

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Хіміко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан хіміко-технологічного
факультету

_____ І.М. Астрелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2015 р.

Методи розділення та ідентифікації сполук
(назва та код кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

підготовки

бакалаврів
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму

6.051301 «Хімічна технологія»
(шифр і назва)

форми навчання

денної
(денна/заочна)

Ухвалено методичною комісією
хіміко-технологічного факультету
Протокол від 28.05 2015 р. № 7

Голова методичної комісії

_____ /О.В. Сангінова
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2015 р.

Київ – 2015

Робоча програма кредитного модуля Методи розділення та ідентифікації сполук 1 для студентів за напрямом підготовки 6.051301 «Хімічна технологія», освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни Методи розділення та ідентифікації сполук.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Ст. викладач, канд. хімічних наук, Васькевич Алла Іржіївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Професор, доктор техн.наук, ст.н.с. Прокопенко Віталій Анатолійович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри
(повна назва кафедри)

фізичної хімії

Протокол від «20» травня 2015 року № ____

Завідувач кафедри

_____ Чигиринець О.Е.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2015 р.

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>0513 –Хімічна технологія та інженерія</u> (шифр і назва)	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>Методи розділення та ідентифікації сполук</u>	Форма навчання <u>денна</u> (денна / заочна)
Напрямок підготовки <u>6.051301 «Хімічна технологія»</u> (шифр і назва)	Кількість кредитів ECTS <u>5,5</u>	Статус кредитного модуля за вибором студентів (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)
Спеціальність _____ (шифр і назва)	Кількість розділів <u>2</u>	Цикл до якого належить кредитний модуль <u>П.2 професійно-спрямовані дисципліни</u>
Спеціалізація _____ (назва)	Індивідуальне завдання не передбачено	Рік підготовки <u>третій</u> <u>Семестр п'ятий</u>
Освітньо-кваліфікаційний рівень <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>165</u>	Лекції <u>36 год.</u>
		Практичні (семінарські) <u>36 год.</u>
		Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>18 год.</u>
	Тижневих годин: аудиторних – <u>5</u> СРС – <u>4</u>	Самостійна робота <u>75 год.</u> Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен</u>

Вступ

Згідно робочого навчального плану кредитний модуль Методи розділення та ідентифікації сполук 1 дисципліни «Методи розділення та ідентифікації сполук» викладається студентам третього року підготовки ОКР «бакалавр» напрямку 6.051301 «Хімічна технологія» у першому навчальному семестрі. Матеріал кредитного модуля базується на знаннях та практичних навичках студентів з фізики, загальної та неорганічної хімії, органічної, аналітичної, фізичної хімії, хімії високомолекулярних сполук, колоїдної хімії. Знання та компетенції, отримані студентами в ході вивчення дисципліни, будуть

необхідні при виконанні курсових робіт із тонкого органічного синтезу, при дослідженні складу та властивостей харчових добавок та косметичних засобів.

1. Мета та завдання кредитного модуля

1.1. Мета кредитного модуля.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- застосування хроматографічних методів для кількісного та якісного аналізу багатокомпонентних систем;
- використання хроматографічних методів для очистки концентрування та розділення хімічних сполук;
- використовувати основні фізичні та спектроскопічні методи ідентифікації для визначення складу та будови органічних і неорганічних сполук;
- розшифровувати та аналізувати спектри (УФ та видимого світла, ІЧ, ЯМР тощо).

1.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основних теоретичних принципів та практичних основ методів хроматографічної очистки, розділення, ідентифікації та встановлення кількісного складу;
- теоретичних основ фізичних та фізико-хімічних методів ідентифікації та встановлення кількісного складу, зокрема електронної спектроскопії, атомно-абсорбційної, атомно-емісійної спектрофотометрії.

уміння:

- визначати параметри хроматографічної колонки для ефективного розділення сумішей;
- визначати основні параметри хроматограми: об'єм, час, відстань утримування;
- виконувати інтерпретацію спектральних даних електронної спектроскопії, атомно-абсорбційної, атомно-емісійної спектрофотометрії та визначати на їх основі склад та будову хімічних сполук, та таких, що використовуються у технологіях харчових добавок та косметичних засобів;

досвід:

- проведення хроматографування на тонкому шарі;
- виконання хроматографічного препаративного розділення методом колонкової хроматографії;
- практичного використання фізичних та фізико-хімічних (спектроскопічних, спектрофотометричних) методів для аналізу хімічних систем: підготовка та проведення експериментальної роботи з одержання та розшифрування спектрів відповідних речовин.

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Основи хроматографічного аналізу					
<i>Тема 1.1</i> Вступна частина	2	2	-	-	1
<i>Тема 1.2.</i> Основні положення теорії хроматографічного аналізу.	13,5	4	9,5	-	4
<i>Тема 1.3.</i> Газова хроматографія. Адсорбенти і носії для хроматографії.	7	3	2	2	4
<i>Тема 1.4.</i> Рідинна колонкова хроматографія.	5	2	1	2	3
<i>Тема 1.5</i> Площинна (планарна) хроматографія.	5	1	-	4	3
<i>Тема 1.6.</i> Іонообмінна хроматографія.	3	2	1	-	2
Всього	52,5	14	13,5	8	17
Розділ 2. Основи електронної спектроскопії					
<i>Тема 2.1.</i> Складові фізичних та фізико-хімічних методів аналізу та їх роль в ідентифікації органічних речовин.	6	2	2	-	2
<i>Тема 2.2.</i> Закони поглинання випромінювання в оптичному та УФ діапазонах.	13	4	2	4	3
<i>Тема 2.3.</i> Електронні переходи та їх ефекти.	8	2	2	-	4
<i>Тема 2.4.</i> Фотометричний аналіз та його методи.	17	4	4	4	5
<i>Тема 2.5.</i> Диференційна спектрофотометрія багатокомпонентних систем.	13,5	4	5,5	-	4
<i>Тема 2.6.</i> Електронні спектри основних класів органічних сполук.	12	3	4	2	3
<i>Тема 2.7.</i> Атомно-абсорбційний елементний аналіз та атомно-емісійна спектроскопія.	8	3	2	-	3
Всього	77,5	22	21,5	10	24
<i>Модульна контрольна робота</i>	5		1		4
Усього за семестр	135	36	36	18	45
<i>Екзамен</i>	30	-	-	-	30
Всього годин	165	36	36	18	75

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1. Розділ 1. Основи хроматографічного аналізу Тема 1.1. Вступна частина.	
1	<p>Хроматографічний аналіз як метод розділення рідких та газоподібних сумішей, що ґрунтується на різній сорбції їх компонентів твердим чи рідким сорбентом в заданих умовах. Функції рухомої та нерухомої фаз.</p> <p>Класифікація хроматографічних методів за такими параметрами: агрегатний стан рухомої та нерухомої фаз, природа взаємодії між сорбентом та сорбатом, техніка виконання аналізу.</p> <p>Основні етапи виконання класичного хроматографічного аналізу: отримання первинної та промитої хроматограм, вилучення речовини з фази сорбенту (елюювання, витіснення).</p> <p><i>Література: [1: с. 8-19; 2: с. 6-14].</i></p>
Тема 1.2. Основні положення теорії хроматографічного аналізу.	
2	<p>Сили міжмолекулярної взаємодії (Ванн-Дер-Ваальса, водневий, донорно-акцепторний зв'язок). Поняття про сорбцію (адсорбцію, абсорбцію, розподіл), сорбент (адсорбент), сорбат (адсорбат), десорбцію. Фізичні та хімічні фактори, які впливають на величину сорбції.</p> <p>Ізотерма адсорбції (Генрі, Ленгмюра, Фрейндліха. Основне рівняння лінійної ідеальної хроматографії.</p> <p>Хроматограма, хроматографічний пік, характеристики утримування: утримуваний і виправлений утримуваний об'єм, час і виправлений час утримування, вільний час, вільний об'єм.</p> <p>Способи якісного аналізу. Індекси утримування Ковача. Способи кількісного визначення: нормування, внутрішнього стандарту, зовнішнього стандарту (абсолютного калібрування).</p> <p><i>Література: [1: с. 30-34, 62-65; 2: с. 14-21].</i></p>
3	<p>Пояснення причин розмивання хроматографічних піків. Взаємозв'язок між типом ізотерми адсорбції (лінійна, опукла, увігнута) та формою хроматографічного піку. Основне рівняння лінійно-ідеальної хроматографії. Зв'язок між утримуваним об'ємом та коефіцієнтом розподілу.</p> <p>Поняття про теорію еквівалентних тарілок. Параметри, за допомогою яких можна оцінити ефективність хроматографічної колонки Число теоретичних тарілок (N) та висота (H) еквівалентна теоретичний тарілці (ВЕТТ), експериментальне знаходження цих величин на підставі хроматографічного піку. Ефективність роботи колонки. Вплив на ефективність величини вільного (мертвого) об'єму.</p> <p>Поняття про дифузійну (кінетичну) теорію. Рівняння Ван-Десмтера, визначення оптимальної швидкості рухомої фази.</p> <p>Параметри, за допомогою яких можна оцінити селективність хроматографічної колонки: ступінь розділення, коефіцієнт селективності.</p> <p>Роздільна здатність хроматографічної колонки. Вплив ефективності і селективності на роздільну здатність хроматографічної колонки. Оптимізація процесу розділення. Критерій (коефіцієнт) розділення. Коефіцієнт ємності колонки. Розрахунок оптимальної довжини хроматографічної колонки, яка забезпечує повне розділення двох речовин.</p> <p><i>Література: [1: с. 21-30; 2: с. 38-56].</i></p>
Тема 1.3. Газова хроматографія. Адсорбенти і носії для хроматографії.	
4	<p>Принцип методу. Вимоги до визначуваних речовин. Газо-носії (рухома фаза) та вимоги до них. Блок-схема газового хроматографа (дозатор, термостат колонок,</p>

	<p>детектор). Типи хроматографічних колонок за призначенням, за способом заповнення сорбентом. Класифікація детекторів за універсальністю, за способом вимірювання (потоківі, концентраційні). Основні характеристики детектора (МВ, ЛДД). Принцип роботи: катарометра (ДТП), полуменево-іонізаційного (ПД), електронозахоплюючого (ЕЗД) детекторів.</p> <p>Газо-адсорбційна хроматографія. Фізико-хімічні основи методу. Хроматографія з програмуванням температури. Застосування у якісному та кількісному аналізі. Газорідинна хроматографія. Фізико-хімічні основи методу. Рідкі нерухомі фази і вимоги для них.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Застосування газової хроматографії для якісного та кількісного визначення ароматичних харчових добавок.</p>
5	<p>Вимоги до адсорбентів та носіїв, які використовуються у хроматографічному розділенні. Класифікація адсорбентів за полярністю, пористістю.</p> <p>Модифікування поверхні адсорбентів. Поняття про нормально-фазові (НФ) та обернено-фазові (ОФ) адсорбенти. Приклади прищеплених груп для НФ та ОФ хроматографії.</p> <p><i>Література:</i> [1: с. 37-48, 54-65; 2: с. 29-38, 56-70].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Властивості найбільш вживаних адсорбентів і носіїв (силікагель, оксид алюмінію, активоване вугілля тощо).</p>
Тема 1.4. Рідинна колонкова хроматографія.	
5	<p>Принцип методу. Блок-схема рідинного хроматографа (блок подачі розчинника, введення проби, термостат, предколонка). Параметри хроматографічних колонок. Типи детекторів. Принцип роботи детекторів: рефрактометричного, спектрофотометричного (УФ, УФ-видимого), флуориметричного.</p> <p>Рідинна адсорбційна хроматографія. Фізико-хімічні основи методу. Елюенти та вимоги до них, елюентна здатність. Застосування у якісному та кількісному аналізі.</p> <p><i>Література:</i> [1: с. 68-98; 2: с. 71-82].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Ознайомитись з елюотропним рядом розчинників.</p>
6	<p>Рідинна розподільна хроматографія. Фізико-хімічні основи методу. Рідкі нерухомі фази та вимоги до них. Застосування у якісному та кількісному аналізі.</p> <p>Класична та високоефективна рідинна хроматографія (HPLC).</p> <p>Гель-хроматографія. Принцип та фізико-хімічні основи методу. Носії, рухома та нерухома фази. Застосування в аналізі та для визначення молекулярних мас органічних сполук.</p> <p><i>Література:</i> [1: с. 225-233; 2: с. 63-99].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Поняття про афінну хроматографію.</p>
Тема 1.5. Площинна (планарна) хроматографія.	
6	<p>Принцип розділення речовин у площинній хроматографії. Техніка проведення аналізу. Якісні характеристики площинної хроматографії: коефіцієнт рухомості (R_f), критерій розділення (R_s). Особливості хроматографії на папері. Нерухома і рухома фази, їх властивості та вимоги до них.</p> <p>Особливості тонкошарової хроматографії. Адсорбенти та елюенти, їх властивості та вимоги до них.</p> <p><i>Література:</i> [1: с. 120-159; 2: с. 100-112].</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Класична та високоефективна тонкошарова хроматографія (HPTLC).</p>
Тема 1.6. Іонообмінна хроматографія.	
7	<p>Принцип методу. Особливості обміну катіонів та аніонів на іонообмінних сорбентах (іонітах). Еквівалентність іонного обміну. Іоногенна група, рухомий іон. Класифікація іонітів за природою матриці (органічні і неорганічні) та за іонообмінними властивостями (катіоніти, аніоніти, біполярні), приклади іоногенних груп.</p>

	<p>Неорганічні іонообмінні сорбенти, їх фізичні та хімічні властивості, сорбційна ємність. Органічні іонообмінні смоли. Принцип синтезу, фізичні та хімічні властивості іонітів.</p> <p>Фізичні (зернистість, насипна маса, здатність до набухання, вологість у повітряно-сухому стані) та хімічні (статична обмінна ємність – СОЄ, динамічна обмінна ємність до проскоку – ДОЄ, та повна динамічна обмінна ємність – ПДОЄ) властивості іонообмінних сорбентів та методи їх визначення.</p> <p><i>Література: [1: с. 99-119; 2: с. 113-153].</i></p>
<p>2. Розділ 2. Основи електронної спектроскопії.</p> <p>Тема 2.1. Складові фізичних та фізико-хімічних методів аналізу та їх роль в ідентифікації органічних речовин.</p>	
8	<p>Основні види ідентифікації органічних речовин. Елементний аналіз, ізотопний аналіз, структурно-груповий (включаючи функціональний і стереоспецифічний), молекулярний аналіз, фазовий аналіз і структурний аналіз.</p> <p><i>Література: [4: с. 301 -305; 4: с.54-84; 5: с.5-8; 25-27; 6:1033 с.; 7:521 с.; 8:672].</i></p>
9	<p>Взаємодія речовини з електромагнітним випромінюванням. Електромагнітний спектр поглинання і випромінювання та його області. Процеси, що відбуваються при поглинанні або випромінюванні. Взаємозв'язок енергії та частоти електромагнітного випромінювання. Електронна, коливальна та оберտальна складові енергії.</p> <p><i>Література: [4: с. 317 -329; 5: с.5-8; 6: с. 18-23].</i></p>
<p>Тема 2.2. Закони поглинання випромінювання в оптичному та УФ діапазоні.</p>	
10	<p>Природа видимого та УФ спектру. Енергетичні підрівні. Залежність електронного спектру поглинання хімічної речовини від різних факторів. Основні закони поглинання оптичного випромінювання: закон Бугера-Ламберта, закон Бера та об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера. Крива спектру поглинання та її похідні.</p> <p><i>Література: [4: с. 307-311; 5: с.16-24; 9: с. 31-39; 10: с.10-17].</i></p>
11	<p>Фізична природа забарвлення речовини. Основні та додаткові кольори. Сольватохромія. Позитивна та негативна сольватохромія. Хромофори та ауксохроми. Залежність між кольором та будовою сполуки. Батохромний та гіпсохромний зсув.</p> <p><i>Література: [4: с. 305-307; 9: с. 31-39].</i></p>
<p>Тема 2.3. Фотометричний аналіз.</p>	
12	<p>Основні об'єкти аналізу, аналітичні та метрологічні характеристики. Чутливість, селективність електронної спектроскопії.</p> <p><i>Література: [4: с. 40-54; 9: с. 51-94].</i></p> <p><i>Завдання на СРС.: Підвищення чутливості методів фотометричного аналізу у випадку визначень в області максимального поглинання сполуки.</i></p> <p><i>Література: [4: с. 133].</i></p>
13	<p>Апаратура фотометричного аналізу, принципи вимірювань. Прилади для спектрофотометрії та прилади для фотоколориметрії, їх оптичні схеми та принципи роботи.</p> <p><i>Література: [4: с. 74-125; 9: с. 51-94].</i></p> <p><i>Завдання на СРС.: Розрахунок рівняння лінійного градувального графіка, його метрологічних характеристик та метрологічних характеристик результатів аналізу.</i></p> <p><i>Література: [9: с. 312-320].</i></p>
<p>Тема 2.4. Електронні переходи та їх ефекти. Люмінесценція.</p>	
14	<p>Типи та спектри електронних переходів (переходів валентних електронів). π-π^*, n-π^*, n-σ^* та $\sigma \rightarrow \sigma^*$ переходи. Люмінесценція. Флуоресценція та фосфоресценція. Класифікація видів люмінесценції. Довгохвильовий електронний перехід. Форма смуг поглинання та випромінювання. Діаграма Яблонського.</p> <p><i>Література: [11: с. 4-9; 12: с. 10-15].</i></p>
15	<p>Люмінесценція. Гаряча люмінесценція й люмінесценція з вищих електронних станів.</p>

	Спектральні закономірності молекулярної люмінесценції. Частота 0 - 0 переходу. Контур спектральної лінії. Стоксів зсув, правило Стокса-Ломеля. Незалежність смуг люмінесценції від довжини хвилі збудження. <i>Література:</i> [11: с. 9-11; 12: с. 15-16].
16	Правило дзеркальної симетрії спектрів поглинання й люмінесценції Льовшина. Універсальне співвідношення між спектрами поглинання й люмінесценції Степанова. Квантовий та енергетичний вихід люмінесценції. Закон С. І. Вавілова, дія закону у стоксівській та антистоксівській частині спектру. <i>Література:</i> [11: с. 12-15; 12: с. 16-17].
17	Закони загасання люмінесценції. Поляризація люмінесценції та поляризаційні спектри поглинання та люмінесценції. Гасіння молекулярної люмінесценції, його види. Загальна характеристика якісного й кількісного люмінесцентного аналізу. <i>Література:</i> [11: с. 12-29; 12: с. 19-21; 13: с.342-347]. <u>Завдання на СРС.</u> : Апаратура люмінесцентного аналізу, застосування люмінесценції. <i>Література:</i> [5: с. 85-90].
Тема 2.5. Методи фотометричного аналізу.	
17	«Абсолютні» фотометричні методи визначення речовин. Методи визначення речовин в одно-, дво- та багатокомпонентних системах; фотоколориметричний та спектрофотометричний аналізи. Диференційні фотометричні методи аналізу. Методи визначення одного компоненту. <i>Література:</i> [8: 672 с.; 9: с. 173-210]. <u>Завдання на СРС.</u> : Розрахунки складу, констант стійкості, дисоціації і молярних коефіцієнтів світлопоглинання сполук за фотометричними даними. <i>Література:</i> [9: с.284-289].
Тема 2.6. Диференційна спектрофотометрія багатокомпонентних систем.	
18	Спектрофотометричне титрування, визначення констант дисоціації органічних сполук. Екстракційно-фотометричний метод; Оптичні сорбційно-молекулярно-спектроскопічні методи. Порівняння та вибір методів фотометричного визначення. <i>Література:</i> [9: с. 216-233; 14: с. 21- 162; 15: с.10-130; 16:131 с.]; <u>Завдання на СРС.</u> : Розрахунки складу, констант стійкості, дисоціації і молярних коефіцієнтів світлопоглинання сполук за спектрофотометричними даними. <i>Література:</i> [9: с.284-289].
Тема 2.7. Атомно-абсорбційний елементний аналіз та атомно-емісійна спектроскопія.	
19	Принцип методів. Джерела світла. Атомізатори. Оптичні системи. Техніка та методика роботи на атомно-абсорбційних та атомно-емісійних приладах. Полум'яний атомно-абсорбційний аналіз. Особливості електротермічного способу атомізації. <i>Література:</i> [17: с.15-17, 23-36; 64-75; 105-111; 18: с.15-47; 152-172; 19: с.199-262].
20	Формування аналітичного сигналу в електротермічній атомно-абсорбційній та атомно-емісійній спектроскопії. Органічні реагенти та метало-комплексні сполуки як модифікатори в електротермічному атомно-абсорбційному аналізі. Використання атомно-абсорбційної спектроскопії та атомно-емісійної спектроскопії в аналітичній хімії різних об'єктів: харчових продуктів, природних та стічних вод. <i>Література:</i> [17: с.194-198; 20: С.31-34; 21: с.1-26; 22:336 с.;23: с.192-197].

5. Практичні заняття

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь та досвіду їх практичного застосування під керівництвом викладача шляхом виконання відповідно сформульованих завдань. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується: в кредитному модулі 1 – вісімнадцять практичних занять, в кредитному модулі 2 – дев'ять (з врахуванням часу на виконання контрольних робіт). Тематика практичних занять:

Основними цілями практичних занять є оволодіння навиками проводити інтерпретацію даних хроматографічного та спектрометричних аналізів: визначати основні хроматографічні та спектральні характеристики і робити на їх підставі висновки про хімічний склад і будову сполук.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Хроматограма, хроматографічний пік, характеристики утримування: утримуваний і виправлений утримуваний об'єм, час і виправлений час утримування, вільний час, вільний об'єм <i>Література: [1: с. 30-34; 2: с.20-21, 27-29].</i>
2	Якісний аналіз. Індокси утримування Ковача. <i>Література: [1: с. 48-50; 2: с. 21-25, 27-29].</i> <i>Завдання на СРС: Вирішення задач на розрахунку якісного складу сумішей</i>
3,4	Способи кількісного визначення: нормування, внутрішнього стандарту, зовнішнього стандарту (абсолютного калібрування). <i>Література: [1: с. 50-54; 2: с. 25-29].</i> <i>Завдання на СРС: Вирішення задач на розрахунку кількісного складу сумішей</i>
5	Теорія еквівалентних тарілок. Число теоретичних тарілок (N) та висота (H) еквівалентна теоретичній тарілці (ВЕТТ). <i>Література: [1: с. 26-30; 2: с. 43-46, 53-55].</i>
6	Параметри оцінки селективності хроматографічної колонки: ступінь розділення, коефіцієнт селективності. Критерій (коефіцієнт) розділення. Коефіцієнт ємності колонки. Розрахунок оптимальної довжини хроматографічної колонки. <i>Література: [1: с. 24-36; 2: с. 43-55].</i>
7	Рідинна, газова, планарна, іонообмінна хроматографія. <i>Література: [1: с. 99-119; 2: с. 113-153].</i> <i>Завдання на СРС: Вирішення задач по іонообмінній хроматографії</i>
8	Електромагнітний спектр поглинання і випромінювання та його області. Діапазон спектру, що відповідає за електронні переходи. Процеси, що відбуваються у молекулах органічної речовини при поглинанні електромагнітного випромінювання. <i>Література: [3: 317-330; 5: 26-35].</i> <i>Завдання на СРС: Відхилення від основного закону поглинання. Правило адитивності. Гранична точність та чутливість вимірів у фотометрії.</i> <i>Література: [4: 15-27, 48-54; 9: 35-40].</i>
9	Взаємозв'язок енергії та частоти електромагнітного випромінювання. Зв'язок з фізикою та квантовою хімією. Принцип Борна - Опенгеймера. <i>Література: [5: 15-27; 10: 9-23].</i> <i>Завдання на СРС: Закон Борна-Опенгеймера для двоядерних моделей.</i> <i>Література: [25: 213-216]</i>
10	Методи підготовки зразків для запису електронних спектрів. Кювети. Підбір розчинників та концентрації. Розрахунок екстинції. Особливості реєстрації електронних спектрів твердих, рідких та газоподібних зразків. <i>Література: [4: 232-279; 13: 333-337, 347-352; 24: 15-16;].</i> <i>Завдання на СРС: Розрахунок істинних коефіцієнтів погашення та констант дисоціації органічних сполук. Література: [4: 40-51].</i>
11	Візуальна колориметрія та її методи: стандартних серій, колориметричного титрування і порівняння. <i>Література: [4: 57-66; 9: 173; 241-244; 247-248; 216-233].</i>
12	Вибір розчинника для вимірювання електронного спектру. Аналіз спектру. Оцінка

	<p>якості спектру. Інтерпретація спектрів. <i>Література: [9: 104-112; 10: 13-20; 24: 15-16].</i> <i>Завдання на СРС:</i> Характеристичні полоси поглинання основних класів органічних сполук на електронних спектрах у видимій та УФ області. <i>Література: [26: 422-427; 27: 70-85].</i></p>
13	<p>Молекулярні орбіталі на прикладі етилену, бутадієну, формальдегіду. ВЗМО та НВМО. Аналіз спектральної кривої, відносні інтенсивності смуг. Віднесення смуг. Опис спектру. <i>Література: [24: 17-34; 26 :422-427; 27: 85-104; 28: 21-37].</i> <i>Завдання на СРС:</i> За виданими спектрами у видимій та УФ-області визначити особливості зразків, що підлягали діагностиці.</p>
14	<p>Поняття про синглетний і триплетний стани. Коливальна релаксація. Внутрішня та інтеркомбінаційна конверсія. <i>Література: [5:15-27;13:140-146].</i></p>
15	<p>Електронні спектри основних класів органічних сполук. Спряжені полієнові системи. Дієни. Правила Вудварда. Алкіни. Поліалкіни. Приклади використання у біології. Ілюстрація спектру гемоглобіну та його похідних. <i>Література: [26:422-427; 27:85-104; 28:21-37].</i> <i>Завдання на СРС:</i> Правила Фізера - Вудварда та Фізера - Куна, їх застосування у практиці діагностики різних за природою органічних речовин. <i>Література: [15:85-104; 26:422-427]</i></p>
16	<p>Спектри випромінювання. Сольватохромія. Позитивна та негативна сольватохромія. Хромофори та ауксохроми. Залежність між кольором та будовою сполуки. Батохромний та гіпсохромний зсув. Люмінесцентні методи. <i>Література: [3:305-307; 9:31-39; 24:16-34].</i> <i>Завдання на СРС:</i> За одержаним експериментально спектром флюоресцеїну визначити Стоксів зсув, розширення полоси поглинання відносно полоси люмінесценції та різницю у їх інтенсивностях. Пояснити відхилення від базових законів люмінесценції.</p>
17	<p>Відмінність методів атомно-абсорбційного елементного аналізу та атомно-емісійної спектроскопії. Техніка та методика роботи на атомно-абсорбційних та атомно-емісійних приладах. <i>Література: [17:15-17, 23-36, 64-75, 105-111; 18:152-172; 21: 26].</i> <i>Завдання на СРС:</i> Процеси атомізації в атомно-абсорбційній спектроскопії. <i>Література: [18: 111-122; 29: 34-47].</i></p>
18	<p>Ознайомлення з будовою та роботою основних вузлів атомно-абсорбційного спектрофотометра СФ-112. Особливості проведення атомно-абсорбційного аналізу, відмінності визначення слідових та великих кількостей елементів. <i>Література: [17: 146-158, 100-111, 158-177; 18: 152-172; 42-47; 79-84; 165-168; 29:16-47].</i> <i>Завдання на СРС:</i> Фізичні фактори впливу на формування аналітичного сигналу при електротермічному і полумєневому способах атомізації. <i>Література: [17: 146-158, 100-111; 18: 165-168].</i></p>

5. Семінарські заняття

Навчальним планом даного кредитного модуля такий вид занять не передбачений.

6. Лабораторні заняття

Лабораторні роботи дисципліни мають на меті отримання студентами практичних навичок з методики підготовки зразків для спектральних досліджень, вивчення принципи роботи ЯМР, УФ, ІЧ спектрометрів, опанувати хроматографічні методи розділення сполук.

№	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість
---	--	-----------

з/п		ауд. Годин
1	Розділення суміші речовин за допомогою тонкошарової хроматографії.	4
2	Розділення суміші речовин за допомогою колонкової хроматографії.	4
3	Фотоколориметричне визначення концентрації розчину органічної речовини (метиленового блакитного) у однопроменевому та двопробному фотоколориметрах	4
4	Визначення вмісту фурациліну методом стандартної добавки на фотоелектроколориметрі СФ-56	4
5	Ідентифікація речовин за одержаними їх люмінесцентними та УФ-спектрами	2

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Властивості найбільш вживаних адсорбентів і носіїв (силікагель, оксид алюмінію, активоване вугілля тощо). <i>Література: [2: с. 29-38; 3: с. 149-187].</i>	1
2	Ознайомитись з розчинниками для ТШХ та колонкової хроматографії та елюотропним рядом <i>Література: [1: с.78-81, 132-134; 2: с. 79-83; 3: с. 270-340].</i>	1
3	Поняття про афінну хроматографію <i>Література: [2: с. 92-97; 3: с. 73-76].</i>	1
4	Класична та високоефективна тонкошарова хроматографія (НРТLC). <i>Література: [1: с. 120-159; 3: с. 129-137].</i>	1
5	Підвищення чутливості методів фотометричного аналізу у випадку визначень в області максимального поглинання сполуки. <i>Література: [4: с. 133].</i>	1
6	Розрахунок рівняння лінійного градувального графіка, його метрологічних характеристик та метрологічних характеристик результатів аналізу. <i>Література: [9: с. 312-320].</i>	1
7	Апаратура люмінесцентного аналізу, застосування люмінесценції. <i>Література: [5: с. 85-90].</i>	1
8	Розрахунки складу, констант стійкості, дисоціації і молярних коефіцієнтів світлопоглинання сполук за фотометричними даними. <i>Література: [9: с.284-289].</i>	1
9	Розрахунки складу, констант стійкості, дисоціації і молярних коефіцієнтів світлопоглинання сполук за спектрофотометричними даними. <i>Література: [9: с.284-289].</i>	1

8. Індивідуальні завдання

Навчальним планом даного кредитного модуля не передбачено виконання індивідуальних завдань.

9. Контрольні роботи

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, виконання лабораторних робіт та при самостійній роботі у відповідності до учбового плану

проводиться модульна контрольна робота. Завдання модульної контрольної роботи носять як теоретичний, так і практичний характер. Модульна контрольна робота проводиться за всіма темами кредитного модуля. Також передбачено комплект завдань для комплексної контрольної роботи.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 5 лабораторних робіт;
- 2) МКР (МКР поділяється на 3 контрольні роботи тривалістю по 45 хвилин кожна).
- 3) Здача екзамену.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал кожної – 3. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: $5 \text{ бали} \times 3 = \mathbf{15 \text{ балів}}$.

Ваговий бал лабораторних робіт складається із:

- самостійної підготовки до роботи (опанування теорією, написання протоколу) – 1 бал;
- виконання лабораторної роботи – 1 бали;
- своєчасний захист роботи (впродовж лабораторного заняття) – 1 бали.

У разі відсутності протоколу 1 бал не нараховується і студент взагалі може бути недопущеним до виконання лабораторного практикуму, якщо він не засвоїв теоретичні відомості та не знає методики виконання роботи. В цьому випадку 1 бал може бути знятий (дивіться далі штрафні та заохочувальні бали). Несвоєчасний захист лабораторної роботи оцінюється в 1 бал.

2. Модульний контроль

Ваговий бал за МКР – 45. Максимальна кількість балів за три контрольні роботи дорівнює: $(3 \text{ бали} \times 5 \text{ запитань}) \cdot 3 = \mathbf{45 \text{ балів}}$.

3. Екзамен

Ваговий бал – **40 балів**.

11. Методичні рекомендації

Начитування лекцій з дисципліни планується проводити паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. В лекціях планується застосовувати ілюстраційний матеріал у вигляді слайдів, плакатів, лабораторного приладдя та посуду тощо. Виконання лабораторних робіт проводиться студентами у спеціально обладнаній лабораторії з використанням відповідного лабораторного посуду та приладів.

12. Рекомендована література

12.1. Базова

1. *Айвазов Б.В.* Введение в хроматографию. Москва: Высшая школа, 1979.
2. *Лисенко О.М., Набиванець Б.Й.* Вступ до хроматографічного аналізу. Київ: Корвін-прес, 2005.
3. *Рудаков О.Б., Востров И.А., Федоров С.В.* Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. Воронеж: Водолей, 2004, 528 с.
4. *Харитонов Ю.А.* Аналитическая химия (аналитика). Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - Учебник для вузов. – М.: Высш.шк., 2003. 552 с.

5. *Пешкова В.М., Громова М.И.* Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. Под ред. И.П.Алимарина. -М. «Высшая школа». 1976. 236 с.
6. *Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В.* Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. –М.:Высш.шк., 1991. 256 с.
7. *Губен Вейль*, Методы органической химии, т. 2, Методы анализа, пер. с нем . 4 изд., М.. 1963. – 1033 с.;
8. *Черонис Н. Д., Ма Т. С.*, Микро- и полумикро-методы органического функционального анализа, пер. с англ., М., 1973. 521 с.;
9. *Сиггиа С., Ханна Дж. Г.*, Количественный органический анализ по функциональным группам, пер. с англ., М.; 1983. 672 с.
10. Булатов М.И., Калинин И. П. *Практическое руководство по фотометрическим методам анализа.* 5-е изд. Л.: Химия, 1986, 432 с.;
11. *Казицына Л. А. и Куплетская Н. Б.* Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1971, 264 с.
12. *Волошина Т.В., Кавецкая И.В.* Люминесцентный анализ вещества. Пособие для студ. – Воронежский гос.унив., Воронеж, 2004. 34 с.
13. *Лакович Дж.* Основы флуоресцентной спектроскопии. М: Мир, 1986.
14. *Вилков Л.В., Пентин Ю.А.* Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. –М.:Высш. школа, 1989. 288 с.
15. *Бардовский В. Ф., Ганопольский В.И.* Дифференциальный фотометрический анализ. М.: Химия, 1969. 167 с.
16. *Беликов В. Г.* Дифференциальная фотометрия. Ставрополь: Ставропольское кн. изд-во, 1970. 136 с.
17. *Headridge J.B.* Photometric Titrations. Oxford: Pergamon Press, 1961. 131 p.
18. *В.Прайс.* Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Пер.с англ. Мосичева В.И., под ред. Львова Б.В.- М., Мир. 1976. 355 с.
19. *Брицке М.Э.* Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. // М. Химия. 1982. 223 с.
20. *Золотов Ю.А.* Основные методы, используемые в анализе пищевых продуктов в кн. Основы аналитической химии. Т.2. М. Химия, 1996, -С.199-262.
21. *Мазо Г. Н.* Методы атомного спектрального анализа. МГУ им. М.В. Ломоносова Соросовский Образовательный Журнал, Т.6, №7, 2000. С.31-34
22. *Ивлев С.И., Соколов В.И.* Атомно-эмиссионный анализ: методические указания. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 26 с.
23. *Беков Г.И., Бойцов А.А., Большов М.А. и др.* Спектральный анализ чистых веществ / Под ред. Х.И. Зильберштейна. СПб.: Химия, 1994. 336 с.
24. *Данцер К., Тан Э., Мольх Д.* Аналитика. М.: Химия, 1981. 280 с.
25. *Д. Браун, Ф. Флорд, М. Сейнзбери.* Спектроскопия органических веществ. М.: Мир, 1992.
26. *Бродский А.М.* (ред.) Современная квантовая химия. Том 2. Перевод с английского В. А. Абрамова, М. А. Воротынцева, канд. физ. -мат. наук Ю. Я. Гуревича Под редакцией д.х.н. А. М. Бродского, канд. физ. -мат. наук В. В. Толмачева, М.: Мир, 1968. – 319 с.
27. *Р. Сильверстейн, Г. Басслер, Т. Моррил.* Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1977.
28. *Свердлова О.В.* Электронные спектры в органической химии. Л. 1985, 248 с.
29. *Анисимова Н.А.* Идентификация органических соединений. Уч. пособие ГАГУ. Горно-Алтайск. 2009. –С.21-37
30. *Славин У.* Атомно-абсорбционная спектроскопия. – Л.: Химия, 1971. – 269 с.

12.2. Допоміжна література

1. Набиванец Б.И, Мазуренко Е.А. *Хроматографический анализ*. Киев: Вища школа, 1979.
2. Петерс Д. Хайес, Дж. Хифтье Г. *Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии*. Пер. с англ. под ред. П. К. Агасяна. М.: Химия, 1978. 816 с.
3. Вайнфорднер Дж. В кн.: *Спектроскопические методы определения следов элементов*. Пер. с англ под ред. О.М. Петрухина, В.В. Недлера. М.: Мир 1979, с. 9-19, 428-477.
4. Бенуэлл К. *Основы молекулярной спектроскопии*. М. 1985, 379 с.
5. Дж. Барлтроп, Дж. Кейл. *Возбужденные состояния в органической химии*. М.: Мир, 1978, 446 с.
6. Блюм И.А. *Экстракционно-фотометрические методы анализа с применением основных красителей*. М: Наука, 1970, 220 с.
7. Underwood A. L. In: *Advances in Analytical Chemistry and Instrumentation*. Ed. Ch. N. Reilly. NY. e. a.: Interscience Publ. J. Wiley, 1964. v. 3, p. 31-104.
8. Рунов В. К., Тропина В. В. *Оптические сорбционно-молекулярно-спектроскопические методы анализа*. Журнал аналитической химии, 1996, том 51, № I, с. 71 - 77.
9. Васильев В.П. *Аналитическая химия*. В 2 кн. Кн. 2 : *Физико-химические методы анализа*. М.: Дрофа, 2005. – 383 с.
10. Васильев В.П. *Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач*. М.: Дрофа, 2003. – 320 с.
11. Чакчир Б.А. *Фотометрические методы анализа : Методические указания*. СП.: СПХФА, 2006, 44 с.
12. Апраксин В.Ф. *Фотометрическое определение содержания фурацилина методом стандартной добавки : Методические указания*. СП.: КАХ, 2009, 7 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Лабораторні роботи з дисципліни «Методи розділення та ідентифікації сполук». Розробник Васькевич А.І., Прокопенко В.А. Електронний ресурс. Назва з екрану