

161	Хімічні технології та інженерія, Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів	Сторінка 1 з 7
-----	--	----------------

«Затверджую»

Завідувач кафедри
Віра ГРЕЧАНІУК

«23» серпня 2022 р.

Розробник силябуса
Артем КОЗИРЄВ



СИЛЯБУС

Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів

(назва освітньої компоненти (дисципліни))

1) Шифр за освітньою програмою: ОК 21				
2) Навчальний рік: 2022-2023				
3) Освітній рівень: бакалавр				
4) Форма навчання: денна				
5) Галузь знань: 16 Хімічна та біоінженерія				
6) Спеціальність, назва освітньої програми: 161 Хімічні технології та інженерія, Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів				
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова				
9) Семестр: 5, 6				
11) Контактні дані викладача: професор кафедри хімії, д.т.н. Козирєв Артем В'ячеславович, kozyriev.av@knuba.edu.ua , 0958608814, http://www.knuba.edu.ua/?page_id=92329				
12) Мова викладання: українська				
13) Пререквізити: ОК 15. Фізична хімія ОК 17. Поверхневі явища та дисперсні системи (колоїдна хімія) ОК 18. Кристалохімія, кристалографія та мінералогія ОК 19. Матеріалознавство				
14) Мета курсу: вивчення теоретичних основ фізичної хімії і фізико-хімічних властивостей тугоплавких матеріалів, що використовуються у будівництві, а саме закономірностей формування фаз, причинно-наслідкових зв'язків між структурою і властивостями матеріалів, а також процесів, що пов'язані з їх виробництвом.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання компетентності
1.	ПР03. Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.	Обговорення під час занять, індивідуальні завдання	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	ІК ЗК03 ФК01
2.	ПР06. Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії.	Обговорення під час занять, індивідуальні завдання	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	ІК ЗК02 ЗК03 ФК02

161	Хімічні технології та інженерія, Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів	Сторінка 2 з 7
-----	--	----------------

3.	ПР16. Знати номенклатуру будівельних матеріалів і виробів, технології їх виготовлення, технічні та експлуатаційні властивості, сировинну базу	Обговорення під час занять, індивідуальні завдання	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	ІК ЗК02 ЗК03 ФК02 ФК09
4.	ПР17. Визначати вимоги до властивостей матеріалів і виробів різного призначення, прогнозувати їх зміну під дією навколишнього середовища та умов експлуатації, проектувати структуру і склад матеріалів з метою одержання необхідного рівня технічних та експлуатаційних властивостей з урахуванням фактору економічної доцільності.	Обговорення під час занять, індивідуальні завдання	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	ІК ЗК02 ЗК03 ФК01 ФК10

16) Структура курсу:

Семестр	Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота здобувача, год.	Форма підсумкового контролю
5	36	34	-	1 контрольна робота	80	Екзамен
6	34	14	14	1 курсова робота	58	Екзамен
Сума годин:					270	
Загальна кількість кредитів ECTS					9	
Кількість годин аудиторного навантаження:					132	

17) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)

Лекції:

Лекція 1. Вступ.

Тема 1. Предмет, об'єкт і завдання фізичної хімії матеріалів.

Тема 2. Основні поняття фізичної хімії тугоплавких матеріалів.

Лекція 2. Класифікація твердих матеріалів

Тема 1. Кристалічні і аморфні тверді тіла, особливості їх будови.

Тема 2. Класифікація тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів.

Лекція 3. Будова кристалічних твердих тіл.

Тема 1. Класифікація кристалів за типом хімічного зв'язку.

Тема 2. Хімічний зв'язок в силікатах.

Тема 3. Методи описання кристалів.

Лекція 4. Реальні кристали.

Тема 1. Структура реальних кристалів.

Тема 2. Дефекти та дислокації.

Тема 3. Дифузійна рухливість дефектів і переніс речовини.

Лекція 5. Будова аморфних твердих тіл.

Тема 1. Структура аморфних твердих тіл.

Тема 2. Пластична деформація аморфних твердих тіл.

Тема 3. Склоподібний стан речовини.

Лекція 6. Фізико-хімічні засади одержання матеріалів.

Тема 1. Фізична хімія поверхневих явищ на границях розділу фаз.

Тема 2. Поверхневі явища при високотемпературному синтезі твердих матеріалів: спікання, гартування, рекристалізація, плавлення.

Лекція 7. Теплові властивості.

Тема 1. Нормальні коливання атомів в кристалі. Фонони.

Тема 2. Теплоємність твердих тіл. Закони Дебая і Дюлонга-Пті.

Тема 3. Теплопровідність твердих тіл.

Тема 4. Теплове розширення твердих тіл.

Лекція 8. Механічні властивості твердих тіл: деформація.

Тема 1. Напружений і деформаційний стан.

Тема 2. Пружні властивості твердих тіл, закон Гука.

Тема 3. Модель пружності і коефіцієнт Пуассона.

Тема 4. Діаграма деформацій. Пластична деформація матеріалів.

Тема 5. Теоретична і реальна міцність.

Лекція 9. Механічні властивості твердих тіл: руйнування.

Тема 1. Крихке руйнування. Теорія Гріффіта. Модуль Вейбулла.

Тема 2. В'язке руйнування твердих тіл.

Тема 3. Твердість і способи її визначення.

Тема 4. Механічні властивості за високих температур.

Тема 5. Термомеханічні напруги, вплив постійного і змінного навантаження.

Лекція 10. Електричні властивості.

Тема 1. Зонний характер енергетичних спектрів кристалів.

Тема 2. Метали, напівпровідники і діелектрики в рамках зонної теорії..

Тема 3. Ефект Холла.

Тема 4. Явище надпровідності.

Лекція 11. Магнітні властивості.

Тема 1. Основні положення теорії магнетизму. Магнітна сприйнятливості і проникливість.

Тема 2. Типи матеріалів відповідно до їх магнітних властивостей.

Тема 3. Доменна структура, магнітна анізотропія, магнітострикція, температура Кюрі, процеси намагнічування.

Тема 4. Магнітом'які і магнітожорсткі матеріали.

Лекція 12. Оптичні властивості.

Тема 1. Взаємодія світла з речовиною. Закон Ламберта-Бугера-Бера.

Тема 2. Зв'язок явищ поглинання, пропускання і віддзеркалення світла.

Тема 3. Фактори, що визначають прозорість.

Тема 4. Теорія кольоровості речовин.

Лекція 13. Основні поняття фазових рівноваг.

Тема 1. Гомогенні і гетерогенні системи, правило фаз Гіббса.

Тема 2. Рівноважний і метастабільний стан.

Тема 3. Поняття фазових рівноваг в умовах реальних термодинамічних процесів.

Лекція 14. Діаграми стану.

Тема 1. Задачі, що вирішують за допомогою діаграм стану.

Тема 2. Експериментальні методи побудови діаграм стану: динамічний і статичний.

Тема 3. Розрахункові методи побудови діаграм стану на основі рівняння Шредера-Ле Шательє і за методом Епштейна-Хоуланда.

Лекція 15. Діаграми стану однокомпонентних систем.

Тема 1. Діаграма стану систем з енантіотропними поліморфними перетвореннями.

Тема 2. Поняття про потрібні інваріантні точки.

Тема 3. Рівноважні і нерівноважні перетворення.

Тема 4. Діаграма стану систем з монотропним перетворенням.

Лекція 16. Двокомпонентні системи.

Тема 1. Двокомпонентна система з евтектикою.

Тема 2. Двокомпонентні системи із сполуками, що плавляться конгруентно та інконгруентно.

Тема 3. Системи з хімічними сполуками, що розкладаються в твердому вигляді.

Тема 4. Системи з обмеженою розчинністю в рідкому стані – ліквідацією.

Тема 5. Системи з необмеженою розчинністю в твердому стані. Поняття про тверді розчини.

Тема 6. Поліморфні перетворення в двокомпонентних системах

Лекція 17. Трикомпонентні системи.

Тема 1. Просторові і проєкційні діаграми стану трикомпонентних систем.

Тема 2. Діаграма стану трикомпонентної системи без хімічних сполук і твердих розчинів.

Тема 3. Діаграма стану трикомпонентної системи з бінарною хімічною сполукою, що плавиться конгруентно.

Тема 4. Діаграма стану трьохкомпонентної системи з розшаруванням у рідкій фазі (ліквідація).

Тема 5. Діаграма стану трикомпонентної системи з утворенням твердих розчинів.

Лекція 18. Механізм протікання хімічних реакцій в твердій фазі.

Тема 1. Твердофазні хімічні реакції та їх класифікація.

Тема 2. Вплив певних факторів на швидкість протікання твердофазних реакцій: дисперсність, температура, присутність газової і рідкої фази, активний стан компонентів, дифузія.

Тема 3. Закономірності протікання твердофазних реакцій за Тамманом і Хедвалом.

Тема 4. Механізм протікання твердофазних реакцій за Вагнером.

Тема 5. Послідовність хімічних реакцій при твердофазній взаємодії.

Лекція 19. Системи оксид лужного металу – кремнезем.

Тема 1. Система $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$. Натрієве розчинне скло.

Тема 2. Система $\text{Li}_2\text{O} - \text{SiO}_2$.

Тема 3. Система $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$.

Тема 4. Особливості зміни температури ліквідусу в системах силікатів оксидів лужних металів.

Лекція 20. Система оксид магнію – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{MgO} - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Поліморфізм метасилікату магнію.

Тема 3. Технічні матеріали на основі сполук системи.

Лекція 21. Система оксид кальцію – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{CaO} - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Трикальцієвий силікат і температурна область його стабільності. Аліт і його практичне значення в технології портландцементів.

Тема 3. Двокальцієвий силікат і його поліморфізм.

Тема 4. Белітова складова портландцементів.

Тема 5. Воластоніт і його поліморфізм.

Тема 6. Матеріали на основі системи $\text{CaO} - \text{SiO}_2$.

Лекція 22. Система глинозем – кремнезем.

Тема 1. Діаграма стану системи $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$: метастабільний і стабільний варіанти.

Тема 2. Мінерали групи силіманіту: силіманіт, кіаніт, андалузит.

Тема 3. Матеріали на основі системи $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$: мулітова кераміка і вогнетривкі матеріали, муліто-корундова електроізоляційна кераміка, алюмосилікатні вогнетривкі матеріали.

Лекція 23. Система оксид цирконію – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{ZrO} - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Матеріали, що містять цирконій: емалі, глазурі.

Тема 3. Цирконієва кераміка.

Лекція 24. Системи оксид d-елементу – кремнезем.

Тема 1. Система $\text{TiO}_2 - \text{SiO}_2$, ліквідаційні явища в системі.

Тема 2. Система $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$.

Тема 3. Система $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 4. Система $\text{MnO} - \text{SiO}_2$.

Тема 5. Система $\text{FeO} - \text{SiO}_2$.

Тема 6. Система $\text{ZnO} - \text{SiO}_2$.

Тема 7. Система $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$.

Лекція 25. Система оксид натрію – оксид кальцію – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Область найбільш легкоплавких складів і основи вапняно-натрієвих силікатних промислових стекол.

Тема 3. Схильність стекол до кристалізації.

Лекція 26. Система оксид магнію – оксид кальцію – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{MgO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Особливості будови піроксенів і їх властивості.

Тема 3. Матеріали на основі сполук системи.

Лекція 27. Система оксид магнію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Система $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$.

Тема 2. Трикомпонентна система $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 3. Матеріали на основі сполук системи.

Тема 4. Трикомпонентна система $\text{MgO} - \text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, її відмінності у порівнянні із алюмосилікатною системою.

Лекція 28. Система оксид кальцію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Система $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$.

Тема 2. Трикомпонентна система $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 3. Поліморфні модифікації анортиту.

Тема 4. Матеріали на основі сполук системи.

Лекція 29. Система оксид літію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Поліморфні модифікації сподумену та евкриптиту.

Тема 3. Утворення кварцеподібних твердих розчинів.

Тема 4. Матеріали на основі сполук системи.

Лекція 30. Система оксид калію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Калієвий польовий шпат і його поліморфні модифікації.

Тема 3. Матеріали на основі сполук системи, фарфор.

Лекція 31. Система оксид магнію – оксид кальцію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Принципи побудови діаграм стану чотирьохкомпонентних систем.

Тема 2. Ізоконцентраційні перерізи системи.

Тема 3. Матеріали на основі сполук системи.

Лекція 32. Система оксид кальцію – глинозем – оксид заліза (III) – кремнезем.

Тема 1. Фізико-хімічна характеристика сполук системи $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

Тема 2. Утворення сполук в системі, браунмілерит.

Тема 3. Матеріали на основі системи.

Лекція 33. Система оксид натрію – оксид магнію – оксид кальцію – глинозем – кремнезем.

Тема 1. Принципи побудови перетинів в п'ятикомпонентній та більш складних системах.

Тема 2. Переріз альбіт – анортит – діопсид.

Тема 3. Утворення твердих розчинів – плагіоклазів.

Лекція 34. Силікати в склоподібному, розплавленому та високодисперсному стані.

Тема 1. Умови склоутворення.

Тема 2. Структура скла, модель Лебедева, теорія Захаріасена-Уоррена.

Тема 3. Колоїдно-хімічні явища в системах силікатів.

Лекція 35. Твердофазні перетворення силікатних матеріалів: спікання, рекристалізація.

Тема 1. Первинна кристалічна фаза і утворення кінцевого продукту.
Тема 2. Особливості процесів спікання.
Тема 3. Процес рекристалізації. Первинна і вторинна рекристалізація.

Практичні:

- Заняття 1. Аналіз структури матеріалів різного масштабного рівня.
- Заняття 2. Визначення структури кристалу за його властивостями.
- Заняття 3. Аналіз дефектної структури кристалу.
- Заняття 4. Визначення присутності аморфної фази в структурі полікристалічного матеріалу
- Заняття 5. Аналіз технологічного процесу високотемпературного синтезу матеріалу з точки зору зміни його структури і закономірностей формування фаз.
- Заняття 6. Аналіз теплоємності і теплопровідності матеріалів.
- Заняття 7. Визначення температурного коефіцієнту лінійного розширення.
- Заняття 8. Аналіз термічної стійкості матеріалів.
- Заняття 9. Аналіз електропровідності матеріалів.
- Заняття 10. Аналіз карт розподілу магнітного поля
- Заняття 11. Аналіз оптичних властивостей матеріалів.
- Заняття 12. Визначення фазового складу матеріалу за допомогою діаграми стану.
- Заняття 13. Побудова діаграми стану системи залізо-вуглець за наданими даними.
- Заняття 14. Аналіз діаграми стану системи SiO₂, визначення умов синтезу метастабільних фаз.
- Заняття 15. Аналіз складних діаграм стану двокомпонентних систем з численними твердими розчинами, евтектиками і перитектиками. Визначення областей стабільності фаз. Використання правила важеля.
- Заняття 16. Аналіз діаграм стану трикомпонентних систем з твердими розчинами, евтектиками і перитектиками. Визначення областей стабільності фаз. Використання правила важеля.
- Заняття 17. Аналіз процесів синтезу та спікання суміші твердих речовин із врахуванням кінетики їх взаємодії.
- Заняття 18. Аналіз діаграм стану систем оксид лужного металу – кремнезем.
- Заняття 19. Аналіз діаграм стану систем оксид лужноземельного металу – кремнезем.
- Заняття 20. Аналіз діаграм стану системи глинозем – кремнезем.
- Заняття 21. Аналіз діаграм стану систем оксид d-елементу – кремнезем.
- Заняття 22. Аналіз умов формування силікатного скла за допомогою діаграм стану.
- Заняття 23. Визначення складу та порядку кристалізації фаз за допомогою діаграм стану трикомпонентних силікатних систем.
- Заняття 24. Визначення складу та порядку кристалізації фаз за допомогою діаграм стану трикомпонентних алюмосилікатних систем.

Лабораторні:

- Заняття 1. Інтерпретація результатів термогравіметричного аналізу (ТГ) та диференціального термічного аналізу (ДТА).
- Заняття 2. Дослідження поверхні керамічного матеріалу методами оптичної та електронної мікрометрії.
- Заняття 3. Побудова та аналіз діаграм стану обмежено розчинних рідин.
- Заняття 4. Криометричне визначення молярної маси речовини
- Заняття 5. Визначення константи швидкості розчинення у рідині.
- Заняття 6. Побудова діаграми стану двокомпонентної системи із точкою евтектики.
- Заняття 7. Визначення кута змочування і гідрофобізація поверхні.

Контрольна робота:

Структура і властивості тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів.

Курсова робота:

Фізико-хімічні аспекти одержання тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів.

161	Хімічні технології та інженерія, Новітні технології та дизайн сучасних стінових та оздоблювальних матеріалів	Сторінка 7 з 7
-----	--	----------------

18) Основна література:

1. Фізична хімія і хімія силікатів. Підручник для студентів ВНЗ будівельно-технологічних факультетів / Гречанюк В. Г. – К.: Кондор, 2006. – 434 с.
2. Дворкін Л. Й., Лаповська С. Д., Будівельне матеріалознавство. Підручник. – Рівне: НУВГП, 2016. <http://ep3.nuwm.edu.ua/4741/1/V55.pdf>
3. Суббота І.С., Спасьонова Л.М., Булка Т.І. Основи технології силікатних матеріалів. Загальні відомості виробництва кераміки, скла та ситалів [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія" / КПІ ім. Ігоря Сікорського – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42131/1/Sylikat_material.pdf
4. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів: конспект лекцій / уклад.: А. В. Козирев. – Київ: КНУБА, 2022. – 92 с.
5. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів: методичні вказівки до написання курсової роботи / уклад.: А.В. Козирев, І.М. Гречанюк. – Київ: КНУБА, 2022. – 16 с.
6. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів: методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт/ уклад.: А.В. Козирев, І.М. Гречанюк – Київ: КНУБА, 2022. – 40 с.

19) Додаткові джерела:

7. Хімія. Підручник для студентів ВНЗ за напрямком «Будівництво» / Ємельянов Б. М., Бердов Г. І., Бондар О. О., Шилюк П. С., за заг. ред. Б. М. Ємельянова. – К. : Фенікс, 2010. – 456 с.
8. Бережний А.С., Питак Я.М., Пономаренко О.Д., Соболев Н.П. Фізикохімічні системи тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів. Навчальний посібник. – Київ: НМК ВО, 1992.
9. <http://library.knuba.edu.ua>

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання				Підсумковий контроль	Сума
ПРО3	ПРО6	ПР16	ПР17		
15	15	15	15	40	100

21) Умови допуску до підсумкового контролю:

Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять і лабораторних робіт та позитивна оцінка за індивідуальну роботу.

22) Політика щодо академічної доброчесності:

Відповідно до Положення про заходи щодо запобігання академічного плагіату в КНУБА і Положення про заходи щодо підтримки академічної доброчесності в КНУБА.

23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:

<https://org2.knuba.edu.ua/course/index.php?categoryid=20>