



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Нанохімія і наноматеріали

Шифр та назва спеціальності

161 – Хімічні технології та інженерія

Інститут

ННІ Хімічних технологій та інженерії

Освітня програма

Хімічні технології та інженерія

Кафедра

Фізичної хімії (194))

Рівень освіти

третій (освітньо-науковий)

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Сахненко Микола Дмитрович

mykola.sakhnenko@khpі.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії НТУ «ХПІ», академік АН Вищої школи України
Досвід науково-педагогічної роботи – 50 років. Автор понад 1100 наукових та науково-методичних публікацій, серед яких 14 підручників і навчальних посібників, 20 монографій і 20 розділів у закордонних монографіях, понад 120 авторських свідоцтв і патентів.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Навчальна дисципліна спрямована на висвітлення новітніх досягнень в галузі хімічного матеріалознавства та хімічних нанотехнологій, їх відповідність сучасним потребам суспільства та трендам розвитку промислового виробництва згідно новітньої парадигми Індустрії 4.0. Буде надано інформацію щодо широкого кола науково-технічних проблем, пов'язаних з синтезом та впровадженням наноматеріалів, висвітлено ризики і обмеження їх застосування.

Мета та цілі дисципліни

Наукові і методичні основи дисципліни полягають у широкому застосуванні новітніх досягнень фізики і хімії твердого тіла в галузі синтезу наноструктурних матеріалів, системного підходу до аналізу процесів їх створення, переробки і використання, а також широкого застосування сучасних засобів інформаційного забезпечення. Розглянуто історію розвитку уявлень про наноматеріали та нанотехнології, сучасний стан та перспективи розвитку. Надано огляд основ класифікації наноматеріалів та типів їх структур, а також особливості властивостей та основні напрямки їх використання, наведено докладний огляд основних технологій одержання наноматеріалів (нанопрошки, об'ємні матеріали, плівкові технології, біологічні структури). Головне призначення навчальної дисципліни полягає у формуванні у аспірантів, які навчаються за напрямом підготовки «Хімічні технології та інженерія», системних уявлень щодо теоретичних підстав обгрунтованого вибору ефективних технологічних рішень промислового виробництва і застосування наноструктурних матеріалів.

Формат занять

Лекції, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність розв'язувати комплексні проблеми хімічних технологій та інженерії на основі системного наукового світогляду

СК4. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування: нано розмірних та нано структурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів.

Результати навчання

РН5. Розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та нано структурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях та інженерії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 30 год., самостійна робота – 60 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, фізика, фізична хімія.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс подано з використанням системного підходу задля формування системних знань, цілісних уявлень про дисципліну, формування навичок аналізу, порівняння і узагальнення інформації.

Пояснювально-ілюстративний метод.

Здобувачі отримують знання у «готовому» вигляді, слухаючи лекцію, або з навчальної літератури, або за допомогою Інтернет-посібника, сприймають і осмислюють факти, оцінки, висновки й залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення.

Репродуктивний метод.

Діяльність здобувачів є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічній до представленого зразка ситуаціях. Організовується діяльність аспірантів за кількаразовим відтворенням засвоєваних знань.

Частково-пошуковий, або евристичний метод.

Його сенс – в організації активного пошуку розв'язання висунутих пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення поетапно направляється й контролюється на основі роботи над завданнями і навчальними посібниками..

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ

Головні визначення наук про наносистеми і нанотехнології. Ретроспектива, внесок вчених ХІІІ, державні програми з розвитку нанотехнологій. Нанорозмірні і наноструктурні матеріали, розмірні ефекти в конденсованих матеріалах. Історія виникнення нанотехнологій і наук про наносистеми. Характерні особливості нанооб'єктів.

Тема 2.

Залежності електрофізичних параметрів (електричний опір, електрична провідність і т.і.) від геометричних розмірів. Квантова механіка наносистем. Квантоворозмірні ефекти в нанооб'єктах. Квазічастинки в твердому тілі і наноструктурованих матеріалах. Квантові точки. Ниткоподібні кристали, волокна, нанотрубки, тонкі плівки і гетероструктури.

Тема 3.

Фізична хімія наноструктур. Особливості фізичної взаємодії у наномасштабах. Розмірні ефекти в нанооб'єктах. Головні принципи формування наносистем. Хімія наносистем. Капілярні явища в

наносистемах. Фізична хімія плівкових матеріалів. Методи дослідження і діагностики нанооб'єктів і наносистем. Сучасні галузі застосування наноструктурних матеріалів. Наноструктурні матеріали для хімічної промисловості і екотехнологій. Підтеми / перелік питань

Тема 4.

Основні принципи формування наносистем. Фізичні та хімічні методи. Процеси отримання нанооб'єктів «зверху - вниз». Класична, «м'яка», мікросферна, іонно-пучкова (FIB), АСМ - літографія і наноіндентування. Механоактивація і механосинтез нанооб'єктів. Процеси отримання нанооб'єктів «знизу - вгору». Процеси зародкоутворення в газових і конденсованих середовищах.

Тема 5.

Гетерогенне зародкоутворення, епітаксія і гетероепітаксія. Спінодальний розпад. Синтез нанооб'єктів в аморфних (склоподібних) матрицях. Методи хімічної гомогенізації : співосадження, золь-гель метод, кріохімічна технологія, піроліз аерозолів, сольвотермальна обробка, надкритична сушка.

Тема 6.

Способи отримання і стабілізації наночастинок. Агрегація і дезагрегація наночастинок. Синтез наноматеріалів в одно- і двовимірних нанореакторах. Особливості фазових переходів в малих системах. Типи внутрішньо- і міжмолекулярних взаємодій. Гідрофобність і гідрофільність. Самозбирання і самоорганізація моношарів. Міцелоутворення. Плівки Ленгмюра - Блоджетт. Супрамолекулярна організація молекул. Молекулярне розпізнавання.

Тема 7.

Новітні функціональні матеріали. Речовина, фаза, матеріал. Ієрархічна будова матеріалів. Класифікація наноматеріалів. Неорганічні і органічні функціональні наноматеріали. Гібридні (органо-неорганічні і неорганічно-органічні) матеріали. Біомінералізація і біокераміка. Наноструктуровані 1D, 2D і 3D матеріали.

Тема 8.

Мезопористі матеріали. Молекулярні сита. Наноккомпозити і їх синергетичні властивості. Синтез композитних покриттів, наноструктуровані багатошарові матеріали, наноламініти. Нанокоструктуровані покриття електролітичними сплавами і композитами. Вплив природи шарів на фізико-хімічні та фізичні властивості наноламінату. Мультишарові покриття активними діелектриками. Конструкційні наноматеріали. Нанорозмірна електроніка.

Тема 9.

Хімічні синтези за участю нанооб'єктів Каталіз і нанотехнології. Основні принципи та уявлення в гетерогенному і гомогенному нанокаталізі, фотостимульований і біфункціональний нанокаталіз. Електрокаталіз. Каталіз на цеолітах і молекулярних ситах. Мембранний каталіз. Адитивні і синергетичні системи. Проблеми селективності. Носії каталітичних систем – нанорозмірні, наноструктуровані, нано- і мезопоруваті.

Тема 10.

Наноматеріали для енергетики: твердооксидні паливні елементи, літійові акумулятори. Полімери для конструкційних матеріалів і для функціональних систем. «Розумні» полімерні системи, здатні виконувати складні функції (полімерні рідини для нафтовидобутку, розумні вікна, наноструктуровані мембрани для паливних елементів). Біополімери як найбільш «розумні» системи. Полімерні наноккомпозити з неметалевими наповнювачами. Наномодифікування полімерних композитних і лакофарбових матеріалів.

Тема 11.

Вуглецеві наноструктури – фулерени, нанотруби, графен, фулерит, ленгмюрівські молекулярні плівки. Графен як електродний матеріал і молекулярний контейнер транспортування водню. Застосування віглецевих наноматеріалів як оптичних елементів лазерних систем, одностінні віглецеві нанотрубки як високоефективні нелінійні оптичні елементи. Фулерени C60 і C50, методи синтезу і застосуванням. Електрохімія фулеренів. Сучасні досягнення хімії фулеренів і їх похідних

Тема 12.

Біомедичні аспекти нанотехнологій. Структурний і функціональний аспекти біонанотехнології. Різноманітність надмолекулярних структур, утворених біомолекулами. Принцип самозбирання. Використання біоструктур як темплатів для наноматеріалів і наноструктур. Нанохімічна екологія. Нанобіоаналітичні системи. Біосенсори. Фармакінетика і нанотехнології. Мітотехнологія – метод адресної доставки необхідних речовин в клітину. Нанотехнології в косметології, медицині, екології і сільському господарстві.

Тема 13.

Нанорозмірні і наноструктурні електролітичні покриття. Засоби керування перебігом процесів. Особливості катодного виділення металів, вплив складу розчину та інших чинників на фізико-хімічні властивості осадів. Вплив параметрів поляризації на рівномірність розподілу, морфологію, субструктуру і властивості покриттів. Нестационарний електроліз у створенні наноструктурних матеріалів і покриттів. Оцінка ефективності режимів електролізу: критерії та моделювання.

Тема 14.

Наноструктурні матеріали для хімічної промисловості і екотехнологій. Полімери для конструкційних матеріалів і функціональних систем. «Розумні» полімерні системи для виконання складних функцій. Адитивні і синергетичні каталітичні системи. Проблеми селективності. Носії каталітичних систем – нанорозмірні, наноструктуровані, нано- і мезопоруваті, вибір відповідних матеріалів носія. Конструкційні наноструктуровані матеріали з надзвичайно високою хімічною та термостійкістю, унікальними фізико-механічними властивостями.

Тема 15.

Нанобіобезпека. Фізико-хімічні основи потенціальних ризиків при виробництві і застосуванні наноматеріалів. Приклади токсичного впливу наноматеріалів. Соціальні і етичні аспекти нанобіобезпеки.

Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи не передбачені

Самостійна робота

Самостійною роботою передбачено опрацювання лекційного матеріалу, виконання індивідуальних завдань за тематикою дисертаційної роботи, оформлення їх у формі текстових рефератів та/або мультимедійних презентацій. На підставі цих складових формується підсумкова оцінка.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали / Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенько В.М., Решетняк О.В. – К.: Наукова думка, 2009. – 423 с.
2. Структура, властивості та використання конструкційних наноматеріалів / Калініна Н.Є., Никифорчин Г.М., Калінін О.В., Маруха В.І., Кирилів В.І. - Львів : Простір-М, 2017. - 304 с.
3. Сахненко М.Д., Овчаренко О.О., Ведь М.В. Металоксидні наноконкомпозити : синтез і властивості : монографія. - Харків : ФОП Бровін О.В., 2019. - 156 с.
4. Ведь М.В., Сахненко М.Д. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами : електрохімічний синтез, прогнозування властивостей. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 272 с.
5. Електрохімічний синтез металевих наночастинок і наноконкомпозитів : монографія / Кунтий О., Яцишин М., Зозуля Г., Добровецька О., Решетняк О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 288 с.
6. Кунтий О.І. Електрохімія та морфологія дисперсних металів.–Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2008. – 208 с.
7. Шпак А.П., Лисов В.І., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л. Кристалізація і аморфізація металевих систем.- Київ: Академперіодика, 2002.- 208 с.
8. Ковальчук Є.П., Яцишин М.М., Ковалишин Я.С. Речовина в інтерфазі. Фізична хімія тонких плівок : Навчальний посібник.- Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2005.- 225 с.

Додаткова література

1. Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів : Підручник / Сахненко М.Д., Ведь М.В., Штефан В.В., Волобуєв М.М. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2010.– 432 с.
2. Основи екологічної безпеки військ: підручник / Артем'єв С.Р., Блекот О.М., Марущенко В.В., Чумаченко С.М., Блажеєвський М.Є. За ред. Артем'єва С.Р. - Харків : НТУ "ХПІ", 2012. - 308 с. .

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (50%), поточного оцінювання (50%)
Іспит: письмові завдання (2 запитання з теорії) та усна доповідь.
Поточне оцінювання: виконання індивідуальних завдань за тематикою дисертаційної роботи, їх оформлення у формі текстового реферату або мультимедійної презентації. На підставі цих складових формується підсумкова оцінка.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.03.2024

Завідувач кафедри
Микола САХНЕНКО

30.03.2024

Гарант ОНП
Вікторія ШТЕФАН