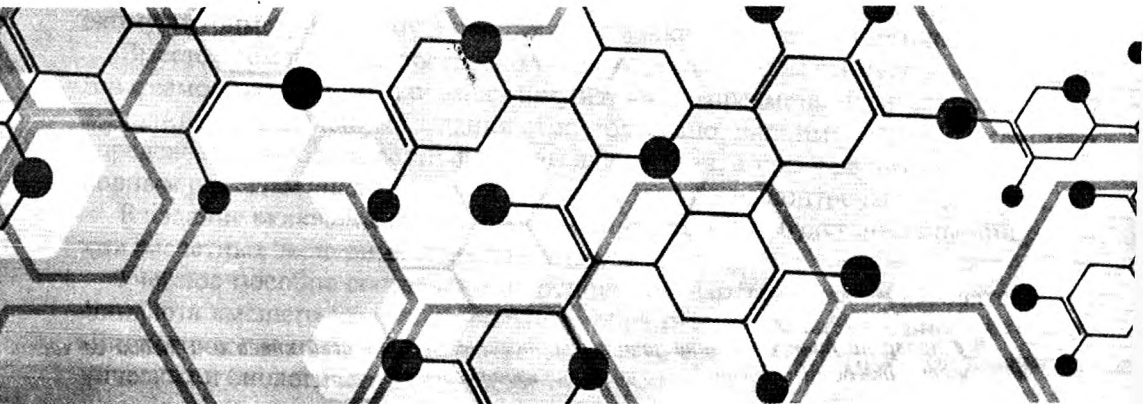


И.В. Мельситова Е.Г. Рагойжа

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования
по группам специальностей «Биология и биохимия»,
«Науки об окружающей среде», специальности
«Природоведческое образование»



Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Часть I. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ	4
Глава 1. Предмет, задачи, методы, основные понятия и значение аналитической химии	5
1.1. Предмет аналитической химии	5
1.2. Принцип, метод и методика анализа	5
1.3. Структура и методы аналитической химии	6
1.4. Аналитические реакции: чувствительность, специфичность, селективность, способы выполнения	9
1.5. Значение аналитической химии	12
Глава 2. Равновесия в гомогенных системах	13
2.1. Закон действующих масс	13
2.2. Активность и коэффициенты активности	15
2.3. Виды констант химического равновесия, используемых в аналитической химии	19
2.3.1. Термодинамическая константа	20
2.3.2. Реальная константа	20
2.3.3. Условная константа	21
2.4. Примеры расчета коэффициентов активности и реальной константы равновесия	22
Глава 3. Кислотно-основные взаимодействия в растворах	28
3.1. Теории кислот и оснований	28
3.1.1. Ионная теория кислот и оснований (теория Аррениуса)	28
3.1.2. Теория Льюиса	29
3.1.3. Теория Усановича	29
3.1.4. Теория Бренстеда—Лоури	30
3.2. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства. Автопротолиз растворителя	32
3.3. Классификация кислот и оснований по силе	35

3.4. Расчет pH водных растворов различных протолитов	36
3.4.1. Растворы сильных кислот и оснований	37
3.4.2. Растворы слабых кислот и оснований	39
3.4.3. Растворы гидролизующихся солей	45
3.5. Буферные растворы	46
Глава 4. Гетерогенные равновесия (равновесия в системах «осадок – раствор»)	51
4.1. Произведение растворимости	51
4.2. Растворимость и влияющие на нее факторы	54
4.3. Расчет условий начала и полноты осаждения	60
Глава 5. Равновесия в растворах комплексных соединений	62
5.1. Понятие комплексного соединения	62
5.2. Равновесия в растворах комплексных соединений	64
5.3. Области применения комплексных соединений и реакций комплексообразования в аналитической химии	68
Глава 6. Окислительно-восстановительные реакции	69
6.1. Понятие окислительно-восстановительных реакций	69
6.2. Электродный потенциал	70
6.3. Уравнение Нернста	74
6.4. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии	75
Глава 7. Гравиметрический метод анализа	76
Глава 8. Титриметрические методы анализа	86
8.1. Понятие о титриметрических методах. Требования, предъявляемые к реакциям, классификация титриметрических методов	86
8.2. Расчет результатов	91
8.3. Кривые титрования и общая характеристика титриметрического метода	92
8.4. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации)	93
8.4.1. Кислотно-основные индикаторы	93
8.4.2. Кривые титрования	99
8.5. Окислительно-восстановительное титрование	105
8.5.1. Способы фиксирования конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы	106

8.5.2. Перманганатометрическое титрование	109
8.5.3. Бихроматометрическое титрование	110
8.5.4. Иодометрическое титрование	111
8.5.5. Кривые титрования	113
8.6. Методы комплексообразования в титриметрии	115

Глава 9. Погрешности и обработка результатов анализа 121

9.1. Аналитический сигнал. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала	121
9.2. Погрешности измерений	124
9.3. Статистическая обработка результатов	126
9.4. Приближенные вычисления и значащие цифры	133

Глава 10. Физико-химические методы анализа 135

10.1. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия	135
10.2. Спектроскопические (оптические) методы анализа	141
10.2.1. Молекулярно-абсорбционная спектрометрия	143
10.2.2. Пламенный эмиссионный анализ	150

Глава 11. Гибридные методы анализа 153

11.1. Хроматографические методы анализа	153
11.2. Экстракция и экстракционно-фотометрический метод анализа	162

Часть II. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ 169

1. Организация рабочего места и техника безопасности 170

1.1. Организация рабочего места	170
1.2. Техника безопасности в аналитической лаборатории	170
1.3. Меры оказания первой медицинской помощи	171

2. Оборудование и посуда. Правила выполнения основных операций 172

2.1. Лабораторные весы и техника взвешивания	172
2.2. Правила работы с центрифугой	173
2.3. Правила работы с химической посудой	173

3. Качественный химический анализ	174
3.1. Техника выполнения химических реакций качественного анализа	175
3.2. Аналитические классификации катионов	177
Лабораторная работа № 1. Изучение свойств катионов I и II аналитических групп	181
Лабораторная работа № 2. Систематический анализ смеси катионов I и II аналитических групп	186
Лабораторная работа № 3. Изучение свойств катионов III аналитической группы	188
Лабораторная работа № 4. Систематический анализ смеси катионов III аналитической группы	197
Лабораторная работа № 5. Изучение свойств катионов IV и V аналитических групп	200
Лабораторная работа № 6. Изучение свойств анионов I–III аналитических групп	210
Лабораторная работа № 7. Систематический анализ смеси анионов I–III аналитических групп	220
Лабораторная работа № 8. Анализ смеси катионов методом бумажной хроматографии	227
4. Количественный химический анализ	228
4.1. Гравиметрический метод анализа	228
Лабораторная работа № 9. Определение бария	234
Лабораторная работа № 10. Определение кристаллизационной воды в медном купоросе	236
4.2. Титриметрические методы анализа	237
4.2.1. Кислотно-основное титрование	241
Лабораторная работа № 11. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты ...	241
Лабораторная работа № 12. Определение массы гидроксида натрия	242
Лабораторная работа № 13. Определение временной жесткости воды	243
Лабораторная работа № 14. Определение карбонат-ионов и щелочи при совместном присутствии	244
Лабораторная работа № 15. Определение хлороводородной и борной кислот при совместном присутствии	245
Лабораторная работа № 16. Определение аммиака в солях аммония	246
4.2.2. Окислительно-восстановительное титрование	248
Лабораторная работа № 17. Стандартизация раствора перманганата калия	249
Лабораторная работа № 18. Перманганатометрическое определение железа в соли Мора	250

Лабораторная работа № 19. Бихроматометрическое определение железа в соли Мора	252
Лабораторная работа № 20. Стандартизация раствора тиосульфата натрия	254
Лабораторная работа № 21. Определение меди	255
Лабораторная работа № 22. Определение сульфитов	256
Лабораторная работа № 23. Определение хлороводородной кислоты	257
4.2.3. Комплексометрическое титрование	258
Лабораторная работа № 24. Стандартизация раствора ЭДТА	260
Лабораторная работа № 25. Определение кальция и магния при совместном присутствии	261
Лабораторная работа № 26. Определение общей жесткости воды	262
5. Физико-химические методы анализа	263
Лабораторная работа № 27. Потенциометрическое определение кислот	263
Лабораторная работа № 28. Фотометрическое определение железа в виде роданидных комплексов	267
Лабораторная работа № 29. Определение содержания калия и натрия в растворе методом пламенной фотометрии	270
Приложения	274
Список использованной литературы	329