


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра фізичної та колоїдної хімії

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії хімічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри  Олександр РЕШЕТНЯК

Силабус з вибіркової дисципліни
«Самоорганізація в тонкому шарі»,
що викладається в межах ОПП другого (магістерського) рівня
вищої освіти для здобувачів зі спеціальності 102 ХІМІЯ

Львів 2022 р.

Назва дисципліни	«Самоорганізація в тонкому шарі» (1 семестр)
Адреса викладання дисципліни	Навчальний корпус хімічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія 6/ба.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Яцишин Михайло Миколайович, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії – лектор, – лабораторні заняття.
Контактна інформація викладачів	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії, вул. Кирила і Мефодія 6/ба, к. 129; тел. (032) 2600397 електронна пошта: mykhaylo.yatsyshyn@lnu.edu.ua
Консультації по дисципліні відбуваються	<i>Консультації під час семестру:</i> 1) очно при попередній домовленості з викладачем за адресою: хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія, 6, ауд. 1 чи ауд. 122; 2) заочно через електронну пошту
Сторінка дисципліни	Матеріали до дисципліни розміщені у системі MOODLE ЛНУ імені Івана Франка за адресою: http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=152
Інформація про дисципліну	“Самоорганізація в тонкому шарі” (5 семестр) є вибірковою навчальною дисципліною для студентів хімічного факультету, яка викладається в першому семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Програма дисципліни спеціалізації базується на фундаменті знань, засвоєних студентами при вивченні курсів "Фізична хімія", "Колоїдна хімія", вибіркового курсу "Наноструктуровані системи", та "Фізична хімія поверхневих явищ та мембранних процесів", які читаються студентам, що спеціалізуються на кафедрі фізичної та колоїдної хімії. Дисципліна спеціалізації “Самоорганізація в тонкому шарі” має за мету довести до студентів, що спеціалізуються на кафедрі фізичної та колоїдної хімії спеціальний матеріал, який практично не розглядається ними в такому обсязі та аспекті в процесі вивчення основних дисциплін з одного боку і акумулює в собі основні положення важливих розділів фізичної та колоїдної хімії з другого боку. Студії матеріалу даного спецкурсу дадуть можливість розібратись в сучасних проблемах високих технологій як на нано-, так і мікро-, і на макрорівні. Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання та виробити навички з різних форм застосування набутих знань та напрацювань, обов’язкові для того, щоб розкрити власний науковий потенціал та оформити наукові результати у цілісний продукт.
Мета та цілі дисципліни	Основною метою і завданням дисципліни вільного вибору є вивчення студентами загальних закономірностей та особливостей самоорганізації речовин на межі розділу фаз тверде тіло-газ, тверде тіло-розчин. Властивості речовин в інтерфазі. Застосування в сучасних нанотехнологіях.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна</i> 1. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Молекули в інтерфазі. Молекулярні самоорганізовані системи на твердій поверхні. Навч. посіб. для студ. хім. фак. – Львів: Вид. Центр ЛНУ ім. І.Франка. – 2005. – 178 с. 2. Електрохімічний синтез металевих наночастинок і нанокомпозитів:

- монографія / О. Кунтий, М. Яцишин, Г. Зозуля, О. Добровецька, О. Решетняк / за ред. О. Кунтого та О. Решетняка. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 288 с.
3. *Schreiber F.* Structure and growth of self-assembling monolayers // *Prog. Surf. Sci.* – 2000. – Vol. 65, Is. 1. – P. 151–256.
 4. *Kind M., Wöll C.* Organic surfaces exposed by self-assembled organothioli monolayers: Preparation, characterization, and application // *Progress Surf. Sci.* – 2009. – Vol. 84. – P. 230–278.
 5. *Ulman A.* Formation and Structure of Self-Assembled Monolayers // *Chem. Rev.* – 1996. – Vol. 96, Is. 4. – P. 1533–1554.
 6. *Ковальчук Є.П., Яцишин М.М., Ковалишин Я.С.* Речовина в інтерфазі. Фізична хімія тонких плівок. Львів. Вид-во ЛНУ. – 2005. – 228 с.
 7. Яцишин М. Методичні рекомендації для самостійної підготовки студентів окр “спеціаліст” із вибіркової дисципліни адсорбція і молекулярно організовані системи на твердій поверхні // Малий видавничий центр фізичного та хімічного факультетів ЛНУ імені Івана Франка. 2012. 34 с.

Додаткова

1. *Hnizdiukh Yu.A.* Chapter 12. Surface Modification of Polymeric Materials by Polyaniline and Application of Polyaniline/Polymeric Composites / Yu.A. Hnizdiukh, M.M. Yatsyshyn, and O.V. Reshetnyak // *Computational and Experimental Analysis of Functional Materials / Oleksandr V. Reshetnyak, Gennady E. Zaikov (Eds.) [Series: AAP Research Notes on Polymer Engineering Science and Technology].* – Toronto, New Jersey: Apple Academic Press, CRC Press (Taylor & Francis Group), 2017. – P. 423–472.
2. Колоїдна хімія: Підручник для студ. вищ. навч. закладів за ред. М.О. Мчедлова-Петросяна. – Харків, - 2012. – 500 с.
3. *Tony Gass & Franges S.Ligler,* Immobilized Biomolecules i Analysis. A practical Approach. Oxford, University Press, – 1998, – 216 p.
4. *Pluedemann E.P.* Silane coupling agends, Pergamon Press, New-York, 1990.
5. *Ulman A.* An introduction to Ultrathin Organic Films. From Langmuir-Bodgett to Self-Assembly. Academic Press, San-Diego, CA, – 1991.
6. *Heibel C., Mans S., Knoll W., Ruhe J.* Polymer supported biomembrane models. Organic Thin Films - Structure and Applications. ACS, Washington, – 1998.

Інформаційні ресурси:

1. www.elsevier.com
2. www.wiley.com
3. <http://pubs.acs.org/>
4. <http://chemetal-journal.org/>
5. <http://chem.lnu.edu.ua/visnykk/index.htm>
6. <http://nbuv.gov.ua/>
7. <http://www.sciencedirect.com/>
8. <https://www.scopus.com/>
9. <http://webofknowledge.com/>
10. <https://www.researchgate.net/>
11. <https://mon.gov.ua>

Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг курсу	Навчальний курс охоплює 5 кредитів (150 год). Курс складається з 16 год лекційних занять, 32 год лабораторних занять та 102 год самостійної роботи
Очікувані	В результаті вивчення дисципліни студенти повинні опанувати передбачені

результати навчання

програмою розділи “Самоорганізація в тонкому шарі”, що означає:

знати:

- загальні закономірності процесів утворення моношарових плівок на межі розділу розчин-адсорбент (твердий субстрат) шляхом самоорганізації;
- способи формування СОШ на твердих субстратах;
- сучасні способи фізико-хімічних досліджень СОШ на твердих субстратах;
- можливі хімічні реакції з участю речовин моношару та різних сполук із компонентами моношарової плівки;

вміти:

- одержувати самоорганізовані шари низькомолекулярних та полімерних речовин на твердих підкладках (матрицях-носіях);
- готувати зразки самоорганізованих шарів низькомолекулярних та полімерних речовин на твердих підкладках (матрицях-носіях для різних фізико-хімічних досліджень їхніх властивостей);
- інтерпритувати результати різних фізико-хімічних досліджень властивостей самоорганізованих шарів низько молекулярних та полімерних речовин на твердих підкладках;
- виготовляти сенсори для визначення парів органічних речовин у повітрі.

У результаті успішного вивчення курсу студент набуде **загальних компетентностей:**

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації;

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

та **спеціальних (фахових) компетентностей:**

СК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп’ютерного моделювання;

СК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент;

СК 4. Здатність інтерпритувати, об’єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження;

СК 5. Здатність формувати нові навички в розрізі нових завдань;

СК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними;

СК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання:

- **ПРН 3.** Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.
- **ПРН 6.** Знати методологію та організації наукового дослідження.
- **ПРН 7.** 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

	<p>обговоренні проблем хімії.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ПРН 8. Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефахівців. - ПРН 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними. - ПРН 10 Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.
Ключові слова	Самоорганізація речовин, самоорганізовані шари, інтерфаза, межі розділу фаз тверде тіло-газ, тверде тіло-розчин, властивості речовин в інтерфазі, методи сучасних досліджень самоорганізованих шарів, застосування самоорганізованих шарів у сучасних нанотехнологіях
Формат курсу	Очний: лекційні та лабораторні заняття; виконання домашніх завдань, здача колоквиумів та поточне тестування, проведення консультації у випадку труднощів з опануванням матеріалу
Теми	Теми курсу наведені в таблиці 1
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Фізика», «Вища математика», «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія» «Колоїдна хімія» «Хімія ВМС» необхідних для сприйняття категоріального апарату курсу, проведення необхідних математичних перетворень та розуміння природи та стану матеріалів, суті описуваних явищ самоорганізації та адсорбції.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Використовуються такі методи навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, консультація, бесіда, інструктаж (вступний та поточний під час виконання лабораторних робіт); б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами, графіками, фото- та відеоматеріалами; в) <i>практичні</i> – виконання лабораторних робіт, індивідуальних тестових та письмових контрольних завдань.
Необхідне обладнання	<p><i>Лекційні заняття</i> – мультимедійна установка та ноутбук.</p> <p><i>Лабораторні заняття</i> – обладнання навчальної Лабораторії з вибіркової дисципліни “Самоорганізація в тонкому шарі” кафедри фізичної та колоїдної хімії (потенціометри, потенціостати, установка для визначення крайового кута змочування, тощо).</p>
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • лабораторні роботи: 40% семестрової оцінки; • поточні тестові завдання: 40% семестрової оцінки; • модульні тестові завдання: 20% семестрової оцінки. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Вибіркова навчальна дисципліна “Самоорганізація в тонкому шарі” оцінюється за модульно-рейтинговою системою, згідно з якою всі види роботи розбито на 2 модулі. Кожен модуль передбачає виконання лабораторних робіт, виконання 8 тестів поточного та 2 тестів модульного контролю знань студентів.</p> <p>Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється у вигляді поточного та підсумкового контролю.</p> <p>При виставленні балів поточного контролю враховуються теоретичні знання студентів, продемонстровані ними під час опитувань в усній (допуски до лабораторних робіт) і письмовій (тестові контрольні завдання) формі, письмові звіти про виконання лабораторних робіт.</p> <p>Результати поточної навчальної діяльності студентів упродовж семестру оцінюються за 100-бальною шкалою.</p>

	<p>*Для того, щоб види навчальних робіт були зараховані студентів необхідно набрати не менше 50 балів.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти оформлять декілька звітів про виконання лабораторних робіт та тестових завдань.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями з відповідними висновками. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовому звіті студента є підставою для його незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на лабораторних заняттях та бали підсумкового опитування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p>
Питання до заліку	Перелік завдань та питань для усного опитування розміщений на сторінці курсу на платформі Moodle (e-learning.lnu.edu.ua).
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема курсу

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література. ***Ресурси в інтернеті	Завдання	Термін виконання
1	Тема 1. Завдання та предмет спецкурсу. Основні положення та визначення. Методи одержання самоорганізованих шарів (СОШ). Характеристики та структура самоорганізованих шарів. Застосування СОШ. Характеристика речовин та субстратів для формування СОШ.	Лекція	Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Молекули в інтерфазі. Молекулярні самоорганізовані системи на твердій поверхні. Навч. посіб. для студ. хім. фак. – Львів: Вид. Центр ЛНУ ім. І.Франка. – 2005. – 178 с. 2. О. Кунтий, М. Яцишин, Г. Зозуля, О. Добровецька, О. Решетняк. Електрохімічний синтез мета-левих наночастинок і нанокомпозитів: монографія // за ред. О. Кунтого та О. Решетняка. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 288 с.		Жовтень
2	Тема 2. Сучасні методи досліджень СОШ. Скануюча електронна (СЕМ) та тунельна мікроскопія (ТЕМ), мікроскопія атомних сил (МАС). Методи визначення крайового кута змочування. Еліпсометрія. ГЧ-ФП-спектрокопія, УФ-В спектрокопія. Вольтамперометрія.	Лекція, лабораторні заняття		Тести	Жовтень

3	Тема 3. Адсорбційне самовпорядкування низькомолекулярних сполук на твердій поверхні. Самоорганізовані моношари органотіолів на золоті. Утворення та відновлювальна десорбція моношару меркаптогексанолу на поверхні ртуті. Алкансиланові самоорганізовані шари. Алкільні моношари на поверхні кремнію. Самоорганізовані шари карбонових кислот на металоксидних поверхнях. Суперструктурування амінокислот на поверхні металів. Мультишари дифосфатів.	Лекція	3. Стрельцова. О. О. Самоорганізовані структури. Ліофільні колоїдні системи : навч. посіб. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 146 с.; 4. Schreiber F. Structure and growth of self-assembling monolayers // Prog. Surf. Sci. – 2000. – Vol. 65, Is. 1. – P. 151–256. 5. Kind M., Wöll C. Organic surfaces exposed by self-assembled organothiol monolayers: Preparation, characterization, and application // Progress Surf. Sci. – 2009. – Vol. 84. – P. 230–278. 6. Ulman A. Formation and Structure of Self-Assembled Monolayers // Chem. Rev. – 1996. – Vol. 96, Is. 4. – P. 1533–1554. 7. Ковальчук Є.П., Яцишин М.М., Ковалишин Я.С. Речовина в інтерфазі. Фізична хімія тонких плівок. Львів. Вид-во ЛНУ. – 2005. – 228 с. 8. Яцишин М. Методичні рекомендації для самостійної підготовки студентів ОПР “спеціаліст” із вибіркової дисципліни адсорбція і молекулярно організовані системи на твердій поверхні // Малий видавн. центр фіз. та хім. факультетів ЛНУ імені Івана Франка. 2012. 34 с.	Тести	Жовтень
4	Тема 4. Полімерні адсорбати на твердій поверхні. Самовпорядкування у багатошарових плівках під дією електростатичних сил. Супрамолекулярне впорядкування в результаті Н-зв'язування. Комплекси іонів з макромолекулярними лігандами на твердій поверхні. Селективна адсорбція типу “господар-гість” на самоорганізованих моношарах. Утворення ковалентно зв'язаних сомозібраних плівок гіперрозгалужених полімерів.	Лекція, лабораторні заняття		Тести Тести М1	Листопад
5	Тема 5. Імобілізація біологічно активних молекул на твердих підкладках. Самоорганізація лютину і його ацетатних похідних. Агрегування в сомозібраних шарах порфірину. Імобілізація ліпідів на твердих підкладках. Архітектура протейнових шарів. Ензими на твердій поверхні. Самозібрання молекул жорстко ланцюгових поліпептидів.	Лекція		Тести	Листопад
6	Тема 6. Реакції в самоорганізованих шарах. Кінетика і механізм утворення СОШ. Електрохімічні перетворення в СОШ. Хімічні взаємодії в моношарових плівках. Вплив різних чинників на перебіг реакцій у СОШ. Стадійність формування СОШ. Рівняння Венейбла. Ступінь заповнення поверхні твердого субстрату. Модель точкових острівців.	Лекція, лабораторні заняття	Допоміжна: Періодичні видання 1. Chemical Reviews 2. Nature Materials 3. Advanced Materials 4. Progress in Surface Science 5. Materials Research Letters 6. Chemistry of Materials 7. Applied Electronic Materials	Тести	Грудень
7	Тема 7. Розпушені плівки. Способи та технологія отримання багатокомпонентних ультратонких плівок. Етапність формування комбінованих багатокомпонентних плівок на скляних субстратах. Рушійна сила плівкоутворення ультратонких плівок. Роль глини у формуванні ультратонких плівок на склі. Кінетика і механізм утворення ультратонких плівок.	Лекція, лабораторні заняття	Інформаційні ресурси: 1. www.elsevier.com 2. www.wiley.com 3. http://pubs.acs.org/ 4. http://chemetal-journal.org/ 5. http://chem.lnu.edu.ua/visnykk/index.htm 6. http://nbuv.gov.ua/ 7. http://www.sciencedirect.com/ 8. https://www.scopus.com/ 9. http://webofknowledge.com/ 10. https://www.researchgate.net/ 11. https://mon.gov.ua	Тести	Грудень
8	Теми 8. Сучасне застосування самоорганізованих шарів в різних технологіях. Хімічні та біохімічні сенсори. Підкладки-матриці для осадження каталітичних шарів металів.	Лекція, лабораторні заняття		Тести Тести М2	Грудень