

Зміст

Передмова.....	7
В с т у п . Предмет і значення аналітичної хімії	9
Частина I. Теоретичні основи аналітичної хімії	13
Розділ 1. Закон діючих мас та його застосування в аналітичній хімії	14
§ 1. Закон діючих мас.....	14
§ 2. Застосування закону діючих мас до процесу дисоціації води.....	16
§ 3. Застосування закону діючих мас до рівноважних систем “розчин-осад”. Добуток розчинності	17
§ 4. Вплив однойменних і інших йонів на розчинність малорозчинних електролітів.....	18
§ 5. Вплив сольового ефекту на розчинність малорозчинного електроліту	19
§ 6. Розчинність малорозчинного осаду сильного електроліту за рахунок пептизації.....	21
§ 7. Гідроліз солей	23
§ 8. Буферні системи	31
Розділ 2. Характеристика розчинів електролітів та колоїдних систем.....	35
§ 9. Способи вираження концентрації розчинів	35
§ 10. Електролітична дисоціація. Сильні і слабкі електроліти	40
§ 11. Колоїдні системи в аналітичній хімії	47
Розділ 3. Координаційні або комплексні сполуки	59
§ 12. Загальна характеристика комплексних сполук	59
§ 13. Розвиток теоретичних уявлень про будову комплексних сполук	60
§ 14. Типи найбільш поширених комплексів.....	63
§ 15. Ізомерія комплексних сполук.....	65
§ 16. Положення елемента в періодичній системі та його здатність до комплексоутворення	69
§ 17. Контрольні запитання з теоретичних основ аналітичної хімії.....	73

Частина II. Якісний аналіз	77
Розділ 4. Загальні положення якісного аналізу	78
§ 18. Методи якісного аналізу	78
§ 19. Системи якісного аналізу катіонів	80
§ 20. Класифікація аніонів	83
§ 21. Систематичний і дробний хід аналізу	83
§ 22. Умови проведення якісних реакцій	85
§ 23. Чутливість аналітичних реакцій	85
Розділ 5. Задачі з якісного аналізу	87
§ 24. Приклади розв'язування задач	87
§ 25. Контрольні задачі	102
Частина III. Кількісний аналіз	117
Завдання і методи кількісного аналізу	118
Розділ 6. Гравіметричний аналіз	120
§ 26. Класифікація методів гравіметричного аналізу	120
§ 27. Вимоги до осадів	127
§ 28. Умови осадження кристалічних осадів	131
§ 29. Умови осадження аморфних осадів	131
§ 30. Розрахунки у гравіметричному аналізі	131
Розділ 7. Задачі з гравіметричного аналізу	135
§ 31. Приклади розв'язування задач	135
§ 32. Запитання для самоперевірки	141
§ 33. Контрольні задачі	142
Розділ 8. Хімічні титриметричні методи аналізу	146
§ 34. Основні поняття титриметричного аналізу	146
§ 35. Класифікація методів титриметричного аналізу	147
§ 36. Прийоми титрування	148
§ 37. Стандартні розчини	148
§ 38. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування	150
§ 39. Індикатори	151
Розділ 9. Кислотно-основне титрування. Метод нейтралізації	153
§ 40. Титранти, їх приготування та стандартизація	153
§ 41. Визначення кінцевої точки титрування. Кислотно – основні індикатори	154
§ 42. Вибір індикатора при титруванні	158
§ 43. Криві титрування	160
§ 44. Розрахунки та побудова кривих титрування	160

§ 45. Розрахунки індикаторних помилок титрування	169
Розділ 10. Осаджувальне титрування	173
§ 46. Побудова та аналіз кривих титрування	173
§ 47. Індикатори осаджувального титрування	174
§ 48. Аргентометрія	176
§ 49. Меркурометрія	179
Розділ 11. Комплексометричне та комплексонометричне титрування	181
§ 50. Титрування розчинами комплексоутворюючих речовин	181
§ 51. Амінополікарбонові кислоти як ліганди в комплексоутворенні	182
§ 52. Утворення і стійкість комплексонів	185
§ 53. Індикатори для комплексонометричних титрувань	186
§ 54. Способи комплексонометричного титрування	199
§ 55. Підвищення вибіркової визначень у комплексонометричному титруванні	201
§ 56. Меркуриметрія	203
Розділ 12. Окисно-відновне титрування (Редоксиметрія)	206
§ 57. Перманганатометрія	209
§ 58. Броматометрія	213
§ 59. Хроматометрія	214
§ 60. Нітритометрія	214
§ 61. Цериметрія	215
§ 62. Йодхлориметрія	217
§ 63. Йодометрія	218
§ 64. Аскорбінометрія	221
Розділ 13. Запитання і вправи з титриметричних методів аналізу	223
§ 65. Запитання для самоперевірки	223
§ 66. Розрахунки в титриметричному аналізі	226
§ 67. Задачі з титриметричних методів аналізу	232
Частина IV. Фізико-хімічні методи аналізу	249
Розділ 14. Оптичні методи аналізу	250
§ 68. Фотоколориметрія	253
§ 69. Спектрофотометрія	254
§ 70. Люмінесцентний аналіз	256
§ 71. Рефрактометричний аналіз	259

§ 72. Поляриметричний аналіз	260
§ 73. Інтерферометрія	262
§ 74. Емісійний спектральний аналіз	264
§ 75. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз.....	268
§ 76. Нефелометричний та турбідиметричний методи аналізу	271
§ 77. Запитання для самоперевірки та контрольні запитання з оптичних методів аналізу	273
Розділ 15. Електрохімічні методи аналізу	277
§ 78. Кондуктометрія.....	277
§ 79. Потенціометричні методи аналізу.....	282
§ 80. Полярографія.....	287
§ 81. Амперометричне титрування.....	290
§ 82. Кулонометричний аналіз.....	291
§ 83. Електрофоретичні методи аналізу	293
§ 84. Запитання для самоперевірки та контрольні запитання з електрохімічних методів аналізу	304
Розділ 16. Хроматографічні методи аналізу	307
§ 85. Адсорбційна хроматографія	309
§ 86. Розподільна хроматографія.....	313
§ 87. Газова хроматографія	319
§ 88. Йонообмінна хроматографія.....	336
§ 89. Молекулярно-ситова хроматографія.....	346
§ 90. Запитання для самоперевірки та контрольні запитання з хроматографічних методів аналізу	349
Додатки	352
Список використаної літератури	403

ПЕРЕДМОВА

Аналітична хімія як наука про методи хімічного аналізу та їх застосування в різних галузях діяльності людини тісно зв'язана перш за все з усіма хімічними дисциплінами, а також із суміжними: біологією, медициною, фармацією, геологією, екологією, сільськогосподарськими дисциплінами та іншими. Вона необхідна і для викладачів хімії навчальних закладів.

Виходячи з того, що знання методів хімічного аналізу необхідні практично у всіх сферах діяльності, предмет аналітичної хімії у тому, чи іншому об'ємі має місце в навчальному процесі на різних факультетах університетів.

Пропонований навчально-методичний посібник з аналітичної хімії по суті є конспектом лекцій з основних питань якісного та кількісного аналізу, що вивчаються в університетах у тому числі на факультетах напряму підготовки «Хімія*».

Кожна структурна частина посібника містить питання для самоперевірки знань студентів, вправи і контрольні задачі. Для успішного розв'язання контрольних задач пропонуються приклади розв'язування певних типів задач. До кожної задачі надаються відповіді з результатом. Задачі є концентрованим вираженням теоретичних питань з даної теми, спонукають до логічного мислення, вміння аналізувати і порівнювати різні закономірності хімічних процесів. Без глибокого усвідомлення теоретичного матеріалу розв'язати задачу практично неможливо.

У пропонований навчально-методичний посібник включені питання якісного і кількісного хімічного аналізу і деякі методи фізико-хімічного аналізу.

Так, у розділах якісного аналізу розглядаються методи цього аналізу, системи якісного аналізу катіонів і аніонів, умови проведення

якісних реакцій, чутливість аналітичних реакцій. Наводяться приклади розв'язування задач з якісного аналізу і контрольні задачі.

Окремий розділ складають теоретичні основи аналітичної хімії, де розглядається закон діючих мас та його застосування до процесів дисоціації води, рівноважних систем “розчин-осад”, гідролізу солей, буферних систем. Розглядаються досить детально комплексні сполуки та їх значення для аналітичної хімії.

У розділах кількісного аналізу розглядається гравіметричний аналіз, хімічні титриметричні методи аналізу. Наводиться класифікація методів титриметричного аналізу, прийоми титрування, розрахунки та приготування стандартних розчинів та індикатори, що застосовуються в титриметричних методах аналізу.

Окремі розділи присвячені методам кислотно-основного титрування, осаджувального титрування. Серед останніх розглядаються методи аргентометрії та меркурометрії.

Комплексонометричне титрування представлено трилонометрією та меркуриметрією.

Серед методів окисно-відновного титрування пропонується перманганометрія, йодометрія, броматометрія, хроматометрія, нітритометрія, цериметрія, йодхлориметрія та аскорбінометрія.

Наводяться приклади розрахунків у титриметричному аналізі, запитання, вправи і задачі з титриметричних методів аналізу.

У посібнику розглядаються деякі фізико-хімічні і фізичні методи аналізу.

Так, серед оптичних методів представлені фотоколориметрія і спектрофотометрія, люмінесцентний аналіз, рефрактометрія, поляриметрія, інтерферометрія, емісійний спектральний аналіз, атомно-абсорбційний спектральний аналіз, нефелометрія і турбідиметрія.

З електрохімічних методів аналізу даються основи кондуктометрії, потенціометрії, полярографії, амперометричного титрування, кулонометричного аналізу.

Досить детально у посібнику подано адсорбційну і розподільну хроматографію, представлено поняття про газову та йонообмінну хроматографію.

Викладений у конспективному плані матеріал допоможе студенту краще зорієнтуватися в питаннях аналітичної хімії і буде першоосновою для подальшого глибокого вивчення предмету.

У навчально-методичному посібнику застосована сучасна міжнародна система фізичних величин та їх одиниць, номенклатура і класифікація хімічних речовин.

ВСТУП

ПРЕДМЕТ І ЗНАЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Аналітична хімія – наука про методи визначення якісного і кількісного складу речовини та її структури.

Предметом аналітичної хімії є дослідження теоретичних основ методів аналізу, розробка аналітичних методів і практичне виконання аналізів. Аналітична хімія вивчає форми існування речовини і її складових частин у різних середовищах і агрегатних станах, проводить визначення оптичних, електрохімічних і інших характеристик речовини за її участі в хімічних реакціях, досліджує швидкості хімічних реакцій, розробляє нові методи аналізу на основі досягнень у різних сферах знань.

Дослідження складу речовини може бути виражено масовою часткою елементів, їх оксидів чи інших сполук, а також вмістом реально присутніх у пробі індивідуальних хімічних сполук чи фаз. Фазовий аналіз визначає вміст у пробі індивідуальних хімічних речовин і форм, у яких присутній той чи інший елемент у досліджуваному об'єкті.

За характером об'єктів дослідження аналіз поділяється на неорганічний, органічний. В органічному аналізі поряд з визначенням елементного складу речовини встановлюється молекулярна структура цієї речовини, визначається наявність і кількість різних функціональних груп. На основі аналізу синтезованої нової речовини пропонується структурна формула.

За допомогою методів хімічного аналізу були відкриті найважливіші закони – закон постійності складу, закон кратних відношень (Д. Дальтон). А.Л. Лавуазьє визначив склад повітря, води і інших речовин, розробив кисневу теорію горіння і дихання.

Спираючись на методи аналізу, Ж.Л. Гей-Люссак і А. Авогадро сформулювали газові закони.

Як вже зазначалось, завданням аналітичної хімії є розробка нових методів аналізу. Дослідження у цьому плані сприяли і сприяють подальшому розвитку не тільки хімічної науки, але і взагалі прогресу знань. Багато видатних вчених працювали над розробкою нових методів аналізу. Т.Є. Ловіц запровадив мікрокристалоскопічний аналіз – метод якісного аналізу солей за формою їх кристалів, В.М. Севергін розробив колориметричний аналіз, заснований на залежності інтенсивності забарвлення розчину від концентрації у ньому речовини, Ж.Л. Гей-Люссак розробив титриметричний метод аналізу.

Працями багатьох вчених – Т.У. Бергмана, Л.Ж. Тенара, К.К. Клауса, К.Р. Фразеніуса і інших був створений систематичний якісний аналіз. Р.В. Бунзен, Г.Р. Кірхгоф розробили основи спектрального аналізу, який став одним із основних методів аналітичної хімії.

М.В. Курнаков дослідженнями в області металографії і термографічного аналізу започаткував фізико-хімічний аналіз, який вперше відкрив можливості систематичного вивчення складних багатокомпонентних систем – металічних сплавів, силікатів, сольових розчинів. Дослідження М.В. Курнакова комплексних сполук створили умови для створення промислових методів отримання благородних металів і їх сполук.

Велике значення для аналітичної хімії мали дослідження Л.О. Чугаєва, М.О. Ільїнського про утворення комплексних сполук металів з органічними речовинами. На цій основі були розроблені чутливі методи виявлення Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{3+} .

М.В. Цвет ввів у науку хроматографічний аналіз – ефективний спосіб розділення близьких за хімічними властивостями сполук, заснований на адсорбційних властивостях речовини. Пізніше хроматографія розширилась, застосовуючи інші принципи розділення речовин – закон розподілення речовини між двома рідкими фазами, що не змішуються, – розподільна хроматографія, йонообмінна хроматографія, газова хроматографія і інші.

Я. Гейровський розробив полярографічний аналіз. Досліджуючи електроліз на ртутно-крапельному електроді, встановив залежність між потенціалами відновлення і окиснення речовин і їх природою, а також між величиною дифузного струму і концентрацією речовин в