

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра фізичної та колоїдної хімії**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан хімічного факультету
проф. Лендел В.Г.
«01» вересня 2021 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанокаталіз

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Галузь знань **10 «Природничі науки»**

Спеціальність **102 «Хімія»**

Освітня програма **Хімія**

Статус дисципліни **Обов'язкова**

Мова навчання **українська**

Робоча програма навчальної дисципліни «**Нанокаталіз**» для здобувачів галузі знань 10 «Природничі науки», спеціальності 102 «Хімія», освітньої програми «Хімія» другого рівня вищої освіти ОС «магістр».

Розробник: Козьма Антон Антонович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол № 12 від «15» 06 2021 р.

Завідувач кафедри  Голуб Н.П.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 5 від «25» серпня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії  Кепич М.В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 90	5-ий
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3	9-ий
	Лекції:
	16 годин
	Практичні:
	-
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:
	18 годин
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	56 годин

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанокаталіз – одна з важливих дисциплін у системі вищої хімічної освіти. Це порівняно новий предмет, який базується на найновіших фізико-хімічних дослідженнях каталітичних процесів на нанорозмірних системах. Знання теоретичних основ нанокаталізу, що ґрунтується на поєднанні навчального матеріалу з фізичної, колоїдної та неорганічної хімії необхідні для глибшого і повнішого вивчення фахових хімічних дисциплін.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність працювати у команді.
- ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК 7. Здатність спілкуватися з представниками інших професій-них груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 14. Здатність до системного творчого мислення, наполегливості у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, гнучкість мислення.
- ЗК 15. Здатність організовувати та визначати цілі і завдання власної та колективної діяльності, забезпечувати їхнє ефективне та безпечне виконання.
- ЗК 16. Навички роботи в комп'ютерних мережах, використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та програмних засобів для обробки хімічних даних.
- ЗК 17. Здатність до вирішення проблем інноваційного характеру та пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності.

Фахові компетентності спеціальні (ФК):

- ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
- ФК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.
- ФК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.
- ФК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.
- ФК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.
- ФК 14. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії, володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності.
- ФК 21. Здатність створювати об'єкти інтелектуальної власності та ефективно

використовувати їх на базі правових норм, засвоювати методики проведення окремих робіт в області оформлення права власності та зразків типових норм різноманітних документів стосовно використання інтелектуальної власності і патентної літератури.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни ОК 7 «Нанокаталіз» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

ОК 06 – Вища математика;

ОК 07 – Фізика;

ОК 11 – Неорганічна хімія;

ОК 019 – Фізична хімія;

ВБ2.6. – Колоїдна хімія.

Програмні результати навчання (ПРН):

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Нанокаталіз» вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	ПРН 1
Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	ПРН 4
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	ПРН 5
Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі.	ПРН 6
Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.	ПРН 17

Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	ПРН 18
Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	ПРН 19
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.	ПРН 20
Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.	ПРН 23
Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.	ПРН 24

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

- ОРН1 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН2 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН3 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН4 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН5 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН6 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН7 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН8 – усна відповідь, виконання лабораторного практикуму, розв’язування задач (письмово), комп’ютерне тестування.
- ОРН9 – усна відповідь, комп’ютерне тестування.
- ОРН10 – усна відповідь, комп’ютерне тестування.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми контролю: **поточний контроль** здійснюється на кожному лабораторному занятті відповідно до конкретних цілей теми, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих тем, які студент опрацьовує самостійно та вони не входять до структури лабораторного заняття.

Застосовуються види об'єктивного (стандартизованого) контролю теоретичної та практичної підготовки студентів, які включають: усну відповідь, тестовий контроль, виконання лабораторного практикуму (та за необхідності розв'язування задач (письмово)).

Поточний контроль під час вивчення навчальної дисципліни проходить в індивідуальній, груповій, фронтальній формі.

Методи поточного контролю: усний, письмовий, тестовий, практичний. Метод **підсумкового контролю** – **екзамен**, який проводиться усно або письмово.

Поточний контроль знань та умінь студентів з навчальної дисципліни «Нанокаталіз» поєднується з проведенням двох модульних контрольних робіт та підсумкового контролю у формі екзамену.

Форма **модульного контролю**: здійснюється у письмовій формі, поєднаній з тестовою.

До модульного контролю допускаються студенти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, та при вивченні дисципліни набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

При визначенні оцінки за модуль враховуються результати модульної контрольної роботи та поточного контролю під час лабораторних занять, колоквиумів, контрольних робіт, самостійної та індивідуальної роботи. Максимальна оцінка з кожного модульного контролю - 100 балів.

Згідно «Положення про систему оцінювання навчальної діяльності, порядок переведення, відрахування та поновлення студентів, які навчаються за кредитно-модульною системою організації навчального процесу в УжНУ» навчальна діяльність студента оцінюється наступним чином:

Для лекційно-практичних, лекційно-лабораторних або лекційно-семінарських дисциплін 50 % балів оцінки модульного контролю виставляє лектор на підставі результатів перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу дисципліни (теоретичний компонент оцінки). Теоретичний компонент оцінки складається з сумарних результатів контрольної роботи, рефератів та інших видів індивідуальних завдань.

50% балів (практичний компонент) виставляє викладач, який веде практичні, лабораторні або семінарські заняття. Практичний компонент оцінки модульного контролю лекційно-практичних, лекційно-лабораторних або лекційно-семінарських дисциплін складає поточна успішність - усні та письмові відповіді під час занять (не більше 30 % балів), оцінка письмових домашніх завдань або підготовки, виконання та захисту лабораторних робіт (не більше 20 % балів).

Змістові модулі оцінюються наступним чином:

Модульна контрольна робота	Оцінка за роботу на лабораторних заняттях	Самостійна робота студента	Всього
50 балів	30	20	100

Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність та балів модульної контрольної роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 1 і 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульні контрольні роботи 1 і 2	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T8	50	100
6	8	6	8	6	8	8		

T1, T2 ... – теми;

Максимальна оцінка з підсумкового (семестрового) контролю становить 100 балів. Студенти, підсумкова модульна оцінка яких становить 35-59 балів, зобов'язані пройти підсумковий (семестровий) контроль у формі, передбаченій робочим навчальним планом з даної дисципліни - **екзамену**. До підсумкового (семестрового) контролю з даної навчальної дисципліни не допускаються студенти, які не виконали усі види обов'язкових робіт (лабораторних та розрахункових робіт тощо), передбачених робочою програмою, а також підсумкова модульна оцінка яких становить менше 35 балів.

Форма проведення **підсумкового контролю** є стандартизованою та включає контроль теоретичної та практичної підготовки, проводиться у вигляді **екзамену**.

Максимальна кількість балів модульного підсумкового контролю дорівнює **100 балів**. Модульний підсумковий контроль вважається зарахованим, якщо студент набрав не менше **60 балів**.

Критерії оцінювання знань та умінь студентів під час навчальних занять

Бали	Критерії оцінювання
1	Студентом дана неправильна відповідь на запитання. Він ухилився від аргументації, виявив незадовільні знання понятійного апарату, спеціальної літератури або взагалі нічого не відповів. Практично не знає термінології предмету. Володіння навчальним матеріалом на рівні розпізнавання. Не може користуватися підручником, методичними рекомендаціями, іншими дидактичними засобами. Володіє тільки окремими прийомами практичної діяльності, яких недостатньо для формування вмінь.

2	Має уяву про термінологію предмету. Володіє навчальним матеріалом на фрагментарному рівні. Конспект з предмету носить не систематизований, фрагментарний характер. Не вміє скласти алгоритм відповіді. Не може відповісти на питання чи виконати практичну роботу без грубих помилок, на які не звертає уваги.
3	Студентом в цілому дана правильна відповідь на поставлене запитання. Проте він не зміг переконливо аргументувати її, помилився у використанні понятійного апарату, виявив низький рівень знання відповідних літературних першоджерел. Самостійно відтворює головні положення викладені в базовому підручнику чи лекційному матеріалі. Знає основні терміни дисципліни. Потребує допомоги викладача для відтворення систематизованого навчального матеріалу. При реалізації знань в вирішенні практичних завдань потребує допомоги викладача на всіх етапах роботи. Часто допускає типові помилки, які при допомозі здатен виправити. Повністю відсутнє знайомство з інформацією, що викладена в додатковій літературі.
4	На основі оволодіння матеріалом в обсязі робочої навчальної програми дисципліни, під керівництвом викладача вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію про навчальний предмет. Цілком самостійно використовує набуті знання, вміння та навички в стандартних навчальних ситуаціях. Здатен контролювати свою діяльність. При контролі знань досить вільно складає алгоритм відповіді. Швидко знаходить необхідну інформацію в довідниковій літературі. Знайомий з науковими періодичними виданнями з даної дисципліни поточного року.
5	Студентом дана правильна і вичерпна відповідь на поставлене запитання. При цьому виявлено високий рівень володіння понятійним апаратом, знання першоджерел. На основі досконалого знання матеріалу предмету студент використовує набуті знання, вміння та навички при вирішенні нестандартних задач. Вільно використовує міжпредметні зв'язки, орієнтується у періодичній та монографічній літературі з предмету. Легко знаходить відповіді на нестандартні, несподівані питання. У складних ситуаціях може провести аналіз на рівні теоретичного осмислення. Виявляє творчі здібності, нахил до самостійної науково-дослідної роботи.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на теоретичні питання та тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів модульної контрольної роботи дорівнює **50 балів**. Модульний підсумковий контроль вважається зарахованим, якщо студент набрав не менше **30 балів**.

В модульну контрольну роботу входять: відповіді на теоретичні питання, тести (за необхідності може містити і розв'язування задач).

Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність та балів модульної контрольної роботи.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

По завершенню вивчення дисципліни «Нанокаталіз» підсумкова модульна оцінка з навчальної дисципліни визначається як середнє арифметичне результатів попередніх двох модульних контролів протягом семестра та виставляється за 100-бальною шкалою, шкалою ECTS та національною шкалою.

Оцінка з дисципліни виставляється лише студентам, які виконали всі вимоги навчальної програми.

Заохочувальні бали за рішенням Вченої ради можуть додаватися до кількості балів з дисципліни студентам, які мають наукові публікації або зайняли призові місця за участь у олімпіаді з дисципліни серед ЗВО України тощо.

З навчальної дисципліни «Нанокаталіз», згідно навчального плану, проводяться два модульні контролі (Модуль 1 та Модуль 2), їх результати і є одночасно підсумковою (семестровою) оцінкою. Інформація про підсумкову успішність студентів з навчальної дисципліни за семестр подається викладачем в деканат.

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Нанокаталіз» здійснюється у вигляді **екзамену**. Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирьохбальною шкалою.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незадовільно» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Фізична хімія наносистем. Загальні властивості наносистем. Розмірний ефект у наносистемах. Вплив температури на форму й розмір наночастинок. Взаємозв'язок розміру наночастинок з їхніми оптичними властивостями. Особливості електрохімічної поведінки нанорозмірних частинок. Вплив розмірів наночастинок на їхні механічні властивості. Фізико-хімічна еволюція наносистем. Особливості синтезу наночастинок.

Молекулярна і дисоціативна адсорбція на металевих поверхнях. Хемосорбція NO₂ на вуглецевих нанотрубках. Адсорбція кисню на платині. Кінетика адсорбції тіолів на наночастинках. Швидкість перетворень у наносистемах. Кріонанохімія.

Нанокаталіз. Гомогенний нанокаталіз. Гетерогенний нанокаталіз. Фотостимульований нанокаталіз. Біфункціональний нанокаталіз. Фрактальний аспект наносистем.

Фрактали. Фрактальна геометрія. Фрактальна розмірність та методи її визначення. Фрактальність нано-структурованих плівок кремнезему. Аналіз кластер-кластерного агрегування електро-провідних полімерів. Фрактальність поверхні. Фрактальність процесів.

Нульвимірні нанооб'єкти. Квантові точки напівпровідників. Металеві квантові точки. Фулерени. Одновимірні наноструктури. Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодротини. Оксидні одновимірні наноструктури.

2D-Наносистеми. Шари Ленгмюра. Плівки Ленгмюра—Блоджет. Методика отримання плівок Ленгмюра—Блоджет (ЛБ-плівок). Дослідження структури плівок поверхнево-активних речовин. Структура полімерів у шарах Ленгмюра—Блоджет. Самоорганізовані шари на твердій поверхні. Методи отримання самоорганізованих шарів на твердотілих субстратах.

Кінетика і механізм утворення самоорганізованих шарів. Адсорбційне самовпорядкування низькомолекулярних сполук на твердій поверхні. Полімерні адсорбати на твердій поверхні. Вирощування кристалічних поверхневих шарів. Епітаксія. Гомо- і гетеро епітаксія.

Умови вирощування епітаксіальних шарів. Механізм росту епітаксіальних шарів. Епітаксія молекул органічних речовин. Синтез наноструктурованих систем і композитів. Загальна характеристика методів отримання. Гель-золевий і золь-гелевий методи синтезу нанорозмірних частинок діоксиду титану. Золь-гельматричний синтез органічних нано- кристалів. Гібридні органо-мінеральні мезоструктури. Модифікація імпрегнованих пластиком графітових електродів полі-оксиметалатними наночастинками. Гібридні наночастинки к-октилтриетоксисилану.

Електрохімічне осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів.

Електрохімічний синтез нано-структурованих плівок телуру. Електроосадження нанорозмірних композитів. Електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів. Наноструктурована поверхня титанату стронцію. Електрохімічне осадження низькорозмірних металевих структур. Полімерні і композитні нанорозмірні структури. Контрольований синтез і структура макромолекулярних наноструктурованих систем.

Інкорпорація металевих частинок у полімерну матрицю. Полімерні нанокомпозити з неметалевими наповнювачами. Синтез оптично активних полімерних нанокомпозитів. Синтез із мікро- і наноемульсій. Прикладні аспекти нанохімії. Наноматеріалознавство як мистецтво виготовлення малого. Біомедична діагностика. Фармакінетика і нанотехнології. Нанохімічна екологія.

Питання з курсу «Нанокаталіз».

1. Що називають "нанонаука?", "Нанотехнологія?"
2. Прокоментуйте фразу «кожна речовина має нанорівень».
3. Опишіть місце нанохімії в нанонауці.
4. Використовуючи відомості, наведені в тексті лекції, оцініть число атомів золота в 1 м^3 і в 1 нм^3 .
5. Один з основоположників нанонауки, американський фізик Р. Фейнман, кажучи про теоретичну можливість механічно маніпулювати окремими атомами, ще в 1959 р сказав фразу, що стала знаменитою: «Там внизу багато місця». Як ви розумієте вислів вченого?
6. Чим відрізняються фізичні і хімічні способи отримання наночастинок?
7. Поясніть значення термінів: «наночастинок», «кластер», «нанотрубка», «нанодріт», «наноплівка», «нанопорошок», «квантова точка».
8. Поясніть зміст поняття «розмірний ефект». В яких властивостях він проявляється?
9. нанопорошок міді, на відміну від мідного дроту, швидко розчиняється в йодоводневій кислоті. Як це пояснити?
10. Чому забарвлення колоїдних розчинів золота, що містять наночастинки, відрізняється від кольору звичайного металу?
11. Сферична наночастинок золота має радіус 1,5 нм, радіус атома золота - 0,15 нм. Оцініть, скільки атомів золота міститься в наночастинці.

Відповідь . 1000.

12. До якого типу кластерів відноситься частинка Al_{155} ?
13. Які ще продукти, крім бензальдегіду, можуть утворитися при окисленні стиrolу киснем повітря?
14. У чому подібність і відмінність води, отриманої плавленням льоду, і води, що утворюється при конденсації пари?
15. Наведіть приклади нанооб'єктів розмірності 3; 2; 1; 0.
16. Які основні способи одержання наночастинок ви знаєте?
17. Чим відрізняються фізичне і хімічне осадження з газової фази?
18. Нанокластери молібдену одержують хімічним осадженням з газової фази, використовуючи як прекурсор карбоніл молібдену Mo(CO)_6 . Напишіть рівняння

реакції, що відбувається в газовій фазі.

19. Запропонуйте експеримент по внедренню наночастинок срібла в нанотрубки з оксиду титану.

20. Які з'єднання можна використовувати як прекурсори для хімічного осадження з газової фази наночастинки золота і срібла.

21. На чому заснований принцип дії електронного мікроскопа?

22. Опишіть, як працює скануючий тунельний мікроскоп.

23. Чому зразок, досліджуваний за допомогою електронного мікроскопа, не може знаходитися на повітрі?

24. Яке збільшення скануючого електронного мікроскопа, за допомогою якого отримане зображення на мал. 12?

25. Які переваги і недоліки атомно-силової мікроскопії в порівнянні зі скануючою електронною мікроскопією?

26. Використовуючи представлення про структуру графіту, оцініть, скільки атомів графіту зображене на мал. 15.

27. Вивчіть мал. 16. Вважаючи, що маленька світла крапка зображає один атом олова, оцініть, скільки атомів входить до складу великих крапок, що формують букви символу 8p?

28. Поясніть, чим відрізняється нанонаука від нанотехнології.

29. Які етапи включає інноваційна ланцюжок?

30. Що може служити джерелом енергії для наномоторів?

31. Наведіть приклад природного нанодвигуна.

32. Опишіть пристрій наномотора. що перетворює світлову енергію в механічну роботу.

33. Що викликає переміщення наноавтомобіля по поверхні?

34. Серед перерахованих нижче речовин виберіть: а) Діамагнетик; б) парамагнетики; в) ферромагнетики.

Кисень, залізо, натрій, оксид вуглецю (IV), алюміній, оксид заліза (II, III).

35. Пір таке ферритин? Яку роль він відіграє в організмі?

36. Дайте визначення наномедицини.

37. У чому, на ваш погляд, може полягати перевага наномедицини перед традиційною?

38. Чи вірите ви в майбутнє нанотехнологій?

39. Чому вуглецевих наноматеріалів немає на фазовій діаграмі вуглецю?

40. Чому алмаз мимоволі не перетворюється в графіт при кімнатній температурі? Навіщо для цієї реакції необхідний високий тиск?

41. Напишіть рівняння реакцій вуглецю з концентрованими азотної та сірчаної кислотами. Як ви думаєте, чому графіт вступає в ці реакції, а алмаз - ні?

42. Наведіть приклади, що підтверджують відміну властивостей наноалмазов від звичайного алмаза.

43. Які властивості наноалмазів забезпечують їм широке практичне застосування?

44. Чому молекулу C₆₀ можна вважати ароматичною?

45. Чому при осадженні газоподібного вуглецю практично не утворюється вищих фулеренів?

46. Фуллерен - сильно ендотермічна речовина: при його утворенні з графіту поглинається 2350 кДж/моль. У той же час, при синтезі фулерену з окремих атомів вуглецю, що знаходяться в газовій фазі, виділяється велика кількість теплоти. Поясніть ці факти.
47. Як можна перевести фуллерен в водорозчинну форму? Запропонуйте два способи.
48. Які властивості фулерену можуть бути використані на практиці?
49. Реакція розкладання метану CH_4 (газ) = C (тв.) + 2H₂ (газ) протікає з поглинанням теплоти. Які фактори сприяють зсуву рівноваги в бік твердого вуглецю?
50. Назвіть кілька способів класифікації нанотрубок.
51. Чи можна фуллерен вважати вуглецевою нанотрубкою?
52. Перерахуйте основні способи синтезу вуглецевих нанотрубок.
53. Що спільного є у всіх аллотропних наноформ вуглецю?
54. Яку частку поглиненої світлової енергії Сонця використовує людство (див. рис. 1)?
55. Перелічіть загальні властивості каталізаторів.
56. Зобразіть найпростішу енергетичну криву гетерогенної каталітичної реакції. Скільки максимумів і мінімумів вона містить?
57. Поясніть суть принципів структурного та енергетичного відповідності.
58. Які властивості наночастинок дозволяють їм грати роль каталізаторів?
59. Перерахуйте відомі вам типи нанокаталізатори.
60. Крім окислення CO, наночастинок золота прискорюють і інші реакції: гідрохлорування ацетилену, синтез пероксиду водню, розкладання озону, розкладання сірчастого газу, відновлення оксидів азоту пропеніл. Напишіть рівняння перерахованих реакцій.
61. Поясніть, до яких шкідливих наслідків може привести підвищений вміст сірки в автомобільному бензині.

6.2. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Фізична хімія каталітичних наносистем.	2
2.	Фізико-хімічна еволюція каталітичних наносистем.	2
3.	Основні види нанокаталізу.	2
4.	Фрактальний аспект каталітичних нанопроцесів.	2
5.	Нульвимірні наноструктури.	2
6.	Одновимірні наноструктури.	2
7.	2D-Наносистеми та кристалічні поверхневі шари.	2
8.	Методи одержання наноструктурованих систем і нанокompозитів.	2
	Разом	16

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин: 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальн а робота	самостійна робота	
Модуль 1.						
Тема 1. Фізична хімія каталітичних наносистем.	10	2		1		7
Тема 2. Фізико-хімічна еволюція каталітичних наносистем.	10	2		1		7
Тема 3. Основні види нанокаталізу.	13	2		4		7
Тема 4. Фрактальний аспект каталітичних нанопроцесів.	13	2		4		7
Усього годин за Модуль 1	46	8		10		28
Модуль 2.						
Тема 5. Нульвимірні наноструктури.	11	2		2		7
Тема 6. Одновимірні наноструктури.	11	2		2		7
Тема 7. 2D-Наносистеми та кристалічні поверхневі шари.	11	2		2		7
Тема 8. Методи одержання наноструктурованих систем і нанокompозитів.	11	2		2		7
Усього годин за Модуль 2	44	8		8		28
Усього годин	90	16		18		56

6.4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва лабораторної роботи*	Кількість годин
Модуль 1.		
1.	Вступне заняття.	2
2.	Застосування наночастинок в каталізі реакцій гідрування.	4
3.	Синтез наночастинок металів за допомогою хімічного відновлення.	4
Модуль 2.		
4.	Гідрування олефінів наночастинками Нікелю, Заліза і Кобальту газоподібним воднем: при різних умовах.	4
5.	Дослідження кінетики окиснення оксиду вуглецю(II) на наночастинках перехідних металів.	4
	Разом	18

6.5. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи синтезу наночастинок.	14
2.	Використання нанокаталізу в сучасних методах синтезу аміакв та амонійних солей.	14
3.	Використання нанокаталізу в процесах парціального окиснення компонентів природного газу.	14
4.	Використання нанокаталізу в процесах доокиснення вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання	14
	Разом	56

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Нанокаталіз» використовуються різноманітні методи навчання:

- за джерелом інформації (словесні: розповідь, бесіда, лекція; наочні: ілюстрація, демонстрація; практичні: задачі тощо);
- за логікою передачі і сприймання навчальної інформації (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні);
- за ступенем самостійності мислення студентів при засвоєнні знань (репродуктивні, пошукові, дослідницькі) та ін.

Для їх належного застосування дана навчальна дисципліна передбачає використання слідуєчих інструментів, обладнання та програмного забезпечення:

1. Презентації лекцій.
2. Навчальні лабораторії кафедри (лаб. 101, лаб. 104, лаб. 106).
3. Завдання для самостійної роботи та комплексні задачі.
4. Кейси для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь здобувачів.
5. Методичні розробки з лабораторних занять для поточного оцінювання знань студентів (база тестових питань, перелік питань для контрольного оцінювання набутих теоретичних та практичних навичок).
6. Електронний банк тестових завдань, банк тестових завдань на паперових носіях, ситуаційні завдання.
7. Навчальне та лабораторне обладнання згідно з діючими нормами оснащення.
8. Технічні засоби (програмна підготовка під час підсумкового та проміжкового тестових контролів).
9. Персональні комп'ютери, ноутбуки та візуалізаційно-симуляційні засоби (технічні засоби навчання, мультимедійні проектори).
10. Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft PowerPoint.

Загалом аудиторна, самостійна та індивідуальна робота студентів при вивченні навчальної дисципліни «Нанокаталіз» забезпечується всіма навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення навчальної дисципліни чи окремої теми: підручниками, навчальними та навчально-методичними посібниками, методичними рекомендаціями (вказівками), практикумами, конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, електронно-обчислювальною технікою, науковою літературою, періодичними виданнями, нормативною документацією.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1. С.В. Волков, З.П. Ковальчук, В.М. Огенко, О.В. Решетняк. Нанохімія наносистеми наноматеріали. Проект «Наукова книга». Київ. Наукова думка. 2008. - 424 с.
2. В.В. Гончарук, Г.Л. Камалов, Г.А. Ковтун, Е.С. Рудаков.В.К. Яцимирский. Механізми гомогенного і гетерогенного катализа. Кластерніє підходи. Проект «Наукова книга». Київ. Наукова думка. 2002. - 542 с.
3. Ю. В. Попов, В. М. Мохов, Д. Н. Небыков, И. И. Будко. Наноразмерніє частиці в катализе: получение и использование в реакциях гидрирования и восстановления (Обзор).
4. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Ужгород: "Патент", 2004. -712 с.
5. Эмануель Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики — М.: Высшая школа, 1984.
6. Четтерфилд Ч. Практический курс гетерогенного катализа — М.: Мир, 1984.
7. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитическое окисление органических веществ — К.: Наукова думка, 1978.

Допоміжні

1. Гомонай В.І. Нанокаталіз. Робоча програма навчальної дисципліни. – Ужгород. 2017. 9 с.
2. Освітньо-професійна програма «Хімія». Другого (магістерського) рівня вищої освіти. / Переш Є.Ю., Гомонай В.І., Студеняк Я.І., Онисько М.Ю., Барчій І.Є. – Ужгород. 2020.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Електронний репозитарій Ужгородського національного університету - dspace.uzhnu.edu.ua
2. Служба пошуку наукових статей та матеріалів Google Академія scholar.google.com.ua
3. www.nbuv.gov.ua (бібліотека ім.В.І.Вернадського).
4. Система електронного навчання УжНУ - e-learn.uzhnu.edu.ua