

Ryszard Miłek
Maria Obrębska
Maria Podkowińska-Kalita

chemia

fizyczna

ćwiczenia
laboratoryjne
z elementami
teorii



WYDAWNICTWA POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
WARSZAWA 1986

Opiniodawcy

prof. dr Wacława Palczewska
prof. dr hab. inż. Lech Skłuski

Wydano za zgodą Rektora Politechniki Warszawskiej



Opracowanie redakcyjne — mgr Urszula Skowrońska

Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej
ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa

Wyd. I. Nakł. 300+30. Ark. wyd. 20,83. Ark. druk. 25,75. Pap. offset. kl. III 70 g.
Oddano do druku 1985.08.31. Druk ukończono w październiku 1986 r.
Zamówienie nr 434/85 Cena zł 250,—

Zakład Graficzny Politechniki Warszawskiej, ul. Kopińska 12/16, 02-321 Warszawa

Spis treści

PRZEDMOWA	8
1. PODSTAWY TEORETYCZNE WYKONYWANYCH ĆWICZEŃ	9
1.1. Równowaga ciecz-para w układzie jednoskładnikowym	9
1.1.1. Wpływ temperatury na prężność pary nasyconej	9
1.1.2. Reguła faz Gibbsa	11
1.1.3. Destylacja z parą wodną	13
1.2. Równowaga ciecz-para w układzie dwuskładnikowym	15
1.3. Równowaga ciecz-ciecz w układzie dwuskładnikowym	29
1.4. Równowaga ciecz-ciecz w układzie trójskładnikowym	32
1.5. Równowaga ciecz-ciało stałe w układzie dwuskładnikowym	35
1.6. Adsorpcja	43
1.7. Napięcie powierzchniowe	49
1.8. Lepkość	53
1.9. Koloidy	55
1.10. Równowagi chemiczne	60
1.11. Kinetyka chemiczna	76
1.11.1. Pojęcie szybkości reakcji chemicznej	76
1.11.2. Cząsteczkowość i rząd reakcji	77
1.11.3. Reakcje złożone	87
1.11.4. Reakcje łańcuchowe	94
1.11.5. Kataliza	97
1.11.6. Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznych	100

1.12. Kalorymetria	113
1.13. Ciepło rozpuszczania	124
1.14. Entalpia mieszania	125
1.15. Przewodnictwo elektrolityczne	135
1.16. Liczby przenoszenia jonów	147
1.17. Ogniwa galwaniczne	150
1.17.1. Podstawy ogólne	150
1.17.2. Potencjał na granicy faz elektroda- -roztwór	155
1.17.3. Potencjał dyfuzyjny	158
1.17.4. Typy elektrod (półogniw)	160
1.18. Termodynamika ogniw	167
1.19. Pehametria	171
1.20. Polaryzacja elektrochemiczna	173
1.21. Elektroda kroplowa	179
1.22. Krzywa elektrokapilarna	184
1.23. Maksima na krzywych polarograficznych	190
1.24. Prądy kinetyczne	191
1.25. Prądy katalityczne	192
1.26. Wiązania chemiczne	194
1.26.1. Energia stanów elektronowych	194
1.26.2. Orbitale atomowe	196
1.26.3. Orbitale cząsteczkowe (molekularne)	197
1.26.4. Wiązanie σ	198
1.26.5. Wiązanie π	199
1.26.6. Hybrydyzacja orbitali atomowych ...	201
1.26.7. Typy wiązań chemicznych	206
1.26.8. Oddziaływania międzycząsteczkowe ..	214
1.27. Momenty dipolowe	226
1.28. Refraktometria	244
1.29. Interferometria	248
1.30. Polarymetria	251
1.30.1. Podstawy ogólne	251
1.30.2. Metody polaryzacji światła	253
1.30.3. Skręcalność optyczna	258
1.30.4. Substancje optycznie czynne i skre- calność właściwa	260

1.30.5. Dyspersja skręcalności optycznej i dichroizm kołowy	265
1.31. Spektrofotometria	269
1.31.1. Podstawy ogólne	269
1.31.2. Prawa absorpcji światła	273
1.31.3. Formy energii cząsteczek	276
2. METODY EKSPERYMENTALNE STOSOWANE W LABORATORIUM.	279
2.1. Wyznaczenie równowagi ciecż-para metodą dynamiczną z obiegiem obu faz	279
2.2. Wyznaczanie równowagi ciecż-para metodą dynamiczną z obiegiem fazy parowej	281
2.3. Wyznaczanie równowagi ciecż-para metodą punktów wrzenia i punktów rosy	282
2.4. Wyznaczanie równowagi ciecż-ciecż w układzie dwuskładnikowym metodą oznaczenia temperatury rozpuszczania	284
2.5. Wyznaczanie równowagi ciecż-ciecż w układzie trójskładnikowym metodą miareczkowania trzecim składnikiem	285
2.6. Wyznaczanie równowagi ciecż-ciało stałe metodą określenia krzywej rozpuszczalności	288
2.7. Wyznaczanie napięcia powierzchniowego	291
2.8. Wyznaczanie lepkości cieczy	294
2.9. Wyznaczanie ciepła rozpuszczania	297
2.10. Wyznaczanie entalpii mieszania	298
2.11. Pomiar przewodnictwa	304
2.12. Wyznaczanie liczb przenoszenia jonów	307
2.13. Pomiar siły elektromotorycznej ogniw	311
2.14. Pomiar pH	314
2.15. Polarografia	317
2.15.1. Polarografia stałoprądowa	317
2.15.2. Polarografia zmiennoprądowa	324
2.16. Wyznaczanie momentu dipolowego	332
2.17. Pomiar refraktometryczny i interferometryczny	335
2.17.1. Wyznaczanie współczynnika załamania światła	335

2.17.2. Wyznaczanie różnicy współczynników załamania światła	338
2.18. Pomiar kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji	340
2.19. Spektrofotometria w obszarze widzialnym i w nadfiolecie	344
2.20. Spektrofotometria w podczerwieni	350
2.21. Termostatowanie układów	360
2.22. Otrzymywanie próżni	366
2.22.1. Pompka wodna	366
2.22.2. Obrotowa pompa olejowa	369
2.22.3. Pompa dyfuzyjna	369
2.22.4. Pomiar niskich ciśnień	370
3. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA	375
3.1. Wyznaczanie zależności prężności pary od temperatury i obliczanie molowych entalpii parowania dla wody i benzenu	375
3.2. Wyznaczanie izobary wrzenia i rosy dla układu metanol-stanol	376
3.3. Wyznaczanie izotermy wrzenia i rosy dla układu n-heksan - n-heptan	377
3.4. Wyznaczanie górnego krytycznego punktu mieszalności dla układu fenol-woda i dolnego krytycznego punktu mieszalności dla układu trytyloamina-woda	378
3.5. Wyznaczanie krzywej równowagi oraz ciężkiw równowagi dla układu woda-stanol-benzen	379
3.6. Pomiar temperatury rozpuszczania, konstrukcja wykresu fazowego dla układu eutektycznego benzen-naftalen	380
3.7. Wyznaczanie zależności napięcia powierzchniowego od stężenia dla wodnych roztworów n-butanolu i wykreślenie izotermy adsorpcji Gibbosa	381
3.8. Wyznaczanie punktu izoelektrycznego żelatyny z zależności lepkości jej wodnych roztworów od pH	381
3.9. Wyznaczanie stałej równowagi reakcji chemicznej w fazie gazowej	382

3.10. Wyznaczenie stałej równowagi reakcji chemicznej w fazie ciekłej	384
3.11. Badanie kinetyki reakcji chemicznej	387
3.12. Wyznaczanie molowego ciepła rozpuszczenia.	390
3.13. Wyznaczanie molowej entalpii mieszania ...	392
3.14. Przewodnictwo elektryczne roztworów	393
3.15. Wyznaczanie elektrycznego przewodnictwa granicznego roztworu słabego elektrolitu	393
3.16. Wyznaczanie liczby przenoszenia jonu wodorowego metodą samorzutnie powstającej granicy	394
3.17. Siła elektromotoryczna ogniwa galwanicznego	395
3.18. Wyznaczanie krzywej elektrokapilarnej	396
3.19. Polarografia stałoprądowa	398
3.20. Polarografia zmiennoprądowa	400
3.21. Wyznaczanie momentu dipolowego wiązania węgiel-chlor	401
3.22. Spektrofotometryczne wyznaczenie stechiometrii adduktu π benzen-jod	402
3.23. Identyfikacja pasm absorpcyjnych w widmie IR etanolu i obliczanie energii wiązania wodorowego	404
Literatura	406