

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

підготовки спеціаліста

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань 0401 Природничі науки

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності 7.04010101 Хімія

(Шифр за ОПП 2.1.4)

2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Черкаським національним університетом імені Богдана Хмельницького

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Валентина Олександрівна Мінаєва, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії – викладач навчальної дисципліни «Теоретичні основи аналітичної хімії».

РЕЦЕНЗЕНТИ:

— _____ *В.І. Бойко*, кандидат хімічних наук, доцент, зав. кафедри хімії ЧНУ ім. Б. Хмельницького;

— _____ *Т.В. Солодовнік*, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та технології неорганічних речовин ЧДТУ.
(ініціали, прізвище, науковий ступінь, учене звання, посада)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально-наукового інституту природничих наук

“ ___28___ ” 08 ___2013 року, протокол №_1_

Затверджено Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

“ 29 ” ___08_ 2013_року___, протокол №_1_

ББК 24.4 я 73 – 1

УДК 543 (073)

ISBN

© ЧНУ, 2013.

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової за ОПП навчальної дисципліни «Теоретичні основи аналітичної хімії» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки спеціаліста спеціальності “7.04010101 Хімія”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є загальні теоретичні основи аналітичної хімії і теоретичні основи методів аналізу

Міждисциплінарні зв'язки:

1. Загальна і неорганічна хімія.
2. Аналітична хімія.
3. Фізична і колоїдна хімія.
4. Органічна хімія.
5. Квантова хімія.
6. Будова речовини.
7. Математика.
8. Фізика.
9. Біологія
10. Електрохімія.
11. Теорія інформації.
12. Аналітична хімія природного середовища.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:
Змістовий модуль 1. Загальні теоретичні основи аналітичної хімії.
Змістовий модуль 2. Теоретичні основи методів аналізу.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни.

1.1. Вивчення теоретичних основ аналітичної хімії переслідує мету дати наукове обґрунтування методам, які дозволяють якісно і кількісно з певним ступенем точності охарактеризувати досліджуваний об'єкт; сприяти оволодінню спеціалістами методами наукового підходу до вивчення хімічних реакцій і процесів; сприяти оволодінню методикою наукового дослідження; навчити засвоювати, а якщо треба, то й вдосконалювати аналітичну методикою.

При вивченні теоретичних основ аналітичної хімії переслідується також мета сформулювати у спеціалістів чіткі уявлення про об'єкт, предмет і методологічні аспекти аналітичної хімії.

Головною метою в методичному відношенні при вивченні теоретичних основ аналітичної хімії є встановлення тісних зв'язків між класичними і сучасними методами аналізу.

1.2. Завдання вивчення теоретичних основ сучасної аналітичної хімії витікають із програмних вимог до знань та вмінь, якими повинен володіти спеціаліст. Це:

- 1) чітко знати понятійний апарат сучасної аналітичної хімії;
- 2) освоїти основні закони, закономірності;

- 3) систематизувати теоретичні основи з курсу аналітичної хімії через вивчення методів визначення складу речовини;
- 4) за допомогою методів та засобів обчислювальної математики навчити студентів отримувати надійну інформацію про хімічний склад об'єктів, що аналізують;
- 5) за допомогою комп'ютерних технологій навчити студентів представляти результати проведеного хімічного експерименту.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати :

завдання сучасної аналітичної хімії і перспективи її розвитку;

теоретичні основи хімічних методів якісного і кількісного аналізу з урахуванням тенденцій розвитку хімічної науки: вчення про напрям хімічних процесів (хімічна термодинаміка), вчення про швидкість хімічних процесів (хімічна кінетика), хімічні рівноваги у розчинах, умови матеріального балансу і електронейтральності, закон дії мас, електронну теорію окисно-відновних реакцій, закон еквівалентів, періодичний закон;

сучасний понятійний апарат в аналітичній хімії;

хімічні методи якісного аналізу і класичні (стандартні) методи кількісного визначення різних аналітичних об'єктів та оцінки правильності визначень;

способи вираження кількісного складу розчинів в аналітичній хімії (масова частка розчиненої речовини у розчині, молярна або мольна частка розчиненої речовини у розчині, об'ємна частка розчиненої речовини у розчині, молярність розчиненої речовини у розчині, масова концентрація розчиненої речовини у розчині, титр розчину, титр розчину за аналізованою речовиною, концентрація кількості речовини у розчині (молярна концентрація), концентрація кількості речовини еквівалента у розчині (нормальна концентрація));

методологічні аспекти аналітичної хімії;

сучасну українську хімічну термінологію та номенклатуру;

класифікацію методів аналізу (за способом розв'язування тієї чи іншої аналітичної задачі, за вимірюваною властивістю речовини, залежно від об'єкту аналітичного контролю, мети аналізу, за масою досліджуваної речовини) та основні характеристики кожного аналітичного методу;

державні стандарти, їх категорії та значення;

класифікацію реактивів за ступенем чистоти або марки реактивів;

кисотно-лужну систему якісного аналізу катіонів, систематичний і дробний хід аналізу катіонів, аналіз аніонів;

хіміко-аналітичні властивості речовини (тип структури, розчинність у воді – електролітні властивості, кислотно-основні (гідроліз), окисно-відновні властивості, здатність до комплексоутворення, якісні реакції).

теорію і практику пробовідбору і пробопідготовки;

метрологічні основи хімічного аналізу;
класичні хімічні (гравіметричні і титриметричні) та сучасні фізико-хімічні методи якісного і кількісного аналізу речовин;
індикатори, які використовують у практиці кількісного аналізу (кислотно-основні, металоіндикатори, оксред-індикатори тощо);
первинні стандартні (вихідні) речовини і робочі розчини в титриметричному аналізі;
стандартні зразки речовини і матеріалів в аналітичній хімії, відносні і абсолютні методи хімічного аналізу в аналітичній хімії;
мірний посуд, його калібрування та перевірка калібрування;
правила техніки безпеки роботи в лабораторії якісного і кількісного аналізу;
назви і призначення обладнання та приладів, необхідних для виконання роботи;
доступну довідкову та наукову літературу з аналітичної хімії (книжки, монографії, журнали, інші науково-популярні видання);
Державний стандарт України "Елементи хімічні. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення".

вміти :

пояснювати завдання сучасної аналітичної хімії;
використовувати основні закони і теорії аналітичної хімії для пояснення рівноважних станів у реакціях з переносом протона, електрона, пари електронів, реакціях осадження-розчинення;
користуватися мовою хімічної науки, сучасною українською хімічною термінологією та номенклатурою згідно з Державним стандартом України;
поводитися з лабораторним обладнанням і приладами;
правильно користуватися терезами (вагами) та мірним посудом у кількісному аналізі (піпетка, бюретка, мірна колба, мірні пробірка і циліндр тощо);
провести якісний і кількісний аналіз реальних об'єктів (продуктів харчування, гідросфери, літосфери, мінеральних добрив тощо);
у виробничих умовах, використовуючи стандартні чи модифіковані методики, проводити елементний (якісний і кількісний) та функціональний аналіз неорганічних і органічних сполук;
провести титрування, визначити точку еквівалентності і виконати обчислення за результатами титрування;
провести статистичну обробку результатів, одержаних гравіметричними і титриметричними методами, оцінити правильність і відтворюваність результату;
використовуючи відому методику якісного чи кількісного аналізу металу чи його сполук, визначити вміст елемента гравіметричними і титриметричними методами;

розрахувати величину наважки, кількість речовини осаджувача, об'єм промивної рідини і обробити результати гравіметричного аналізу;

скласти рівняння (вираз) матеріального балансу та електронейтральності при проходженні реакції в ізольованій системі;

вивести формулу речовини за даними кількісного аналізу;

користуватися доступною довідковою та основною науковою літературою з аналітичної хімії (Журнал Аналитической химии, Український хімічний журнал, Успехи химии, Журнал органической химии, Журнал органічної та фармацевтичної хімії, монографії з аналітичної хімії, основні підручники, навчальні посібники та інші науково-популярні видання);

мати навички експериментальної роботи в лабораторії аналітичної хімії;

мати навички роботи з каталогами, довідниками, спеціальними та іншими журналами тощо;

володіти навичками педагогічної графіки (правильно зобразити градууювальні графіки, криві титрування, схему приладу тощо).

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 108 годин / 3 кредити ЄКТС.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

ТЕМА 1.1. Завдання сучасній аналітичній хімії. Методи хімічного аналізу

Завдання сучасній аналітичній хімії і перспективи її розвитку. Значення аналітичної хімії в контролі технології виробництва, якості продукції та в захисті навколишнього середовища. Аналітична хімія і державні стандарти (СРС).

Хімічний склад. Види аналізу. Якісний та кількісний аналіз.

Аналітичний сигнал і перешкоди. Чутливість як характеристика аналітичного сигналу та межа виявлення (визначення). Нижня і верхня межі визначення вмісту речовини.

Метод і методика хімічного аналізу. Класифікації методів аналізу. Недоліки (обмеженість) хімічних методів хімічного аналізу. Можливості інструментальних методів аналізу. Особливості інструментальних методів аналізу. Калібрування. Способи калібрування.

Періодична система елементів Д. І. Менделєєва та її значення в аналітичній хімії.

Методологічні аспекти аналітичної хімії: індивідуальність, місце в системі наук, зв'язок із щоденною практикою. Місце аналітичної хімії в системі наук та у суспільстві (СРС).

ТЕМА 1.2. Метрологічні основи хімічного аналізу

Основні метрологічні поняття: вимірювання, похибка. Джерела похибок в хімічному аналізі. *Класифікації похибок аналізу. Абсолютні і відносні похибки. Систематичні і випадкові похибки. Релятивізація і рандомізація систематичних похибок хімічного аналізу (СРС).*

Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність, коефіцієнт інструментальної чутливості, межа визначення, нижня і верхня межі визначення вмісту речовини.

Результат хімічного аналізу як випадкова величина. *Поняття про генеральну і вибірккову сукупності в застосуванні до результатів хімічного аналізу.*

Закон нормального розподілу випадкових величин. (Закон нормального розподілу Гаусса) (СРС). Розподіл Стюдента. Таблиця коефіцієнтів Стюдента при заданих величинах довірчої ймовірності. Залежність густини ймовірності від ширини довірчого інтервалу в розподілі Стюдента при різному числі ступенів вільності.

Приклади застосування розподілу Стюдента при обробці результатів хімічного аналізу. Знаходження довірчого інтервалу та інтервальних меж для середнього значення. Перевірка результатів на наявність грубих похибок (промахів). Порівняння дисперсій і порівняння середніх значень двох методів аналізу. Критерій Фішера. Метод оцінки правильності аналізу з використанням стандартного зразку.

ТЕМА 1.3. Основні закономірності протікання хімічних реакцій

Водний розчин як середовище для проведення аналітичних реакцій.

Швидкість хімічних реакцій в розчинах. Закон дії мас.

Хімічна рівновага. Константи рівноваги у розчинах (термодинамічна, концентраційна). Повнота протікання аналітичних реакцій.

Фактори, які впливають на рівновагу. Залежність константи рівноваги від температури.

Константа рівноваги та зміна стандартної енергії Гіббса.

Теорія електролітичної дисоціації. Обмеження теорії Арреніуса, неприйняття її вченими того часу.

Стан сильних електролітів у розчинах. Йонна атмосфера. Йонна сила розчину. Коефіцієнт активності. Обчислення активності

Умова електронейтральності і умова матеріального балансу.

ТЕМА 1.4. Рівноваги у розчинах слабких електролітів

Класифікація електролітів за ступенем йонізації.

Застосування ЗДМ до процесу дисоціації (йонізації) слабких електролітів. Константа йонізації. *Взаємозв'язок між ступенем і константою йонізації слабких електролітів. Закон розбавлення Оствальда (СРС).*

Застосування ЗДМ до процесу йонізації води. Йонний добуток води.

Рівноваги у розчинах одноосновних і багатоосновних кислот. Ступеневі і загальні константи йонізації (дисоціації). Протонування аніона слабкої кислоти. Загальні константи протонування. Діаграми розподілу протонуваних форм.

Розрахунок рН розчинів сильних кислот, сильних основ, слабких кислот та слабких основ (для бінарних електролітів) (СРС).

Зміщення рівновагі електролітичної дисоціації. *Буферні розчини (СРС).*

ТЕМА 1.5. Теорії кислот і основ

Основні типи хімічних реакцій, які використовують в аналітичній хімії (з переносом протона – кислотно-основні реакції; з переносом електрона – окисно-відновні; з переносом електронних пар з утворенням хімічного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом – комплексоутворення).

Кислоти і основи з позицій теорії електролітичної дисоціації (ТЕД) Арреніуса–Оствальда. Обмеження і недоліки класичної теорії кислот і основ. Теорія кислот і основ Льюїса. Теорія кислот і основ Усановича.

Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі. Основні положення теорії Бренстеда-Лоурі. Класифікації розчинників: за їх здатністю взаємодіяти з протонами; за їх здатністю диференціювати і нівелювати силу кислот і основ. Автопротоліз амфіпротонних розчинників. Константа автопротолізу. Шкала кислотності і рН нейтрального середовища для різних розчинників. Кислоти і основи в амфіпротонних розчинниках. Рівновага в системі кислота-спряжена основа і розчинник. Константа кислотності і константа основності в розчиннику H_2SO_4 . Вплив природи розчинника на силу кислоти і основи. Переваги протолітичної теорії в порівнянні із класичною теорією Арреніуса.

Змістовий модуль 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ

ТЕМА 2.1. Реакції переносу протона в методах кислотно-основного титрування

Класифікація методів кислотно-основного титрування. Стандартні робочі розчини.

Кислотно-основні індикатори. Теорії індикаторів кислотно-основного титрування. Вибір індикатора за розрахунком рН в точці еквівалентності. *Розрахунок кривих кислотно-основного титрування (СРС).* Вибір індикатора

за кривою титрування. Вибір індикатора за індикаторною похибкою титрування. Гідрогенна, гідроксидна, кислотна, основна, сольова індикаторна похибка.

Застосування методу кислотно-основного титрування (CPC).

ТЕМА 2.2. Реакції перенесення електрона в аналітичній хімії

Сучасне уявлення про реакції окиснення-відновлення.

Окисно-відновні потенціали. Енергія Гіббса.

Гальванічний елемент. Електрорушійна сила (ЕРС) гальванічного елемента. Водневий електрод. Стандартний водневий електрод. Стандартні окисно-відновні потенціали. Використання стандартних окисно-відновних потенціалів у практиці аналітичної хімії.

Залежність між величинами окисно-відновних потенціалів і умовами, за яких проходить реакція окиснення-відновлення. Рівняння Нернста. Рівноважний потенціал. Формальний потенціал. Вплив кислотно-основного середовища, комплексоутворення та утворення малорозчинних сполук на величину редокс-потенціалу.

Окисно-відновні властивості води (CPC).

Константа рівноваги окс-ред-реакції, її зв'язок зі стандартним окисно-відновним потенціалом (виведення формули).

Вплив різних чинників на швидкість окисно-відновних реакцій. Механізми окисно-відновних реакцій. Індуковані реакції в аналітичній хімії.

Редокс-індикатори. Вибір індикатора за розрахунком окисно-відновного потенціалу в точці еквівалентності. *Криві окисно-відновного титрування (CPC).* Вибір індикатора за кривою титрування.

Використання реакцій окиснення-відновлення в якісному і кількісному аналізі (CPC).

ТЕМА 2.3. Реакції перенесення пари електронів в аналітичній хімії

Будова комплексних сполук. *Дентатність ліганда. Хелати. Внутрішньокомплексні сполуки (CPC).*

Праці вітчизняних та зарубіжних хіміків в галузі комплексних сполук (CPC).

Постадійний характер дисоціації комплексних сполук. Постадійний характер утворення комплексів. Умовні константи утворення комплексів. Коефіцієнт побічної реакції та його застосування при різрахунку рівноваг комплексоутворення. Криві комплексометричного титрування. Вплив різних факторів на ширину стрибка титрування. Складності в розрахунках кривих титрування. Способи фіксування точки еквівалентності в комплексометрії.

Значення реакцій перенесення пари електронів в аналітичній хімії (CPC).

Органічні реагенти в аналітичній хімії. Поняття «аналітичний реагент». Переваги і недоліки застосування органічних реагентів в аналітичній хімії.

Утворення гетероциклічних сполук з іонами металів. Дентатність і координаційна ємність ліганду. Хелати і внутрішньокомплексні сполуки.

Практичне застосування органічних реагентів в аналітичній хімії. Значення внутрішньокомплексних сполук в якісному і кількісному аналізі. Органічні реагенти, що використовуються в екстракції ВКС (СРС).

3. Рекомендована література

Базова:

1. Янсон Э. Ю. Теоретические основы аналитической химии / Э. Ю. Янсон. – М.: Высш. шк., 1987. – 304 с.
2. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). 1 том / Перевод с нем. // М. Отто. – М.: Техносфера, 2003. – 416 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2004.–Т. 1. – 361 с., Т. 2. – 503 с.
4. Мінаєва В. О., Нінова Т. С., Шафорост Ю. А. Аналітична хімія. Титриметричний аналіз: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2010. – 456 с.
5. Мінаєва В. О. Аналітична хімія: курс лекцій (Частина 1). Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. О. Мінаєва . – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 280 с.
6. Мінаєва В. О. Тестові завдання з аналітичної хімії (Частина 1). Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. О. Мінаєва . – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 124 с.
7. Мінаєва В. О. Тестові завдання з аналітичної хімії (Частина 2. Хімічні методи кількісного аналізу). Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. О. Мінаєва . – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2014. – 112 с.

Допоміжна:

8. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Якісний аналіз. – К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.
9. Пилипенко А. Т. Аналитическая химия Т. 1-2. / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. – М.: Химия, 1990. – Т. 1. – 479 с., Т. 2. – 845 с.
10. Кунце У. Основы качественного и количественного анализа / У. Кунце, Г. Швед. – М.: Мир, 1977. – 424 с.
11. Пономарев В. Д. Аналитическая химия (в двух частях). Ч. 2. Количественный анализ / В. Д. Пономарев. – М.: Высшая школа, 1982. – 288 с.
12. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 1. Гравиметрический и

- титриметрический методы анализа / В. П. Васильев. – М.: Высшая школа, 1989. – 320 с.
13. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз / А. С. Сегеда. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006. – 544 с.
 14. Бабко А. К. Кількісний аналіз / А. К. Бабко, І. В. П'ятницький. – К.: Вища шк., 1974. – 351 с.
 15. Скуг Д. Основы аналитической химии / Д. Скуг, Д. Уэст; пер. с англ. Е. Н. Дороховой, Г. В. Прохоровой; под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир, 1979. – 480 с.
 16. Бончев П. Р. Введение в аналитическую химию / П. Р. Бончев. – Л.: Химия, 1978. – 496 с.
 17. Петерс Д. Химическое разделение и измерение: Теория и практика аналитической химии. Т. 1-2 / Дж. Хайес, Г. Хифтье. – М.: Химия, 1978. – 816 с.
 18. Пиккеринг У. Ф. Современная аналитическая химия / У. Ф. Пиккеринг. – М.: Химия, 1977. – 558 с.
 19. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Т. 1, 2 / Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир, АСТ, 2004. – Т. 1. – 608 с., Т. 2. – 728 с.
 20. Фритц Дж. Количественный анализ / Дж. Фритц, Г. Шенк; пер. с англ. Т.Н. Шеховцовой, О. А. Шпигуна; под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир, 1978. – 557 с.
 21. Крешков А. П. Основы аналитической химии / А. П. Крешков. Т. 1-3. – М.: Химия, 1976. – Т. 1. – 472 с., Т. 2. – 480 с., Т. 3. – 488 с.
 22. Логинов Н. Я. Аналитическая химия / Н. Я. Логинов, А. Г. Воскресенский, И. С. Солодкин – М.: Просвещение, 1975. – 478 с.
 23. Бишоп Э. Индикаторы. Т.1, 2 / Э. Бишоп; пер. с англ. И. В. Матвеевой; под ред. И. Н. Марова. – М.: Мир, 1976. – Т.1. – 496 с. – Т.2. – 446 с.
 24. Шварценбах Г. Комплексонометрическое титрование / Г. Шварценбах, Г. Флашка; пер. с нем. Ю. И. Вайнштейн. – М.: Химия, 1970. – 360 с.
 25. Мінаєва В. О. Математична обробка даних хімічного експерименту : [навч. посібн.] / В. О. Мінаєва, В. М. Бочарнікова, Т. А. Григоренко. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2003. – 208 с.
 26. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. О. Мінаєва. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 284 с.
 27. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
 28. Волков А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.
 29. Елементи хімічні та речовини прості. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення: ДСТУ 2439–94. – [Чинний від 1995-01-01]. – К. Держстандарт України, 1995. – 17 с.

30. Чарыков А. К. Математическая обработка результатов химического анализа / А. К. Чарыков. – Л.: Химия. – 1984. – 168 с.
31. Булатов М. И. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин – Л.: Химия. – 1976. – 376 с.
32. Черновьянц М. С. Систематические и случайные погрешности химического анализа / М. С. Черновьянц. Учебное пособие для вузов; под ред. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2004. – 145 с.
33. Брановицька С. В. Обчислювальна математика та програмування. Обчислювальна математика в хімії і хімічній технології / С. В. Брановицька, Р. Б. Медведєв, Ю. Я. Фіалков. Підручник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», ТОВ «Фірма «Періодика»». – 2004. – 220 с.
34. Дёрфель К. Статистика в аналитической химии / К. Дёрфель . – М.: Мир. – 1994. – 268 с.
35. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества / В. В. Налимов . – М.: Физматгиз. – 1960. – 430 с.
36. Мінаєва В.О. Методи концентрування неорганічних речовин / В.О. Мінаєва. Навч-мет. посібник. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2014. – 313 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання – модульна контрольна робота.

5. Засоби діагностики успішності навчання.

Діагностика знань студентів здійснюється з допомогою:

- 1) усних опитувань на лабораторних заняттях;
- 2) письмових контрольних робіт;
- 3) контролю самостійної роботи;
- 4) контролю індивідуальних завдань (за варіантом).

Автор

(В. О. Мінаєва)

Валентина Олександрівна Мінаєва

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

підготовки спеціаліста

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань 0401 Природничі науки

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності 7.04010101 Хімія

(шифр і назва напрямку)

Підписано до друку 29.08.2013. Формат 60×84/16.

Ум. друк. арк. 0,6. Тираж 50 пр.

Видавець Черкаський національний університет

імені Богдана Хмельницького

Адреса: 18000, м.Черкаси, бул. Шевченка, 81, кімн.117.

Тел. (0472) 37-13-16, факс (0472) 37-22-33,

e-mail: vydav@cdu.edu.ua, <http://www.cdu.edu.ua>

Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи ДК №3427 від
17.03.2009 р.

Друк: ФОП Белінська О. Б.

Україна, м. Черкаси, вул. Університетська, 33, оф. 6

Тел/факс: (0472) 33-03-46.