

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра теоретичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Функціональні матеріали для хімічних сенсорів та електроніки
(спецкурс)**

напряму підготовки 0703 хімія
для спеціальності 8.070301 хімія
спеціалізації „Хімічний контроль навколишнього середовища”
хімічного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Харків

Робоча програма навчальної дисципліни „Функціональні матеріали для хімічних сенсорів та електроніки” для студентів за напрямом підготовки 0703 хімія, спеціальністю 8.070301 хімія.

Розробники: **Кравченко Андрій Васильович, к.х.н., доц. кафедри теоретичної хімії**

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної хімії

Протокол № _ р.

Завідувач кафедри _____ Жолновач А.М.

Схвалено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № ___ від “ ___ ” _____ 20__ р.

“ ___ ” _____ 20__ р.

Голова _____

Юрченко О.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів 3.5	Напрямок підготовки 0703 хімія	денна форма навчання
Модулів – 2	Спеціальність 8.070301 хімія	Рік підготовки: IV -й
Загальна кількість годин 204		Семестр 8 -й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 6,4		Лекції 32 год.
		Лабораторні 64 год.
	Самостійна робота 108 год.	
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Вид контролю: залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: навчити студентів в лабораторних умовах виготовляти сенсори, визначати їх основні параметри та використовувати для аналізу різноманітних об'єктів.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: переваги сенсорного аналізу для експрес- контролю у порівнянні з іншими інструментальними методами та напрямки пошуку і застосування нових перспективних функціональних матеріалів.

вміти: кваліфіковано виготовляти хімічні сенсори, визначати їх параметри та практично застосовувати.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Лекції

Тема 1. Інструментальні методи аналізу та їх класифікація. Галузі застосування, чутливість та точність визначень. Класифікація електрохімічних методів аналізу. Основні номенклатурні поняття електрохімії. Прибори для виміру електричних величин. Джерела живлення. Стандарти току, напруги та опору. Потенціометри, кулонометри, мости постійного та перемінного струму.

Тема 2. Комірки та електроди для електрохімічних вимірювань. Класифікація електродів. Тверді електроди. Ультрамикроелектроди. Одноразові електроди та електроди,

виготовлені за технологією screen-printing. Іон-селективні електроди. Коефіцієнт селективності. Газочутливі електроди. Конструктивні особливості електродів. Еквівалентні схеми електрохімічної комірки. Електроліти та розчинники для електрохімічних процесів.

Тема 3. Типи хімічних сенсорів. Електрохімічні сенсори. Іон-селективні польові транзистори. Вольта- та амперометричні сенсори. Твердоконтактні електроди. Практичні аспекти застосування потенціометричних хімічних сенсорів.

Тема 4. Оптичні хімічні сенсори. рН- чутливі оптоди. Оптоди для визначення іонів металів. Калориметричні сенсори. Біосенсори.

Тема 5. Термісторні сенсори. Каталітичні газові сенсори. Пелістор. Сенсор по теплопровідності. Твердоелектролітні та напівпровідникові газові сенсори. Мас- чутливі сенсори. Аспекти застосування.

Тема 6. Вольтамперометрія. Теоретичні основи. Апаратурні методи вольтамперометрії та їх класифікація. Постійнострумова полярографія. Хроноамперометрія. Імпульсна полярографія. Вольтамперометрія на перемінному струмі. Полярографічний аналіз - особливості та різновид. Застосування методу для розв'язання аналітичних задач.

Тема 7. Стислий огляд кондуктометричних методів аналізу. Перспективи розвитку. Застосування до природних об'єктів. Теорія та практика кулонометричного аналізу. Можливості методу та його розвиток.

Модуль 2. Лабораторні заняття

Тема 8. Калібрування рН- метру. Кількісні визначення складу по результатах кислотно-основного титрування, інтегральні та диференціальні криві. Аналітичне застосування комплексонометричного, осадового та окислювально-відновного титрувань.

Тема 9. Приготування стандартних буферів для калібрування окремих іон-селективних електродів. Визначення деяких іонів у природних та питних водах. Визначення робочого інтервалу активностей потенціаловизначаючих іонів та коефіцієнтів селективності для іон-селективних електродів.

Тема 10. Синтез та очищення галогенідів срібла. Виготовлення графітових іон-селективних електродів на галогенід- іони. Визначення галогенід- іонів у розчинах за допомогою графітових електродів. Паспортизація параметрів галоген- селективних електродів.

Тема 11. Виготовлення полімерних іон- селективних мембран та електродів на іони NH_4^+ та K^+ . Визначення у розчинах іонів NH_4^+ та K^+ . Паспортизація параметрів мембранних електродів.

Тема 12. Синтез йодидів алкіл- піразинію та алкіл- ізохінолінію. Очищення TCNQ.

Тема 13. Синтез та очищення простих та складних аніон-радикальних солей TCNQ з катіонами алкіл- піразинію та алкіл- ізохінолінію.

Тема 14. Знайомство з апаратурою гальваностатичної кулонометрії. Постановка електросинтезу катіон- радикальної провідної солі на основі похідних фульвалену.

Тема 15. Спектрофотометричне визначення складу простих та складних аніон-радикальних солей TCNQ. Пресування таблеток провідних APC TCNQ. Виміри питомої провідності APC TCNQ.

Тема 16. Виготовлення твердоконтактних електродів та одноразових електродів за технологією screen-printing на основі провідних APC TCNQ. Потенціометричні виміри.

4. Структура навчальної дисципліни

Модулі і теми	Кількість годин
	Денна форма

1	Усього 2	у тому числі				
		л 3	п 4	лаб 5	інд 6	ср 7
Модуль 1 – лекції						
Тема 1	12	6				6
Тема 2	10	4				6
Тема 3	10	4				6
Тема 4	14	4				10
Тема 5	8	2				6
Тема 6	16	6				10
Тема 7	12	6				6
Разом за модулем 1	82	32				50
Модуль 2 – лабораторні заняття						
Тема 8	12			8		4
Тема 9	14			8		6
Тема 10	16			8		8
Тема 11	16			8		8
Тема 12	16			8		8
Тема 13	14			6		8
Тема 14	14			6		8
Тема 15	10			6		4
Тема 16	10			6		4
Разом за модулем 2	122			64		58
Усього годин	204	32		64		108

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
8	Застосування та стандартизація потенціометричних титрувань за типом хімічної реакції.	8
9	Визначення робочого інтервалу та коефіцієнтів селективності для іон-селективних електродів.	8
10	Виготовлення та іспит графітових іон-селективних електродів. Паспортизація їхніх параметрів.	8
11	Виготовлення та іспит полімерних іон-селективних мембранних електродів. Паспортизація їхніх параметрів.	8
12	Синтез йодидів алкіл-піразинію та алкіл-ізохінолінію. Очищення TCNQ.	8
13	Синтез та очищення простих та складних APC TCNQ	6
14	Електросинтез провідних КРС на основі похідних фульвалену	6
15	Визначення складу APC TCNQ. Виміри питомої провідності APC	6
16	Твердоконтактні та одноразові електроди за технологією screen-printing на основі провідних APC TCNQ.	6

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин	
	ср	пір
Тема 1. Інструментальні методи аналізу та їх класифікація. Галузі застосування, чутливість та точність визначень. Класифікація електрохімічних методів аналізу. Основні номенклатурні поняття електрохімії. Прибори для виміру електричних величин.	6	
Тема 2. Комірки та електроди для електрохімічних вимірювань. Тверді електроди. Ультрамикроелектроди. Одноразові електроди та електроди за технологією screen-printing. Іон-селективні електроди. Газочутливі електроди. Конструктивні особливості електродів. Еквівалентні схеми електрохімічної комірки. Електроліти та розчинники для електрохімічних процесів.	6	
Тема 3. Типи хімічних сенсорів. Електрохімічні сенсори. Іон-селективні польові транзистори. Застосування потенціометричних та кондуктометричних хімічних сенсорів.	6	
Тема 4. Оптичні хімічні сенсори. Калориметричні сенсори. Біосенсори.	10	
Тема 5. Термісторні сенсори. Каталітичні газові сенсори. Пелістор. Сенсор по теплопровідності. Твердоелектролітні та напівпровідникові газові сенсори. Мас- чутливі сенсори. Аспекти застосування.	6	
Тема 6. Вольтамперометрія. Теоретичні основи. Апаратурні методи та їх класифікація. Постійнострумова та переміннострумова полярографія. Хроноамперометрія. Імпульсна полярографія. Полярографічний аналіз - особливості та різновид. Застосування методу для розв'язання аналітичних задач.	10	
Тема 7. Стислий огляд кондуктометричних методів аналізу. Перспективи розвитку. Застосування до природних об'єктів. Теорія та практика кулонометричного аналізу.	6	
Тема 8. Застосування та стандартизація потенціометричних титрувань за типом хімічної реакції.	4	
Тема 9. Визначення робочого інтервалу та коефіцієнтів селективності для іон-селективних електродів.	6	
Тема 10. Виготовлення графітових іон-селективних електродів. Визначення іонів у розчинах та паспортизація параметрів графітових іон- селективних електродів.	8	
Тема 11. Виготовлення та іспит полімерних іон- селективних мембранних електродів. Паспортизація їхніх параметрів	8	
Тема 12. Синтез йодидів алкіл- піразинію та алкіл- ізохінолінію. Очищення TCNQ.	8	
Тема 13 Синтез та очищення простих та складних APC TCNQ з катіонами алкіл- піразинію та алкіл- ізохінолінію.	8	
Тема 14. Знайомство з апаратурою гальваностатичної кулонометрії. Постановка електросинтезу провідної KPC на основі похідних фульвалену.	8	
Тема 15. Спектрофотометричне визначення складу простих та складних APC TCNQ. Виміри питомої провідності APC TCNQ.	4	
Тема 16. Твердоконтактні та одноразові електроди за технологією screen-printing на основі провідних APC TCNQ.	4	

7. Методи навчання

Лекції, виконання лабораторних робіт, самостійна робота, виконання розрахункових завдань на комп'ютері.

8. Методи контролю

Співбесіда за темами лабораторних робіт, залік.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий семестровий контроль (залік)	Сума
Модуль 1	Модуль 2	50	100
Теми 1 -7	Теми 8 - 16		
	Виконання та захист лабораторних робіт (50)		

Для зарахування модуля 2 студент має набрати не менше, ніж 50% балів за кожною з тем 8 -16. Для одержання заліку студент повинен виконати всі лабораторні роботи і набрати не менше 25 балів за письмовий залік.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80-89	B	добре
70-79	C	
60-69	D	задовільно
50-59	E	
1-49	FX	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Монографії, наукові статті, методики.
3. Документація до програмного забезпечення.
4. Описи до виконання лабораторних робіт.

11. Рекомендована література

Базова

1. Каттралл Р.В. Химические сенсоры.-М.: Научный мир, 2000. -144с.
2. Основы современного электрохимического анализа /Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев. -М.: Мир, 2003. –592с.
3. Рао Ч.Н.Р., Гопалакришиан Дж. Новые направления в химии твердого тела: Структура, синтез, свойства, реакционная способность и дизайн материалов. -Новосибирск, Наука, 1990.-520 с.
4. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. -М: Техносфера, 2005. –336с.

Допоміжна

1. Лайтинен Г.А. Химический анализ.-М.: Химия, 1966. -656с.
2. Эмсли Дж. Элементы. -М.: Мир, 1993.-256с.
3. Кунце У, Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа .-М.: Мир, 1997.-424с.
4. Камман К. Работа с ион-селективными электродами. -М.: Мир, 1980. -285с.
5. Титриметрические методы анализа неводных растворов:/Под ред. В.Д. Безуглого. - М.: Химия, 1986. -384с.
6. Аноганикум: В 2-х т. Т. 2. /Под ред. Л. Кольдица. -М.: Мир, 1984. -632с.
7. A.V.Kravchenko, V.A.Starodub, A.R.Kazachkov, A.V.Khotkevich, O.S.Pyshkin, G.V.Kamarchuk. Spectral and electrophysical properties of anion-radical salts of TCNQ and methyl-TCNQ with N-alkylpirazin cations. Spectroscopy of Emerging Materials, Kluwer Academic Publishers, Netherlands. NATO Science Series. Mathematics, Physics and Chemistry.-Vol.165. Ed. E.C.Faulques. 2004. p. 319-330.
8. O.N.Kazheva, G.G.Alexandrov, A.V.Kravchenko, V.A.Starodub, I.B.Sivaev, I.A.Lobanova, V.I.Bregadze, L.I.Buravov, O.A.Dyachenko. New fulvalenium salts of bis(dicarbollide) cobalt and iron: Synthesis, crystal structure and electrical conductivity. Journal of Organometallic Chemistry, **692**, (2007), p.5033-5043.