

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра фізичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан хімічного факультету



Олег КАЛУГІН

«31» серпня 2023р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Хімія тензидів та дисперсних систем

рівень вищої освіти магістр

галузь знань 10 Природничі науки

спеціальність 102 – хімія

освітня програма освітньо-наукова програма «Хімія»

спеціалізація — «Хімія»

вид дисципліни за вибором

факультет хімічний

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою хімічного факультету
30 серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Микола МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН, д. х. н., професор ЗВО кафедри фізичної хімії хімічного факультету

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної хімії

Протокол № 1 від 28 серпня 2023 року

Завідувач кафедри фізичної хімії



(підпис)

Микола МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми “Хімія”

Гарант освітньо-наукової програми “Хімія”



(підпис)

Микола МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми “Хімія”

Гарант освітньо-професійної програми “Хімія”



(підпис)

Андрій ДОРОШЕНКО

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 1 від 29 серпня 2023 року,

Голова методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Хімія тензидів та дисперсних систем» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістрів; спеціальність: 102 – хімія.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є: надання студентам уявлення щодо основних властивостей розчинів колоїдних поверхнево-активних речовин (ПАР) – тензидів та детергентів – у водних розчинах, процесів міцелоутворення та їх рушійних сил (гідрофобних, когезійних та електростатичних взаємодій), термодинаміки міцелоутворення, солюбілізації, механізму зниження поверхневого натягу та миючої дії, особливостей впливу міцел на хімічну рівновагу та швидкість хімічних реакцій, на оптичні властивості розчинених сполук. Ознайомлення з найважливішими галузями використання ПАР у промисловості, зокрема для модифікації поверхневих (міжфазних) шарів. Метою є також ознайомлення з окремими типами складних ПАР, перш за все – полімерів та фосфоліпідів, а також з процесами міцелоутворення у органічних, зокрема неполярних розчинниках, де відбувається створення обернених міцел та мікроемульсій.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Мотивація студентів до вивчення головних аспектів хімії тензидів. Засвоєння студентами причин та проявів специфічних властивостей ПАР. Навчання розумінню та аналізу процесів та явищ, які спостерігаються на межі поділу вода–повітря. Формулювання теоретичних основ, принципів та законів сучасної фізико-хімії міцел ПАР. Розуміння природи впливу міцел ПАР на перебіг хімічних процесів та вміння цілеспрямованого впливу на ці процеси. Навчання методам модифікації поверхонь поділу за допомогою ПАР. Знайомство з механізмами миючої дії детергентів.

1.3. Кількість кредитів: 5.

1.4. Загальна кількість годин: 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
32 год.	8 год.
Самостійна робота	
102 год.	136 год.
Індивідуальні завдання	
Не передбачені	

В умовах воєнного стану розподіл часу наступний:

Денна форма навчання:

Лекції – дистанційне навчання, 16 год.

Лабораторні – аудиторне навчання, 32 год.

Заочна форма навчання:

Лекції – дистанційне навчання, 6 год.

Лабораторні – аудиторне навчання, 8 год.

У разі необхідності – цілком дистанційна форма навчання.

1.6. Заплановані результати навчання

P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

P3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

P5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.

P6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

P7. Вільно спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою з професійних питань, усно і письмово презентувати результати досліджень з хімії іноземною мовою, брати участь в обговоренні проблем хімії.

P11. Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.

P14. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії. P15. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.

Знати: найважливіші типи ПАР та їх класифікацію за різними ознаками, основні літературні (довідкові) джерела для оцінки значень ККМ, температури Краффта, температури помутніння, солубілізаційної здатності, поверхневої активності, піноутворюючої здатності, поверхневої активності ПАР, характеристику миючої дії та стійкості у розчинах за різних умов та зовнішніх чинників (зокрема – температури), основні уявлення щодо гідрофобної гідратації та гідрофобної взаємодії, термодинаміки міцелоутворення, структури міцел іонних, неіонних та змішаних ПАР, бішарів фосфоліпідів, обернених міцел та мікроемульсій, впливу міцелярної псевдофази на спектри поглинання та випромінювання, на стан хімічних рівноваг (зокрема – кислотно-основних) та швидкість перебігу хімічних реакцій, загальні принципи впливу ПАР на стан поверхонь поділу, а також впливу різних фізичних та хімічних чинників на стан ПАР та ВМС у розчинах та можливостей управління цими станами.

Вміти: раціонально обирати ПАР (детергент, тензид) або ВМС, потрібні для вирішення тієї чи іншої наукової або прикладної задачі (включаючи здійснення солубілізації, піноутворення, варіювання в'язкості, стабілізації прямих та обернених мікроемульсій та емульсій, тощо); теоретично обчислити або приблизно оцінити значення ГЛБ, експериментально визначати ККМ даної ПАР (бажано – за допомогою різних методів), ідентифікувати тип невідомої ПАР та передбачати її поведінку у розчині в умовах варіювання зовнішніх параметрів та додаванні інших реагентів, проводити рН у міцелярних

розчинах; напівкількісно прогнозувати зміни у значеннях констант рівноваг та швидкостей реакцій, що можуть відбутися при переході від водного до міцелярного розчину.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Поверхнево-активні речовини (ПАР).

Поверхнева активність. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція як шлях зниження поверхневого натягу. Адсорбція ПАР на межі поділу вода–повітря. Структура мономолекулярного шару на поверхні води. Правила Дюкло-Траубе та Щіпунова. Уявлення щодо дифільності традиційних ПАР (surfactants). Основні різновиди ПАР. Синтез основних типів ПАР. Хімічна стабільність ПАР у розчинах.

Тема 2. Міцелоутворення у водних розчинах.

Гідрофільність та гідрофобність. Уявлення щодо гідрофобної гідратації, її ентропійної природи. Гідрофобна взаємодія. Міцелоутворення колоїдних ПАР у водних розчинах, рушійні сили міцелоутворення. Поняття про псевдофазу. Умови міцелоутворення. Рівноважний характер процесу міцелоутворення, динамічна природа міцел. Дві моделі міцелоутворення: псевдофазова та квазіхімічна. Колективний характер міцелоутворення та поняття про критичну концентрацію міцелоутворення (ККМ). Методи експериментального визначення ККМ. Термодинаміка міцелоутворення. Міцелярні розчини ПАР як основний тип гідрофільних колоїдних систем.

Тема 3. Вплив різних чинників на характер міцелоутворення у воді.

Температура Краффта іонних ПАР та температура помутніння неіонних ПАР. Вплив неіонних домішок різного типу на ККМ. Вплив структури ПАР (довжини вуглеводного радикалу, природи гідрофільної частини та протиіону) на значення ККМ ПАР у воді. Вплив електролітів на значення ККМ іонних ПАР.

Тема 4. Структура міцел ПАР.

Структура міцел ПАР різних типів. Міцели іонних ПАР: електрокінетичний потенціал, особливості шару Штерна, електричний потенціал шару Штерна та його теоретичні оцінки; модель будови міцел за Фромхерцем, специфіка міцел неіонних ПАР. Поліморфізм міцел. Міцели Хартлі, Мак-Бена та Дебая; інші структури міцел (стрічкоподібні, везикулярні, тощо). Суміші ПАР та виникнення змішаних міцел. Склад змішаних міцел та теорія Рабіна.

Тема 5. Явища солюбілізації, зв'язування, міцелярного каталізу.

Солюбілізація (колоїдне розчинення) та гідротропія. Зв'язування водорозчинних речовин міцелами ПАР, константа зв'язування, константа розподілу та адсорбційний потенціал Штерна. Приклади констант зв'язування сполук різної гідрофобності. Методи визначення констант зв'язування. Іонний обмін на поверхні іонних міцел. Сольватохромія та сольватофлуорохромія у міцелярних розчинах колоїдних ПАР. Системи “барвник + ПАР”. Зсув стану хімічних рівноваг у водному розчині при введенні міцел ПАР. Механізми впливу міцел на швидкість хімічних реакцій. Емульсійна полімеризація. Мікроемульсії. Гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ).

Тема 6. Протолітичні рівноваги у міцелярних розчинах ПАР.

Вплив іонних міцел на стан кислотно-основних рівноваг на прикладі індикаторів; уявні константи іонізації індикаторів. Правила Хартлі. Рівноваги у міцелах неіонних ПАР. Електростатична модель рівноваг та рівняння Хартлі–Макерджи–Фунасаки–Фромхерца. Значення рН на поверхні міцел іонних ПАР. Порівняння показників уявних констант іонізації зі значеннями у водному розчині. Модель псевдофазного іонного обміну (PIE) та порівняння її з електростатичною моделлю. Вплив електролітів на уявні константи іонізації.

Тема 7. Бішари фосфоліпідів. Біомембрани.

Структура фосфоліпідів, утворення моно- та мультіламельярних ліпосом, засоби виготовлення суспензій ліпосом. Будова моноламельярних ліпосом фосфоліпідів, порівняння штучних ліпосом з природними біомембранами. Фазові переходи у ліпосомах.

Тема 8. Розчини ВМС як ліофільні колоїдні системи.

Різновиди ВМС. Набухання. “Добрі” та “погані” розчинники. Розчинні ВМС: мономолекулярні колоїди. Поліелектроліти, поліамфоліти. Статистичний клубок та його структура в залежності від умов існування. В’язкість розчинів ВМС. Розчинні білки. Дендримери. Поліелектролітні “щітки”.

Тема 9. Обернені міцели колоїдних ПАР.

Обернені міцели та мікроемульсії ПАР у неполярних розчинниках. Солюбілізація води. Обернені мікроемульсії на основі Аерозоліу ОТ: структура, об’єм водяних “калюж”, кислотність всередині диспергованої водної фази, використання обернених мікроемульсій як реакторів для синтезу наночастинок.

Тема 10. Миюча дія детергентів-ПАР.

Обмеження, що виникають при використанні натрієвих та калієвих солей карбоксильних кислот (мил). Склад пральних порошків, шампунів, інших миючих засобів. Основні механізми миючої дії колоїдних ПАР.

Тема 11. Інші аспекти застосування колоїдних ПАР.

Міцели ПАР як темплати у синтезі мезопористих адсорбентів. Використання ПАР для управління поверхневим натягом, змочуванням та розтіканням. Адсорбція ПАР на твердих поверхнях. Використання ПАР у промисловості.

Тема 12. Ліофобні дисперсні системи.

Вплив електролітів на агрегативну стійкість. Теорія ДЛФО, сучасне тлумачення правила Шульце–Гарді, подальше розвинення теорії ДЛФО. 2D – правило Шульце–Гарды. Вплив ПАР на стабільність ліофобних дисперсних систем. Стабілізація та коагуляція. Перезарядження. Стабілізація золів у неводних системах. Нові колоїдні системи: розчини фуллеренів, SWCNT, MWCNT, наноалмази, дисперсії графену.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
л		п	лаб.	інд.	с.р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Усього годин	150	16		32		102	150	6		8		136	

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення критичної концентрації міцелоутворення ПАР	5	—
2	Піноутворення у водних розчинах ПАР	5	3
3	Солубілізація малорозчинних у воді сполук міцелами ПАР	5	3
4	Визначення уявної константи іонізації індикатора в міцелярному розчині	7	—
5	Кінетика хімічних реакцій у міцелярних розчинах ПАР	5	2
6	Ротаційна віскозіметрія	5	2
<i>Загалом</i>		32	8

5. Завдання для самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин	
<u>Поверхнево-активні речовини (ПАР).</u> Знати основні типи ПАР, їх властивості та виготовлення.	8	15
<u>Міцелоутворення у водних розчинах.</u> Знати зв'язок ККМ зі структурою ПАР.	22	22
<u>Вплив різних чинників на характер міцелоутворення у воді.</u> Знати закономірності впливу температури, добавок органічних розчинників та індичерентних електролітів на міцелоутворення іонних та неіонних ПАР.	12	17
<u>Структура міцел ПАР.</u> Ознайомитись зі структурою міцел іонних, цвітеріонних та неіонних ПАР, прямих та обернених міцел.	12	16

<u>Явища сольобілізації, зв'язування, міцелярного каталізу.</u> Знати основні закономірності та чинники зв'язування молекул та іонів міцелярною псевдофазою. Методи оцінки констант зв'язування.	12	18
<u>Протолітичні рівноваги у міцелярних розчинах ПАР.</u> Знати основні моделі протолітичних рівноваг в міцелях та підходи до визначення електростатичного потенціалу шару Штерна.	12	18
<u>Бішари фосфоліпідів. Біомембрани.</u> Ознайомитися зі структурою бішарів та везикул, ліпосом, як моно-, так і мультіламельярних. Структура, склад та властивості природних біомембран.	12	14
<u>Розчини ВМС як ліофільні колоїдні системи.</u> Знати основні властивості найбільш поширених типів розчинних ВМС, у тому числі поліелектролітів, їх структурних перетворень у водних розчинах.	6	16
<u>Обернені міцели колоїдних ПАР.</u> Знати способи виготовлення обернених міцел ПАР, їх структури і властивостей, а також створення обернених мікроемульсій.	22	24
<u>Миюча дія детергентів-ПАР.</u> Знати основні складові миючої дії ПАР, сумішей ПАР, склад основних типів моючих сумішей.	22	24
<u>Інші аспекти застосування колоїдних ПАР.</u> Мати уявлення щодо модифікації різноманітних поверхонь поділу за допомогою ПАР.	6	6
Усього годин	146	190

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

7. Методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, екзамен

8. Методи контролю

Звіт про виконання лабораторних робіт, екзамен. Екзамен складається в zoom та moodle з автентифікацією здобувача у режимі відео конференції.

9. Схема нарахування балів

Виконання та захист лабораторних робіт	Письмовий екзамен	Сума
10 x 6 = 60	40	100

Умовою допуску до екзамену є обов'язкове виконання всіх лабораторних робіт та складання завдань на всіх колоквиумах, а також розв'язання задач та написання контрольної роботи. Екзамен вважається зданим, якщо сума балів за екзамен ≥ 20 балів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	відмінно
80-89	добре
70-79	
60-69	задовільно
50-59	
1-49	незадовільно

Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Підручники, навчальні посібники.
3. Описи лабораторних робіт.

10. Рекомендована література Основна література

1. Moroi Y. Micelles. Theoretical and Applied Aspects. Springer. 2013, 252 p.
2. Israelachvili J. N. Intermolecular and Surface Forces. Academic Press. New York. 2013, 706 p.
3. Delgado, A.V.; González-Caballero, F.; Hunter, R.J.; Koopal, L.K.; Lyklema, J. Measurement and interpretation of electrokinetic phenomena. *J. Colloid Int. Sci.* **2007**, *309*, 194–224.
4. Мchedlov-Петросян М. О. Поверхнево-активні речовини. Стаття у Фармацевтичній Енциклопедії, Київ: Моріон, 2010.
5. Mchedlov-Petrosyan N.O., Vodolazkaya N.A., Kamneva. N.N. Acid-base equilibrium in aqueous micellar solutions of surfactants. / *Micelles: Structural Biochemistry, Formation and Functions & Usage* - Nova Publishers: N. Y. - 2013.- P. 1-71.

Допоміжна література

1. Deline, A.R.; Frank, B.P.; Smith, C.L.; Sigmon, L.R.; Wallace, A.N.; Gallagher, M.J.; Goodwin, D.G.; Durkin, D.P.; Fairbrother, D.H. Influence of Oxygen-Containing Functional Groups on the Environmental Properties, Transformations, and Toxicity of Carbon Nanotubes. *Chem. Rev.* **2020**, *120*, 11651–11697.
2. Mchedlov-Petrosyan, N.O. Fullerenes in aqueous media: A review. *Theoretical and Experimental Chemistry* **2020**, *55*, 361–391.

3. Lyklema, J. Overcharging, charge reversal: chemistry or physics? *Colloids Surf. A* **2006**, *291*, 3–12.
4. Lyklema, J. Joint development of insight into colloid stability and surface conduction, *Colloids Surf. A* **2014**, *440*, 161–169.
5. Курський М.Д., Кучеренко С.М. Біомембранологія. Київ: Вища школа, 1993. 260 с.