МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет хімії, екології та фармації

Кафедра хімії та технологій

СИЛАБУС
вибіркової навчальної дисципліни

ХРОМАТОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ
Підготовки БАКАЛАВРА

Спеціальності - 102 Хімія
освітньої програми - Хімія
Форма навчання - денна

Луцьк – 2020

Силабус навчальної дисципліни «Хроматографічний аналіз» підготовки бакалавра, галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 102 хімія, за освітньої програмою Хімія, форма навчання – денна за навчальним планом затвердженим 2020 року

Розробник: Савчук Т.І., доцент кафедри хімії та технологій, кандидат хімічних наук, доцент

Силабус навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри хімії та технологій

протокол № 5 від 15 грудня 2020 р.

Завідувач кафедри: (Олексеюк І.Д.)

© Савчук Т.І., 2020

І. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><th>Найменування показників</th><th>Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень</th><th>Характеристика навчальної дисципліни</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Денна форма навчання</td><td rowspan="8">10 Природничі науки
102 хімія
Хімія
бакалавр</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Рік навчання__4__</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість годин/кредитів
240 /8</td><td>Семестр__7__</td></tr>
<tr><td>Лекції __26__ год.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ІНДЗ: немає</td><td>Практичніні _52_ год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота _146 год.</td></tr>
<tr><td>Консультації _16_ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Мова навчання</td><td>українська</td></tr>
</table>

ІІ. Інформація про викладача

Савчук Тетяна Іванівна

Кандидат хімічних наук

Доцент

Доцент кафедри хімії та технологій

0509985500, Savchuk.Tanja.eenu.edu.ua

http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi

ІІІ. Опис дисципліни

Аннотація курсу. Навчальна дисципліна “Хроматографічний аналіз” належить до переліку вибіркових дисциплін з циклу професійної підготовки студентів за освітньої-професійною програмою Хімія. Дисципліна спрямована на вивчення теоретичних основ хроматографічного аналізу та оволодіння методик аналізу.

2. Пререквізити: неорганічна хімія.
Постреквізити: аналітична хімія, органічна хімія.

3. Метою навчальної дисципліни "Хроматографічний аналіз" є формування знань і вмінь, із окремими положеннями теорії і практики хроматографічного аналізу, які безпосередньо використовуються для розробки методик розділення, ідентифікації та кількісного визначення близьких за властивостями речовин, формування уявлення про класичні та найбільш уживані сучасні методи хроматографії.

Основними **завданнями** є вивчення суті, основних понять, мети й напрямку розвитку хроматографії; основи теорії хроматографії, її класифікацію; застосування теоретичних положень хроматографічних методів для розв'язування практичних аналітичних задач.

Серед найважливіших ключових **компетентностей**, які формуються при вивченні курсу для студента є: суть, основні поняття, мету й напрямки розвитку хроматографії; основи теорії хроматографії, її класифікацію; застосування теоретичних положень хроматографічних методів для розв'язування практичних аналітичних задач. Студенти будуть вміти: проводити розділення речовин ; розраховувати коефіцієнтів розділення, селективності; проводити ідентифікацію речовин за обрахованими результатами

4. Процес вивчення дисципліни спрямований на формування загальних компетентностей (ЗК), фахових компетентностей (ІК), та програмних результатів навчання (ПРН):

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

ФК 6. Здатність оцінювати ризики.

ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

ПРН 20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх теоріями в хімії.

5. Структура навчальної дисципліни.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Конс.	Сам. роб.	Форма контролю/ бали
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Основні поняття в хроматографії.							
Тема 1. Основи хроматографічного аналізу.		4	20			26	10 /П,З
Тема 2. Теорія хроматографії.		5	20		8	40	10/ П,З
Разом за змістовим модулем 1		9	40		8	56	20
Змістовий модуль 2. Класифікація хроматографічних методів.							
Тема 3. Газова хроматографія		10	6			40	10/ П,З
Тема 4. Рідинна хроматографія		7	6			50	10 /П,З
Разом за змістовим модулем **2**		17	12		8		20

Модульний контроль							/60
Разом за семестр		**26**	**52**		**16**	**146**	/100

П-питання теоретичні, З-задачі

6. Завдання для самостійного опрацювання.

Питання для самостійного опрацювання:

Основи хроматографічного аналізу. Теорія хроматографії. Хто і коли запропонував хроматографічний аналіз? У чому полягає суть хроматографічного аналізу? В якому агрегатному стані можуть перебувати нерухома й рухома фази, а також компоненти суміші, що аналізується? За якими принципами класифікують хроматографічні методи? Які різновиди хроматографічного аналізу належать до молекулярної хроматографії? Які різновиди хроматографічного аналізу об'єднує іонообмінна хроматографія? Назвіть основні етапи хроматографічного аналізу та охарактеризуйте їх. Які задачі вирішуються за допомогою хроматографічних методів? Поясніть відмінність між аналітичною і препаративною хроматографією. У чому полягає відмінність між класичною і високоефективною хроматографією? Наведіть визначення понять „адсорбція", „абсорбція", „адсорбент", „адсорбат", „коефіцієнт розподілу", „ізотерма адсорбції". Назвіть основні типи ізотерм адсорбції. Поясніть відмінність між поняттями „адсорбція" і „сорбція". Як можна впливати на утримування речовин у колонці? В чому відмінність між фізичною і хімічною адсорбцією? Які сили міжмолекулярної взаємодії приводять до взаємного притягання молекул? У чому полягає теорія адсорбції Ленгмюра? Які важливі величини можна визначити за рівнянням Ленгмюра? Який вигляд має ізотерма адсорбції Генрі? Напишіть вираз для коефіцієнта Генрі. Сформулюйте закон розподілу Нернста. Напишіть вираз для коефіцієнта розподілу речовин між двома рідкими фазами, що не змішуються. Які властивості повинні мати адсорбенти, що використовуються у хроматографії? Назвіть найпоширеніші адсорбенти і наведіть їх характеристики.Чому високодисперсні сорбенти знайшли ширше застосування у високоефективній хроматографії? На які групи можна поділити адсорбенти? Поясніть поняття „адсорбційна ємність". Яка основна функція носія для рідких фаз у хроматографії? Які вимоги ставлять до носіїв для рідких фаз у хроматографії? На які групи можна поділити носії для рідких фаз? Поясніть термін „нормально-фазові" та „обернено-фазові" сорбенти. Як можна модифікувати поверхню силікагелю? Наведіть приклади нормально-фазового та обернено-фазового сорбентів. Які аналітичні задачі розв'язують на основі теорії хроматографічного аналізу? Поясніть суть лінійної, нелінійної, ідеальної та неідеальної хроматографії. Що таке "лінійна неідеальна хроматографія"? Наведіть основне рівняння лінійної ідеальної хроматографії та поясніть фізичний зміст величин, які до нього входять. Від яких параметрів і як залежить лінійна швидкість переміщення речовини в хроматографічній колонці згідно з положеннями лінійно-ідеальної хроматографії? Яким рівнянням виражають відносну швидкість переміщення речовини в хроматографічній колонці та від яких параметрів вона залежить? Як пов'язані відносні швидкості переміщення двох речовин з їх коефіцієнтами Генрі (розподілу)? Від яких параметрів залежать утримуваний об'єм та час утримування? Як пов'язані між собою виправлені об'єми утримування та коефіцієнти Генрі (розподілу) двох речовин? Розгляньте зв'язок між типом ізотерми адсорбції та формою кривої елюювання. За якого типу ізотерми адсорбції розділення речовин є найефективнішим? Чому у хроматографічну колонку можна вводити лише малі кількості речовини? На які параметри хроматограми впливає введення у колонку великої кількості речовини? У чому полягає суть теорії еквівалентних тарілок? Як розраховують число теоретичних тарілок *N* та висоту *H,* еквівалентну теоретичній тарілці (ВЕТТ)? Від яких факторів залежать величини *N* і *H?* Поясніть, чому в разі послідовного елюювання речовин із колонки в міру збільшення утримуваного об'єму V_R (або часу утримування t_R) відбувається розмивання кривих елюювання? Яка причина розмивання хроматографічного піка найважливіша? У чому суть дифузійної (кінетичної) теорії? Яку залежність описує рівняння Ван Деємтера? Вплив яких

параметрів на ефективність колонки враховує дифузійна теорія на відміну від теорії теоретичних тарілок? Як визначають критерій розділення R_S, селективність а та коефіцієнт ємності колонки *k?* Напишіть рівняння, що пов'язує ці величини. За яких значень R_S розділення двох речовин є повним? Якими основними величинами визначається роздільна здатність хроматографічної колонки? Якими параметрами характеризують селективність розділення? Якими параметрами характеризують ефективність хроматографічної колонки? Наведіть рівняння для розрахунку оптимальної довжини хроматографічної колонки, що забезпечує повноту розділення речовин. Які з величин, що входять у це рівняння, найбільше впливають на ефективність розділення? Основи газової хроматографії. Рідинна хроматографія. Газова х-я: Який агрегатний стан можуть мати рухома й нерухома фази у газовій хроматографії? У чому полягає відмінність між газоадсорбційною та газорідинною хроматографією? Чим зумовлені висока роздільна здатність газохроматографічних методів та їх відносно велика швидкість? Яку властивість повинні мати органічні й неорганічні сполуки, щоб їх можна було розділити газохроматографічним методом? Які гази використовують як рухому фазу в газовій хроматографії? Які властивості повинна мати рухома фаза? Наведіть схему газового хроматографа та опишіть принцип дії основних його вузлів. Які найпоширеніші детектори використовують у газовій хроматографії? Чим спричинена висока чутливість газохроматографічних методів? Наведіть основні характеристики детектора. Які вимоги ставлять до твердих адсорбентів, що застосовуються в газоадсорбційній хроматографії? Назвіть найпоширеніші адсорбенти. Які властивості повинні мати тверді носії (адсорбенти), що використовуються для закріплення на їх поверхні нерухомої фази? Назвіть властивості нерухомої рідкої фази. Які адсорбенти (носії) та нерухомі рідкі фази найчастіше застосовують у газорідинній хроматографії? Рідинна х-я: В якому агрегатному стані можуть перебувати сорбенти, що використовуються в рідинній колонковій хроматографії? Поясніть принцип приготування нерухомої рідкої фази. Які різновиди хроматографічних методів включає рідинна колонкова хроматографія? Яку перевагу мають мікроколонки, зокрема капілярні, перед макроколонками? У чому полягає суть високоефективної рідинної хроматографії? Як залежить висота, еквівалентна теоретичній тарілці, від швидкості потоку елюенту? Опишіть схему рідинного хроматографа. Які типи детекторів використовують у рідинній колонковій хроматографії та в чому полягає принцип їх дії? Які властивості повинні мати адсорбенти, що застосовуються в рідинній адсорбційній хроматографії? Назвіть найпоширеніші адсорбенти й охарактеризуйте їх. Які властивості повинна мати рухома фаза (розчинник), що використовується в рідинній адсорбційній хроматографії? Що таке елююча здатність рухомої фази (розчинника) і яким параметром вона характеризується? Поясніть поняття "елюотропний ряд розчинників". Як змінюється елююча здатність розчинників при десорбції з полярних і неполярних адсорбентів? У чому відмінність рідинної розподільної (екстракційної) і рідинної адсорбційної хроматографії? У чому полягає суть рідинної розподільної хроматографії з "оберненою" фазою? Які носії (тверді фази) використовують у рідинній розподільній хроматографії та які мають бути їх властивості? Які органічні сполуки використовують як рідкі нерухомі фази і які властивості вони повинні мати? У чому полягає зміст гель-хроматографії та афінної хроматографії?

IV. Політика оцінювання

У разі пропуску студентом практичних занять та модульних контрольних передбачається їх відпрацювання.

V. Підсумковий котроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік і у випадку незадовільної підсумкової оцінки студент може добрати бали, виконавши певний вид робіт (наприклад, усно здати одну із тем, або перездати якусь тему).

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Практическое руководство. / Золотов Ю.А. - М.: Высшая школа, 2001. - 463 с.
2. Васильєв В.П. Аналитическая химия / Васильєв В.П. – М. : Высшая школа, Т.1, 1989. – 320 с.
3. Пилипенко А.Т.Аналитическая химия / Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. - М.: Химия, Т. -1,2, 1990. - 846 с.
4. Цитович И.К. Курс аналитической химии / Цитович И.К. - М. : ВШ, 1994.- 496 с.
5. Жаровский Ф.Г. Аналітична хімія / Жаровский Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. - К. : Вища школа, 1992. - 544 с.
6. Физико-химические методы анализа / под ред. В.Б.Алексовского - Л. : Химия, 1988,- 374 с.
7. Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу / Скоробогатий Я.П. - Л. : Каменяр, 1993. – 185 с.
8. Рудаков О.Б. Супутник хроматографиста / Рудаков О.Б., Востров И.А., Федоров С.В. – В. : Водолей, 2004. - 528 с.
9. Сакодинский К.И. Аналитическая хроматография / Сакодинский К.И., Бражников В.В., Волков С.А. - М. : Химия, 1993. – 464 с.
10. Ольшанова К.М. Практикум по хроматографическому анализу / Ольшанова К.М., Потапова М.А., Морозова Н.М.. – М.: Высшая школа, 1996. – 265 с.
11. Лисенко О.М. Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник / Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. - К.: Корвін-прес, 2005. – 300 с.
12. Набиванець Б.Й Основи хроматографічного аналізу / Набиванець Б.Й Лисенко О.М., Сухан В.В. - К.: ВПЦ Київський університет, 2002 . – 250 с
13. Яшин Я. И. Газовая хроматография / Яшин Я. И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. - М.: Транслит, 2009. – 528 с
14. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / Лебедев А.Т. - Москва: Техносфера, 2013. – 632 с.
15. Хроматографія в хімії каліксаренів : [монографія] / О. І. Кальченко, В. І. Кальченко ; НАН

України, Інт орган. хімії. – Київ : Наук. думка, 2013. – 198 с. : іл. – (Проект "Наукова книга"). – Тит. арк. парал. англ. – Бібліогр.: с. 177-195.

16. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войцицький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень: Учбовий посібник / Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войцицький В.М. - К.: Фітосоціоцентр, 2001.- 424 с.

17. Куліков Ю.А. Тонкошарова хроматографія: теоретичні основи та практичне застосування / Куліков Ю.А. – Харків.: 2011. – 260 с.

18. Acikara, Özlem B. Ion-Exchange Chromatography and Its Applications // Column Chromatography / Dean F. Martin, Barbara B. Martin, editor. — InTech, 2013. — 218 p.

19. Хроматографічний аналіз: підруч. / Мінаєва В.О. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 284 с.

20. Іонний обмін та іонообмінна хроматографія / В.О. Мінаєва. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. – 128 с

21. Хроматографічні методи аналізу: навч. посіб. / Федорченко С.В., Курта С.А. – ІваноФранківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2012. – 146 с. .

22. Ion-Exchange Chromatography: Basic Principles and Its Application / Cummins P.M. at al. – Methods Mol. Biol., 2009 -223 p.

23. [Електронний ресурс]: https://www.news-medical.net/life-sciences/How-Does-Ion-ExchangeCnromatography-Work.aspx.