенні нових фаз. Очистка колоїдних систем. Процеси диспергування та дезагрегації в техніці та в природі. Застосування ПАР для підвищення інтенсивності диспергування і стабілізації частинок, які утворюються.

8. Стійкість ліюфобних дисперсних систем

Седиментаційна та агрегативна стійкість дисперсних систем. Порушення стійкості внаслідок самовільних процесів коагуляції, коалесценції, рекристалізації, ізотермічної перегонки у вільно- та зв'язнодисперсних системах; роль теплового руху частинок. Фактори агрегативної стійкості ліюфобних дисперсних систем; роль тонких плівок дисперсійного середовища. Розклинювальний тиск в тонких плівках та його складові за Дерягіним. Молекулярна складова розклинювального тиску; вплив середовища на значення константи Гамакера. Електростатична складова; вплив електролітів на відштовхування дифузних шарів протионів. Ефект Марангоні-Гіббса. В'язкий опір витіканню дисперсного середовища. Захисні колоїди. Структурно-механічний бар'єр та його реологічні властивості за Ребіндером як фактор стабілізації дисперсної системи Коагуляція гідрофобних зольей електролітами: теорія Дерягіна-Ландау-Фервея-Овербека. Концентраційна та нейтралізаційна коагуляція. Зони стійкості при

перезарядці. Правило Шульце-Гарді. Критерій Ейлерса-Корфа. Кінетика швидкої та довільної коагуляції за Смолуховським та Фуксом. Фактор стійкості. Оборотна коагуляція. Пептизація. Флокуляція. Гетерокоагуляція. Стійкість та коагуляція зелей і суспензій у технологічних процесах і в природі. Емульсії: отримання, властивості, стійкість, застосування. Гідрофільно-ліпофільний баланс молекул ПАР при стабілізації прямих та оборотних емульсій. Руйнування емульсій; деемульгування нафти. Піни: отримання, властивості, методи стабілізації, практичне використання; піногасіння. Тонкі плівки як елемент пін та емульсій. Умови рівноваги з каналом Гіббса-Плато. Ізотерми розклинювального тиску тонких плівок. Первинні та вторинні (ньютонівські) чорні плівки. Стійкість плівок. Роль плівок (мембран) у біологічних системах. Аерозолі: утворення, особливості стійкості, електричні властивості; роль в метрології, техніці, сільському господарстві. Шкідливі та вибухонебезпечні аерозолі. Руйнування (уловлювання) аерозолів.

9. Ліофільні колоїдні системи

Термодинамічна стійкість (рівноважність) мікрогетерогенних дисперсних систем з низьким значенням міжфазної енергії; критерій самовільного диспергування та стійкості ліофільних колоїдних систем за Ребіндером-Щукіним. Колоїдна розчинність. Міжфазна енергія та стійкість системи при наближенні до критичної області. Мила та високомолекулярні сполуки, які здатні утворювати ліофільні колоїдні системи. Критична концентрація міцелоутворення, термодинаміка міцелоутворення; роль гідрофобних взаємодій. Солюбілізація вуглеводнів у міцелах мил та глобулярних білках. Міцелоутворення і солюбілізація у оборотних системах. Діаграми фазових станів двох- та багатокомпонентних дисперсій міцелоутворюючих ПАР. Міцелярні системи і мікроемульсії у нафтовидобуванні та інших технологічних процесах. Колоїдна хімія пральної дії; синтетичні пральні засоби.

10. Структуроутворення. фізико-хімічна механіка дисперсних систем та твердих тіл

Механічні властивості та їх опис за допомогою реологічних моделей: пружність (високоеластичність), в'язкість, пластичність, міцність. Закони Гука, Ньютона, Ейнштейна, Кулона; наслідки відхилень. В'язко-пружна поведінка за Максвеллом та за Кельвіном. В'язко-пластична поведінка за Шведовим та Бінгамом. Внутрішні (залишкові) напруги. Ефективна в'язкість. Повна реологічна крива. Структуроутворення в дисперсних системах; типи дисперсних структур. Залежність міцності структури від її дисперсності (числа контактів) та властивості індивідуального контакту між частинками. Термодинаміка коагуляційного контакту вплив дисперсійного середовища, ПАР і електролітів на зчеплення в контакт. Періодичні колоїдні структури.

Тіксотропні коагуляційні структури у природі та техніці (глини, лакофарбові матеріали, наповнені полімери). Утворення конденсаційно-кристалізаційних структур при виділенні та зростанні частинок нової фази; колоїдно-хімічні основи твердіння мінеральних в'язучих речовин. Адсорбційний вплив середовища на пластичність та міцність твердих тіл і матеріалів: ефект Ребіндера. Основні фактори, які визначають форму та інтенсивність його проявлення; роль у геологічних процесах, використання в техніці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984. 368 с.
2. Фролов М.Г. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1982. 464 с.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1976. 512 с.
4. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979. 382 с.
5. Духин С.С, Дерягин Б.В. Электрофорез. М.: Наука, 1976. 328 с.
6. Физико-химическая механика природы дисперсных систем; под ред. Щукина Е.Д., Перцева Н.В., Осипова В.И., Злочевского Р.И. М.: изд. МГУ, 1985. 264 с.
7. В.В. Гончарук. Наука о воде. К.: Наукова думка, 2010. 510 с.
8. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики, химии и биологии воды; под ред. акад. НАН Украины Гончарука В.В. Киев: Наукова думка, 2011. 390 с.
9. А.К. Запольский, Н.А. Мешкова-Клименко, І.М. Астрелін та інш. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ: Лібра, 2000. 552 с.
10. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды; под ред. акад. НАН Украины Гончарука В.В. Киев: Наукова думка. 2005. 400 с.
11. Ю.И. Тарасевич. Поверхностные явления на дисперсных материалах. К.: Наукова думка, 2011. 390 с.
12. В.В. Гончарук, Г.Л. Камалов, Г.А. Ковтун, Е.С. Рудаков, В.К. Яцимирский. Катализ. Механизмы гомогенного и гетерогенного катализа. Кластерные подходы. К.: Наукова думка, 2002. 542 с.
13. Булавін Л.А. Кармазіна Т.В. Клепко В.В. Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ. К.: Академперіодика, 2005. 640 с.
14. Коллоидно-химические основы нанонауки; под ред. А.П. Шпака, З.Р. Ульберг. К.: Академперіодика, 2005. 423 с.

Екологічна безпека

1. Охорона довкілля і раціональне використання природних ресурсів

Головні екологічні проблеми і шляхи їх вирішення. Екологічна криза і соціальний прогрес.

Уявлення про довкілля. Рівні організації довкілля. Природне, техногенне, географічне і соціальне середовище. Безпосередній і побічний антропогенний вплив на довкілля. Забруднення довкілля хімічними речовинами, тепловими викидами, електромагнітними полями, іонізуючим випромінюванням, шумами і т.д. Внесок у забруднення різних галузей народного господарства. Збитки від забруднення навколишнього середовища. Види збитків.

Уявлення про природні ресурси. Класифікація природних ресурсів. Соціальні ресурси. Класифікація соціальних ресурсів. Ступінь і динаміка використання природних ресурсів. Природні ресурси України.

Енергозабезпечення суспільства і проблеми довкілля. Структура енергоресурсів (нафта, природний газ, кам'яне вугілля, сировина для ядерної енергетики, гідроенергоресурси та інші). Альтернативні джерела енергії. Ядерна енергетика, як енергетика багатоцільових комплексних виробництв енергоносіїв та інших видів продукції.

2. Екологія

Предмет екології. Основні поняття екології: популяція, суспільство, біоценоз, екосистема, біогеоценоз, ландшафт, екосфера, біосфера.

Структура екосистем. Абіотичні та біотичні компоненти. Трансформація речовини в екосистемах. Харчові ланцюги, харчові мережі і трофічні рівні. Трофічні структури та екологічні піраміди. Фактори, що лімітують та регулюють розвиток екосистем.

Гомеостаз екосистем. Позитивні і негативні зворотні зв'язки в екосистемах.

Еволюція біосфери. Вчення В.І.Вернадського про біосферу. Будова біосфери. Ноосфера. Теорія циклічності природних ресурсів.

3. Хімія навколишнього середовища

Будова і властивості атмосфери як динамічної системи. Хімія та фізика атмосфери. Основні фотохімічні процеси, які проходять в різних шарах атмосфери. Тверді частки і аерозолі в атмосфері. Будова і властивості гідросфери як динамічної системи. Хімія природних вод. Процеси гідролізу і комплексоутворення. Природні колоїди. Будова і хімія літосфери. Особливості ґрунтового шару. Основні види ґрунтів в Україні. Процеси біохімічної трансформації речовини у ґрунтах.

Поняття про забруднювачі. Типи забруднювачів. Міграція, накопичення і трансформація основних забруднювачів в атмосфері, гідросфері і ґрунтах. Біотрансформація і біоаккумуляція забруднювачів. Пестициди, фреони, поліхлоровані біфеніли, детергенти в довкіллі, фотохімічний смог, хлоровані та кислотні дощі. Руйнування озонового шару.

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

4. Хімія на службі екології

Наукова основа одержання протифільтраційних матеріалів для захисту водних басейнів, ґрунтів, сільськогосподарських угідь.

Методи одержання чистої води. Методи очистки промислових стічних вод.

Тіксотропні коагуляційні структури в природі та техніці.

Екологічна токсикологія. Вплив хімічних, фізичних, біологічних і теплових забруднень на окремі елементи і функціональні зв'язки в екосистемах. Побудова ряду об'єктів токсигенного впливу в екосистемах. Концепція антропоцентризму в токсикології.

Хімічні забруднення - основна причина порушення гомеостазу в екосистемах. Хімічна травма біооб'єктів. Взаємозв'язок параметрів дози, концентрації і токсичності. Побудова ряду рівнів впливу на біооб'єкти. Толерантність і сенсibilізація до впливу токсикантів. Методи оцінки впливу токсагентів на окремі об'єкти. Елементи популяційного аналізу. Специфіка впливу токсагента на організм людини і людську популяцію.

Класифікація токсагентів (гігієнічні, токсикологічні) системи ГДК. Спеціальна токсичність (тератогенність, канцерогенність, синергізм). Вибірний вплив токсагентів на життєво важливі системи організму. Метаболізм токсагентів в організмі. Взаємозв'язок з хімічною будовою і фізико-хімічними характеристиками. Прогноз оцінки ГДК відносно безпечного рівня впливу розрахунковими методами.

5. Моніторинг і контроль стану оточуючого середовища

Уявлення і зміст моніторингу довкілля. Критерії якості довкілля. Геохімічних фон і геохімічні аномалії. Засоби і методи моніторингу і контролю якості довкілля.

Фізико-хімічні методи визначення малих і слідових кількостей речовин в різних середовищах. Метрологічні аспекти моніторингу довкілля.

Екологічне нормування. Гранично допустиме екологічне навантаження. Біотестування і тест-об'єкти.

Розрахунок і порядок розробки нормативів гранично допустимих викидів.

Трансобмежений перенос забруднюючих речовин. Біосферні заповідники.

6. Безвідходна технологія

Безвідходна технологія як основа створення екологічно обґрунтованого промислового виробництва. Принципи і концепція безвідходної і маловідходної технології. Критерії безвідходності. Енергоємність, матеріалоємність промислових виробництв.

7. Комплексне використання сировини і енергетичних ресурсів

Удосконалення існуючих і створення принципово нових екологічно обґрунтованих технологічних процесів. Фізико-хімічні основи сорбційних, екстракційних, електрохімічних, каталітичних, мембранних та інших процесів. Підвищення ефективності і інтенсифікація процесів. Розробка і організація замкнених водо- і газооборотних циклів.

Кооперація і сполучення виробництв. Рівні кооперації. Створення безвідходних територіально-виробничих комплексів. Виробництво будівельних матеріалів як зв'язуюча ланка у створенні безвідходних комплексів. Екологічні вимоги до продукції відходів виробництва і використання.

8. Раціональне використання і відтворення природних ресурсів

Утворення відходів як нераціональне використання природних ресурсів (мінеральної, енергетичної сировини).

Збирання, переробка і використання відходів виробництва і споживання. Використання відходів як вторинних матеріальних ресурсів. Роль хімічної технології в переробці відходів виробництва і споживання. Використання вторинних енергоресурсів.

Забруднення довкілля як нераціональне використання природних і соціальних ресурсів (атмосфери, води, поверхні землі, лісових, біологічних, рекреаційних ресурсів, здоров'я населення).

Динаміка і масштаб забруднення довкілля промисловими, сільськогосподарськими і побутовими відходами. Утворення відходів як біосферний процес. Класифікація промислових відходів.

Хімічні методи захисту довкілля. Класифікація і фізико-хімічні основи способів вилучення і очистки. Основний математичний апарат і методи розрахунку в технології захисту довкілля.

Типи викидів у атмосферу. Хімічний склад і властивості газових викидів як основа газоочистки. Класифікація і опис основних методів газоочистки і апаратурне оформлення процесів. Перспектива технології очистки газів.

Хімія промислових стічних вод. Особливості стану системи "газ-рідина" і "рідина-тверді тіла" в стічних водах. Процеси гідролізу і комплексоутворення в промислових стічних водах.

Умови випуску промислових стічних вод у біоочисні і каналізаційні системи та природні водоймища. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод перед їх надходженням до водойм. Класифікація і опис основних методів очистки промислових стічних вод і апаратурного оформлення процесів. Біологічна очистка стічних вод. Методи обробки осадів промислових стічних вод. Перспектива технології очистки стічних вод.

Хімічне забруднення - засолення, підкислення, залуження ґрунтів і зниження продуктивності. Природооновлювальні заходи.

Основні методи знешкодження і поховання токсичних неутилізованих відходів.

9. Ефективність природокористування

Економічна і експертна оцінка антропогенного впливу на довкілля. Соціально-економічне прогнозування.

Методи розрахунку економічних та екологічних збитків народному господарству від забруднення атмосфери, акустичного середовища, водоймищ і поверхні землі.

Визначення екологічно-економічних результатів і ефективності технологічних ресурсів виробництв та природоохоронних заходів.

Оцінка і прогноз впливу промислового виробництва на довкілля. Планування заходів по охороні довкілля і раціональному використанню природних ресурсів.



Експертиза і узгодження заходів по охороні довкілля, які розроблені в передпроектних і проектних документах.

Міжнародне співробітництво в галузі природокористування. Питання екологічного виховання і освіти. Екологічна етика.

ЛІТЕРАТУРА

1. Г.О. Білявський, Л.І. Бутченко. Основи екології: теорія і практикум: навч. посіб. Київ: Лібра, 2004. 368 с.
2. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды; под ред. акад. НАН Украины Гончарука В.В. Киев: Наукова думка. 2005. 400 с.
3. В.В. Гончарук. Наука о воде. Киев: Наукова думка, 2010. 510 с.
4. Г.О. Білявський, Р.С. Фурдий, І.Ю. Костіков. Основи екології: підручник. Київ: Либідь, 2004. 408 с.

Програму підготували:

1. Заступник директора з наукової роботи,
д-р хім. наук, професор
Мешкова-Клименко Н.А. 
2. Вчений секретар інституту,
канд. хім. наук
Сафронова В.Г. 
3. Відповідальна за роботу аспірантури,
канд. хім. наук
Юрлова Л.Ю. 