

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СВ3.01 Хімія поверхні твердих тіл
(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва спеціальності)
інститут, факультет _____ факультет природничих наук _____
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ,
2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Хімія поверхні твердих тіл
для студентів за напрямом підготовки магістр, спеціальністю 102 Хімія – 13 с.

Розробники:

Микитин І. М., к.т.н., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії;

Миронюк І. Ф., д.х.н., завідувач кафедри теоретичної та прикладної хімії,
старший науковий співробітник.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **теоретичної та прикладної хімії** факультету природничих наук

Протокол від “ 3 ” лютого 2017 р. № 1

Завідувач кафедри **теоретичної та прикладної хімії**

_____ д.х.н. Миронюк І.Ф.

“ _____ ” _____ 2017 р.

Схвалено методичною комісією Факультету природничих наук

Протокол від “ _____ ” _____ 2017 р. № _____

“ _____ ” _____ 2017 р.

Голова _____ (Шпарик Ю.С.)

(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Галузь знань <u>10 природничі науки</u> (шифр і назва)	За вибором	
	Напрямок підготовки _____ _____ (шифр і назва)		
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): <u>102 Хімія</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 10		<u>I</u> -й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>Не передбачено</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		<u>II</u> -й	-
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>магістр</u>	50 год.	-
		Практичні, семінарські	
			-
		Лабораторні	
		10	-
		Самостійна робота	
		120 год.	-
Індивідуальні завдання: не передбачено			
Вид контролю: попередній, поточний, підсумковий контроль (екзамен)			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33 % / 67 %

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – дати студенту необхідні знання, які стосуються будови поверхні твердих тіл, структурних особливостей наноматеріалів, залежності особливостей їх будови та властивостей від способу синтезу.

Завдання. Сформувати у студентів практичний досвід щодо планування і проведення складних хімічних експериментів.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- сучасні методи фізико-хімічних досліджень будови матеріалів;
- особливості сучасних способів синтезу вуглецевих та металооксидних наноматеріалів;
- практичне застосування наноматеріалів;

вміти:

- синтезувати різні матеріали з розвиненою питомою поверхнею;
- користуватися набутими знаннями для розв'язання різноманітних практичних і теоретичних завдань;

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Поверхня твердих тіл.

Тема 1. Будова поверхні твердих тіл. Функціональні групи на поверхні оксидів металів та вуглецю. Методи дослідження будови та властивостей поверхні матеріалів.

Тема 2. Структура поверхневого шару кремнезему, будова і властивості активних центрів. Електростатичний потенціал поверхні SiO_2 .

Тема 3. Будова і властивості гідрофобізованої поверхні кремнезему. Суть гідрофобного ефекту.

Тема 4. Кислотні центри поверхні двохфазних оксидних систем. Кислотні центри на поверхні складних оксидів $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ і $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$.

Тема 5. Стереохімія перехідних станів і механізми хімічних перетворень на поверхні SiO_2 .

Тема 6. Кінетика хемосорбції органічних сполук із газової фази на поверхні кремнезему.

Тема 7. Особливості перебігу гетеролітичних реакцій в поверхневому шарі кремнезему.

Тема 8. Адсорбція і каталіз на поверхні оксидів перехідних елементів. Зонна структура перехідних елементів.

Тема 9. Адсорбційні комплекси на поверхні перехідних металів.

Тема 10. Адсорбція кисню і оксиду вуглецю на чистих металах.

Тема 11. Вплив явища адсорбції на кінетику гетерогенного каталізу. Механізми каталітичних реакцій.

Тема 12. Поверхневі сили і розклинюючий тиск.

Змістовий модуль 2. Лабораторні заняття.

Тема 1. Визначення питомої поверхні вугілля.

Тема 2. Адсорбція на поверхні твердих тіл.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів 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.
Модуль 1											
Змістовий модуль 1. Закономірності одержання нанодисперсних систем.											
Тема 1. Будова поверхні твердих тіл. Функціональні групи на поверхні оксидів металів та вуглецю. Методи дослідження будови та властивостей поверхні матеріалів.	13	5				8					
Тема 2. Структура поверхневого шару кремнезему, будова і властивості активних центрів. Електростатичний потенціал поверхні SiO ₂ .	13	5				8					
Тема 3. Будова і властивості гідрофобізованої поверхні кремнезему. Суть гідрофобного ефекту.	13	4				9					
Тема 4. Кислотні центри поверхні двохфазних оксидних систем. Кислотні центри на поверхні складних оксидів TiO ₂ /SiO ₂ і Al ₂ O ₃ /SiO ₂ .	13	4				9					
Тема 5. Стереохімія перехідних станів і механізми хімічних перетворень на поверхні SiO ₂ .	13	4				9					
Тема 6. Кінетика хемосорбції органічних сполук із газової фази на поверхні кремнезему.	13	4				9					
Тема 7. Особливості перебігу гетеролітичних	13	4				9					

реакцій в поверхневому шарі кремнезему.											
Тема 8. Адсорбція і катализ на поверхні оксидів перехідних елементів. Зонна структура перехідних елементів.	13	4				9					
Тема 9. Адсорбційні комплекси на поверхні перехідних металів.	13	4				9					
Тема 10. Адсорбція кисню і оксиду вуглецю на чистих металах	13	4				9					
Тема 11. Вплив явища адсорбції на кінетику гетерогенного каталізу. Механізми каталітичних реакцій.	12	4				8					
Тема 12. Поверхневі сили і розклинюючий тиск.	12	4				8					
Змістовий модуль 2 Лабораторні заняття.											
Тема 1. Визначення питомої поверхні вугілля.	13			5		8					
Тема 2. Адсорбція на поверхні твердих тіл.	13			5		8					
Разом	180	50		10		120					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не плануються	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не плануються	

7. Теми лабораторних занять

Для денної форми

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення питомої поверхні вугілля.	5
2	Адсорбція на поверхні твердих тіл.	5

8. Самостійна робота

Для денної форми

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вплив різних факторів на поверхню твердих тіл.	8
2	Фізичні методи одержання порошкових неорганічних матеріалів із частинками нанометрового масштабу.	8
3	Хімічні методи синтезу наноматеріалів. Електронна мікроскопія.	8
4	Класифікація дисперсних систем. Дифузія.	8
5	Фактори стійкості ліофобних систем.	8
6	Термодинамічна рівновага.	8
7	Залежність поверхні модифікацій вуглецю від різних факторів.	8
8	Атомна будова вуглецевих нанотрубок.	8
9	Методи одержання нанотрубок.	8
10	Вуглецеві синтетичні матеріали з великим об'ємом мікро- та мезопор.	8
11	Синтез нанодисперсних систем у мікроемульсіях і міцелах поверхнево-активних речовин.	8
12	Одержання органокремнеземів.	8
13	Поліморфні різновиди Al_2O_3 .	8
14	Фізико-хімічні властивості модифікованих форм кремнезему.	8
15	Твердофазні методи отримання покриттів	8
	Разом	120

9. Індивідуальні завдання

Не планується

10. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – практична робота, задачі.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

11. Методи контролю

Поточний контроль **самостійної роботи** (підготовка до практичних занять) з метою встановлення у студентів рівня знань, необхідних для успішного і **безпечного** виконання лабораторної роботи здійснюється **в усній формі** (перед кожною лабораторною роботою); лабораторні роботи виконуються індивідуально і оцінюються в цілому, **захист лабораторних робіт** включає оформлення звіту про виконання роботи (згідно умов практикуму) та усне опитування по виконанню лабораторної роботи і контрольних питань. По завершенню вивчення дисципліни складається **письмовий іспит**.

Форми контролю: поточні, модульне оцінювання та іспит.

Завдання для поточного контролю

1. Термогравіметричні методи дослідження.
2. Йонне бомбардування.
3. Конденсація наночастинок у зоні фронту ударної хвилі.
4. Аерозольний метод.
5. Метод низькотемпературної плазми.
6. Одержання нанорозмірних частинок шляхом диспергування матеріалу.
7. Вплив дисперсності на фізико-хімічні властивості матеріалів.
8. Фазові перетворення першого роду в дисперсних матеріалах нанометрового масштабу.
9. Розмірні ефекти в дисперсних матеріалах.
10. Атомно-силова мікроскопія.
11. Фулерени – нова алотропна модифікація вуглецю.
12. Атомна будова алмазу.
13. Атомна будова та морфологія фулеренів.
14. Класифікація алотропних модифікацій вуглецю.
15. Вимірювання питомої поверхні дисперсних матеріалів.
16. Актуальність вуглецевих матеріалів.
17. Фізичні методи одержання порошкових неорганічних матеріалів із частинками нанометрового масштабу.
18. Стани валентних електронів в атомах алотропних модифікацій вуглецю.
19. Схеми класифікації вуглецевих матеріалів.
20. Нанотрубки – п'ята алотропна модифікація вуглецю.
21. Атомна будова вуглецевих нанотрубок.
22. Методи одержання нанотрубок.
23. Рідкофазні та газофазні методи одержання оксиду алюмінію.
24. Фізико-хімічні властивості вуглецевих нанотрубок.
25. Загальні закономірності утворення нанодисперсних систем.
26. Схеми класифікації вуглецевих матеріалів.
27. Стани валентних електронів в атомах алотропних модифікацій вуглецю.
28. Атомна будова графіту.
29. Вуглецеві синтетичні матеріали з великим об'ємом мікро- та мезопор.
30. Синтез мезопористих вуглецевих матеріалів методами екзо- або ендотемплатування.
31. Вуглецеві матеріали для електродів суперконденсаторів.
32. Атомна будова та фізико-хімічні властивості кристалічних модифікацій у системі SiO₂.

33. Одержання та будова силікагелю.
34. Кремнеземні матеріали.
35. Газофазний синтез нанодисперсного кремнезему.
36. Промислові методи одержання пірогенного кремнезему.
37. Перебіг у полум'ї реакцій гідролізу SiCl_4 та конденсації утворених олігомерних продуктів.
38. Синтез органокремнеземів.
39. Поліморфні різновиди оксиду алюмінію.
40. Використання розчинів $[\text{Ti}(\text{OH})_6]^{3+} \cdot 3\text{Cl}^-$ для синтезу нанокристалічних модифікацій TiO_2 .
41. Застосування кристалогідратного прекурсору $\text{Ti}(\text{OH})_3\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ для одержання наночастинок анатазу або рутилу.
42. Золь-гель технології.
43. Газофазний синтез високодисперсних матеріалів.
44. Синтез нанодисперсних систем у мікроемульсіях і міцелах поверхнево-активних речовин.
45. Броунівський рух. Осмотичний тиск.
46. Коагуляція під дією електролітів. Правило Шульце-Гарді.
47. Методи синтезу фулеренів та способи їх практичного використання.
48. Термохімічні методи активації вуглецевих матеріалів.
49. Фактори впливу на пористу структуру силікагелю.
50. Фізико-хімічні властивості модифікованих форм кремнезему.
51. Промислові методи одержання порошкового корунду.
52. Методи одержання вуглецевих нанотрубок та їх фізико-хімічні властивості.
53. Одержання органокремнеземів.
54. Хімічні методи синтезу наноматеріалів.
55. Вплив дисперсності на температуру фазових перетворень та температуру плавлення матеріалу.
56. Правило Гіббса для дисперсних систем.
57. Сучасні методи одержання нанодисперсного TiO_2 .
58. Будова та морфологія алюмооксидних матеріалів, одержаних термодеструкцією дев'ятиводного нітрату алюмінію.
59. Синтез нанодисперсного діоксиду титану та його гідратованих форм.
60. Класифікація дисперсних систем. Дифузія.
61. Седиментаційно-дифузійна рівновага.
62. Атомна будова карбіну.
63. Фактори стійкості ліофобних систем.
64. Газофазний синтез Al_2O_3 методом спалювання пари AlCl_3 у воднево-повітряному полум'ї.

Зразок екзаменаційного білету

Державний вищий навчальний заклад

«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
 Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
 Напрямок підготовки 102 Хімія Семестр I
 Навчальна дисципліна хімія поверхні твердих тіл

Екзаменаційне завдання № 1

1. Хімічні методи синтезу наноматеріалів.
2. Поліморфні різновиди оксиду алюмінію.
3. Атомна будова графіту.
4. Стереохімія перехідних станів на поверхні SiO₂.

Затверджено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної хімії
 Протокол №__ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ Миронюк І.Ф.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Екзаменатор _____ Миронюк І.Ф.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Для екзамену

Змістовні модулі	Змістовні модулі	Екзамен	Сума
1	2		
Захист рефератів - 20	Захист лабораторних робіт - 30	50	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання знань, умінь і навичок студентів з навчальної дисципліни при підсумковому контролі необхідно розробити, виходячи з таких загальних рекомендацій:

"відмінно" – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, вміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, аналізує причинно – наслідкові зв'язки;

"добре" – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

"задовільно" – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє інтегровано застосувати набуті знання для аналізу конкретних ситуацій, нечітко, а інколи й невірно формулює основні теоретичні положення та причинно – наслідкові зв'язки;

"незадовільно" – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення:

- Програма курсу, курс лекцій.
- Підручники в бібліотеці інституту природничих наук;
- Питання для поточного контролю знань;
- Набори завдань для поточного контролю знань.

14. Рекомендована література

Базова

1. А. Адамсон. Физическая химия поверхностей. – М. Мир, 1979. – 568 с.
2. Чуйко А.А., Горлов Ю.И., Лобанов В.В. Строение и химия поверхности кремнезема: Под редакцией П.П. Горбика. – Киев: Наук. думка, 2007.- 354 с.
3. Химия поверхности кремнезема.: В 2 ч./ Под ред. Академика НАН України А.А. Чуйко. – К., 2001. – ч.1 – 736 с., - ч. 2. – 500 с.
4. Крілов О.В., Кисилев В.Ф. Адсорбция и катализ на переходных металлах и их оксидах. – М.: Химия, 1981. – 288 с.
5. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. Учебн. Пособие для институтов. – М., Высш. школа, 1973. -208 с.
6. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. Львів: "Львівська політехніка", 2009 .-580 с.
7. Мальцев П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. М.: Техносфера. 2008.

8. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит. 2000.
9. Находкін М.Г., Шека Д.І. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки. К.: Київський ун-т, 2005. -431 с.
10. І.Ю. Проценко, Н.І. Шумакова. Основи матеріалознавства наноелектроніки. Суми Вид-во СумДУ 2004.
11. Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.
12. Ч.Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004.
13. П.Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2005.
14. М.А. Рыбалкина. Нанотехнологии для всех. М.: Nanotechnology News Network, 2005.
15. Г.Б. Сергеев. Нанохимия. М.: Издательство МГУ, 2003.
16. Миронюк І.Ф., Коцюбинський В.О., Остафійчук Б.К. Синтез, структура та електрохімічні властивості оксидних наноматеріалів: монографія. Ів.-Франківськ: Прикарпатський нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2011. – 443 с.
17. Рагуля А.В., Скороход В.В. Консолидированные наноструктурные материалы [Текст]: монография. К. : Наукова думка, 2007. – 376.
18. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. К.:Академперіодика, 2004. -699 с.

Допоміжна

1. Борисенко В.Е. Нанoeлектроника – основа информационных систем XXI века. Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 5. С. 100-104.
2. С.П.Губин. Химия кластеров. М.: Наука, 1987.
3. Суздаев И.П., Суздаев П.И. Нанокластеры и нанокластерные системы. Успехи Химии - 2001. Т.70. №.3.
4. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. К.:Академперіодика,2004. -699 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://lib.ru.if.ua/> – наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
2. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
3. <http://www.springer.com/?SGWID=5-102-0-0-0> - Доступ до колекції журналів Springer Journal Collection.
4. <http://www.sciencedirect.com> - Інформаційні продукти Elsevier sciencedirect