

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В. І. Рубцов

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗЧИНІВ

Навчальний посібник

Харків – 2016

УДК 544.6(075.8)
ББК 24.57я73
Р82

Рецензенти:

І. М. В'юник – завідувач кафедри неорганічної хімії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, д-р. хім. наук, професор;
Т. Д. Панайотова – завідувач кафедри хімії Харківського національного університету міського господарства імені А. М. Бекетова, канд. хім. наук, доцент.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 12 від 30 листопада 2015 р.)*

Рубцов В. І.

Р82 Потенціометричні методи дослідження розчинів : навчальний посібник / В. І. Рубцов. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 252 с.
ISBN 978–966–285–276–9

У навчальному посібнику розглянуті питання практичного використання методу рівноважної потенціометрії: визначення стандартних потенціалів електродів і коефіцієнтів активності іонів, констант автопротолізу розчинників, констант дисоціації одноосновних і багатоосновних кислот, слабких основ, добутку розчинності. Розглянуті питання застосування потенціометричного методу для визначення термодинамічних характеристик електродних реакцій, сольватації й переносу іонів, ключові питання рН-метрії та іонометрії.

Навчальний посібник призначений для більш глибокого вивчення фізико-хімічних методів дослідження властивостей розчинів, може бути використаний для читання спеціальних курсів на хімічних факультетах університетів, є корисним для аспірантів, науковців і викладачів.

УДК 544.6(075.8)
ББК 24.57я73

ISBN 978–966–285–276–9

© Рубцов В. І., 2016
© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2016
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2016

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
Список позначень	7
ВСТУП	8
1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ	10
1.1 Електроди	12
1.2 Гальванічні елементи	24
1.3 Методи виміру ЕРС і прилади	29
Література	34
2. СТАНДАРТНІ ПОТЕНЦІАЛИ ЕЛЕКТРОДІВ І СТАНДАРТНІ ЕРС ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	36
2.1 Визначення стандартних ЕРС гальванічних елементів у ко- лах без переносу методом Харнеда.	43
2.2 Визначення стандартних потенціалів електродів з викорис- танням буферних розчинів	45
2.3 Визначення стандартних потенціалів електродів, оборотних до аніонів слабких кислот	49
Лабораторна робота 1. Визначення стандартної ЕРС галь- ванічних елементів і середніх коефіцієнтів активності сильного електроліту	53
Література	60
2.4 Індивідуальні завдання	61
Додаткова література	68
3. АВТОПРОТОЛІЗ. ІОННИЙ ДОБУТОК РОЗЧИННИКА	70
Лабораторна робота 2. Визначення іонного добутку води в колах без переносу	75
Література	81
3.1 Індивідуальні завдання	83
Додаткова література	88
4. ХІМІЧНІ РІВНОВАГИ В РОЗЧИНАХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ	89
4.1 Визначення констант дисоціації одноосновних слабких кислот і основ у буферних розчинах у колах без переносу ..	92
Лабораторна робота 3. Визначення константи дисоціації слабкої кислоти в буферних розчинах у колах без переносу	94
4.2 Використання кола з переносом для визначення констант дисоціації слабких кислот	103

	Лабораторна робота 4. Визначення константи дисоціації слабкої кислоти в буферних розчинах у колах з переносом . .	106
4.3	Розрахунок констант дисоціації слабких кислот за кривою потенціометричного титрування	109
	Лабораторна робота 5. Визначення константи дисоціації слабкої кислоти за кривою потенціометричного титрування	116
4.4	Визначення константи дисоціації слабкої кислоти помірної сили за кривою потенціометричного титрування	119
	Лабораторна робота 6. Визначення константи дисоціації слабкої кислоти помірної сили за кривою потенціометричного титрування	123
4.5	Визначення констант дисоціації слабких основ та амфолітів	127
4.6	Визначення констант дисоціації багатоосновних кислот. . .	130
	Література	134
4.7	Індивідуальні завдання	136
	Додаткова література	141
5.	КИСЛОТНІСТЬ РОЗЧИНІВ. ВИЗНАЧЕННЯ рН	144
	Лабораторна робота 7. Визначення рН стандартних буферних розчинів за методом АНБС	148
	Література	156
5.1	Індивідуальні завдання	157
	Додаткова література	162
5.2	Вимірювання рН у неводних середовищах	164
	Лабораторна робота 8. Визначення константи дисоціації слабкої кислоти в неводному розчиннику виміром рН розчинів проти водного стандарту	168
	Література	174
6.	РОЗЧИННІСТЬ. ДОБУТОК РОЗЧИННОСТІ	175
	Лабораторна робота 9. Визначення добутку розчинності малорозчинної солі за кривою седиментаційного потенціометричного титрування	178
	Література	190
7.	ТЕРМОДИНАМІКА ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ І СОЛЬВАТАЦІЯ ІОНІВ	192

Розрахункова робота № 1. Визначення термодинамічних характеристик сольватації стехіометричної суміші іонів за температурною залежністю стандартних ЕРС гальванічних елементів	199
Література	207
7.1 Індивідуальні завдання	209
Додаткова література	215
ДОДАТОК	217
1 Основні фундаментальні постійні	218
2 Деякі перекладні множники	218
3 Основні похідні одиниці	219
4 Значення величин $\theta = RT \ln 10 / F$ і параметри рівняння Дебая-Хюккеля для водних розчинів при різних температурах	220
5 Стандартні електродні потенціали у водяних розчинах за температурою 298 К	221
6 Електрорушійна сила нормального (насиченого) елемента Вестона при різних температурах	223
7 Стандартні потенціали електродів другого роду у водних розчинах за температурою 298 К	223
8 Виправлення потенціалу водневого електрода на тиск водню (мВ) у водних розчинах	224
9 Стандартні потенціали деяких електродів при різних температурах (у мВ)	226
10 Потенціали деяких електродів порівняння при різних температурах (у мВ)	226
11 Дифузійні потенціали на межі розділу однакових водних розчинів різних концентрацій	227
12 Дифузійні потенціали на межі розділу різних водних розчинів з однаковою концентрацією	227
13 Константи дисоціації слабких кислот у водяних розчинах при 298 К	228
14 Фізико-хімічні властивості води	229
15 Середні іонні коефіцієнти активності сильних електролітів при 298 К в водних розчинах	230
16 Добуток розчинності малорозчинних солей при 298 К	232

17	Наближені значення pH деяких розчинів при 298 К	233
18	Властивості стандартних буферних розчинів при 298 К	234
19	Значення pH водних буферних розчинів при різних температурах	235
20	pH зразкових буферних розчинів за температурами 0–95 °С. Зразкові буферні розчини	236
21	Універсальна буферна суміш Бриттона	238
	Метод найменших квадратів	239
	Виготовлення електродів для потенціометричних вимірювань	241
	1. Водневий електрод	241
	2. Виготовлення галоїдсрібних електродів	242
	3. Ртуть-сульфатний електрод	245
	4. Інші металеві електроди	247
	Довідкова література	249