

**Eksperymentalna chemia fizyczna / pod redakcją Ewy Więckowskiej-Bryłki ; autorzy poszczególnych części Jerzy Bryłka, Ewa Więckowska-Bryłka, Bożena Parczewska-Plesnar, Barbara Bortnowska-Bareła. –
Wydanie IV poprawione i zmienione. – Warszawa, 2017**

Spis treści

Przedmowa	11
ROZDZIAŁ 1. TERMODYNAMIKA CHEMICZNA	13
1.1. Podstawowe pojęcia	13
1.2. Prawo zachowania materii i sposoby przekazywania energii	14
1.3. Proces i droga procesu. Funkcja stanu	15
1.4. Zerowa zasada termodynamiki. Temperatura	17
1.5. Energia wewnętrzna i I zasada termodynamiki	18
1.6. Zmiana energii wewnętrznej w zależności od typu przemiany.	
Pojemność cieplna	21
1.7. Ciepło reakcji. Prawo Hessa i Lavoisiera-Laplace'a	28
1.8. Prawa Kirchhoffa	39
1.9. Równowaga termodynamiczna. Przemiany odwracalne i rzeczywiste	42
1.10. Entropia. II i III zasada termodynamiki	43
1.10.1. Definicja entropii i jej zmiany wraz ze zmianą stanu układu	43
1.10.2. II i III zasada termodynamiki	49
1.11. Wnioski wynikające z II zasady termodynamiki. Energia swobodna i entalpia swobodna	52
1.12. Termodynamika procesów zmiany stanu skupienia	57
1.13. Potencjał chemiczny. Aktywność	64
1.14. Statyka chemiczna. Termodynamiczna stała równowagi reakcji chemicznej. Prawo działania mas	68
1.15. Izoterma van't Hoffa	75
1.16. Wpływ temperatury na stałą równowagi reakcji. Izobara van't Hoffa	76
1.17. Reguła Le Chateliera-Brauna (reguła przekory)	79
Ćwiczenie 1-1	
Wariant I. Wyznaczanie ciepła rozpuszczania kwasu benzoowego	81
Wariant II. Wyznaczanie ciepła rozpuszczania kwasu benzoowego	84
Pytania i zadania	86
ROZDZIAŁ 2. PŁYNY	89
2.1. Wstęp	89
2.2. Stan gazowy	89
2.2.1. Właściwości stanu gazowego	89
2.2.2. Gaz doskonały	90
2.2.3. Kinetyczno-cząsteczkowa teoria gazów	91
2.2.4. Energia i molowa pojemność cieplna gazów	94

2.2.5. Równanie van der Waalsa	97
2.2.6. Skraplanie gazów	100
2.2.7. Równanie van der Waalsa i parametry krytyczne gazu	100
2.2.8. Prawo Daltona	102
Ćwiczenie 2-1. Wyznaczanie gęstości pary i masy molowej substancji metodą Meyera	102
Pytania i zadania	106
2.3. Ciecze	109
2.3.1. Wiadomości ogólne	109
2.3.2. Lepkość cieczy	109
2.3.2.1. Wprowadzenie	109
2.3.2.2. Metody pomiaru lepkości bezwzględnej cieczy	111
2.3.2.3. Ciecze niutonowskie i nieniuonowskie	117
Ćwiczenie 2-2. Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy za pomocą wiskozymetru Ostwalda	119
Pytania i zadania	122
Ćwiczenie 2-3. Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy za pomocą wiskozymetru Höpplera	123
Pytania i zadania	125
2.3.3. Napięcie powierzchniowe	126
2.3.3.1. Wprowadzenie	126
2.3.3.2. Molowe napięcie powierzchniowe	128
2.3.3.3. Metody pomiaru napięcia powierzchniowego	129
Pytania i zadania	134
2.3.4. Współczynnik załamania światła i refrakcja molowa	135
2.3.4.1. Współczynnik załamania światła	135
2.3.4.2. Polaryzacja i refrakcja	139
2.3.4.3. Zależność między strukturą chemiczną związku a refrakcją molową	142
Ćwiczenie 2-A	
Wariant I. Wyznaczanie zawartości alkoholu etylowego w badanym roztworze	144
Wariant II. Wyznaczanie refrakcji molowej różnych atomów i wiązań	146
Pytania i zadania	149
ROZDZIAŁ 3. PRZEMIANY I RÓWNOWAGI FAZOWE	155
3.1. Pojęcia fazy, składnika, stopnia swobody. Reguła faz Gibbsa	155
3.2. Układy jednoskładnikowe, wielofazowe	157
3.2.1. Równowaga między fazą ciekłą i gazową	157
3.2.2. Równowaga między fazą stałą a fazą ciekłą i gazową	157
3.3. Układy wieloskładnikowe, jednofazowe - roztwory	160
3.3.1. Definicja roztworów	160
3.3.2. Rozpuszczalność substancji. Prawo Henry'ego	161
3.3.3. Dyfuzja	163
3.3.4. Osmoza	164
3.4. Układy dwuskładnikowe, jednofazowe - prężność pary nad roztworem	168

3.4.1. Prężność pary nad roztworem substancji i nielotnej. Prawo Raoult'a	168
3.4.2. Podwyższenie temperatury wrzenia i obniżenie temperatury krzepnięcia cieczy	169
3.4.3. Mieszaniny cieczy o całkowitej wzajemnej rozpuszczalności	171
3.4.3.1. Prężność pary nad mieszaniną cieczy o całkowitej wzajemnej rozpuszczalności	171
3.4.3.2. Skład pary a skład cieczy	172
3.4.4. Odchylenia od prawa Raoult'a	173
3.5. Układy wieloskładnikowe, dwufazowe	175
3.5.1. Mieszaniny cieczy o ograniczonej wzajemnej rozpuszczalności	175
3.5.2. Prawo podziału Nernsta. Ekstrakcja	176
3.5.2.1. Definicja prawa podziału	176
3.5.2.2. Modyfikacja prawa podziału w przypadku asocjacji lub dysocjacji substancji w jednej z faz	177
3.5.2.3. Ekstrakcja i czynniki wpływające na jej efektywność	180
Ćwiczenie 3-1	
Wariant I. Wyznaczanie współczynnika podziału w układzie dwóch niemieszających się cieczy i stałej dimeryzacji kwasu octowego w rozpuszczalniku organicznym	183
Wariant II. Porównanie efektywności ekstrakcji kwasu octowego za pomocą różnych rozpuszczalników i wartości stałej dimeryzacji w tych rozpuszczalnikach	186
Pytania i zadania	188
ROZDZIAŁ 4. ADSORPCJA	193
4.1. Adsorbent, adsorbat	193
4.2. Podział procesów adsorpcji	193
4.3. Adsorpcja z roztworów	195
4.3.1. Adsorpcja nadmiarowa i rzeczywista	195
4.3.2. Izoterma Freundlicha	196
4.4. Adsorpcja gazów	197
4.4.1. Teoria Langmuira	197
4.4.2. Izoterma BET	200
4.5. Adsorpcja a napięcie powierzchniowe cieczy. Środki powierzchniowo czynne	202
4.6. Zastosowanie procesów adsorpcji	204
4.7. Adsorpcja wymienna na jonitach	205
4.8. Metody chromatograficzne adsorpcyjne	206
4.8.1. Wiadomości ogólne	206
4.8.2. Chromatografia cienkowarstwowa i bibułowa	207
4.8.3. Chromatografia gazowa	207
4.8.4. Chromatografia cieczowa	209
Ćwiczenie 4-1	
Wariant I. Adsorpcja kwasu octowego na węglu aktywowanym	210
Wariant II. Porównanie adsorpcji różnych kwasów organicznych z roztworu wodnego na węglu aktywowanym	213
Pytania i zadania	215

ROZDZIAŁ 5. UKŁADY KOLOIDOWE	217
5.1. Definicja koloidu i typy układów koloidowych	217
5.2. Metody wytwarzania cząstek koloidowych	218
5.3. Oczyszczanie układów koloidowych	219
5.4. Właściwości kinetyczne układów koloidowych	221
5.4.1. Ruchy Browna	221
5.4.2. Sedymentacja	222
5.5. Zjawisko równowagi membranowej Donnana	223
5.6. Właściwości optyczne układów koloidowych	225
5.7. Właściwości elektrokinetyczne układów koloidowych	227
5.8. Trwałość układów koloidowych. Koagulacja i peptyzacja	231
5.9. Lepkość i masa molowa koloidów	234
5.10. Ogólna charakterystyka żeli	235
5.11. Piany i emulsje	236
5.12. Koloidy asocjacyjne	237
Ćwiczenie 5-1. Nefelometryczne oznaczanie stężenia zolu kalafonii	237
Pytania i zadania	239
 ROZDZIAŁ 6. KINETYKA CHEMICZNA	 241
6.1. Szybkość reakcji chemicznej	241
6.2. Rzędowość i cząsteczkowość reakcji	242
6.3. Wpływ temperatury na szybkość reakcji. Energia aktywacji	250
6.4. Wpływ katalizatorów na szybkość reakcji	253
6.5. Reakcje złożone	255
Ćwiczenie 6-1	
Wariant I. Wyznaczanie stałej szybkości reakcji hydrolizy sacharozy metodą polarymetryczną	257
Wariant II. Wyznaczanie stałej szybkości i energii aktywacji reakcji hydrolizy sacharozy	261
Pytania i zadania	264
Ćwiczenie 6-2. Wyznaczanie stałej szybkości zasadowej hydrolizy octanu etylu przy różnych stężeniach substratów reakcji	266
Pytania i zadania	269
 ROZDZIAŁ 7. PRZEWODNICTWO ROZTWORÓW ELEKTROLITÓW	 271
7.1. Przewodniki elektryczności	271
7.2. Przewodnictwo właściwe	272
7.3. Efekt relaksacyjny i elektroforetyczny	277
7.4. Pomiar przewodnictwa właściwego	278
7.5. Przewodnictwo molowe i równoważnikowe. Prawo Kohlrauscha	280
7.6. Dysocjacja elektrolityczna	285
7.7. Wpływ innych substancji na dysocjację elektrolityczną związku chemicznego	290
7.8. Miareczkowanie konduktometryczne	292
Ćwiczenie 7-1. Miareczkowanie konduktometryczne kwasu zasadą	296
Pytania i zadania	299

Ćwiczenie 7-2. Wyznaczanie klasycznej stałej dysocjacji z pomiarów przewodnictwa	303
Pytania i zadania	305
ROZDZIAŁ 8. OGNIWA GALWANICZNE	309
8.1. Wstęp	309
8.2. Różnice potencjałów w ogniwie galwanicznym	309
8.2.1. Opis ogniwa	309
8.2.2. Potencjał dyfuzyjny	311
8.2.3. Potencjał elektrody. Wzór Nernsta	312
8.2.4. Siła elektromotoryczna ogniwa	316
8.3. Elektroda wodorowa i skala potencjałów elektrod	319
8.4. Elektrody porównawcze (odniesienia)	324
8.5. Pomiar pH	326
8.6. Elektrody redoks	329
8.7. Miareczkowanie potencjometryczne	331
8.7.1. Wiadomości ogólne	331
8.7.2. Miareczkowanie potencjometryczne z wykorzystaniem reakcji kwas-zasada	331
8.7.3. Miareczkowanie potencjometryczne z wykorzystaniem reakcji utleniania i redukcji	334
Ćwiczenie 8-1. Miareczkowanie potencjometryczne kwasu zasadą	337
Pytania i zadania	340
ROZDZIAŁ 9. ELEKTROLIZA	345
9.1. Zjawisko elektrolizy	345
9.2. Napięcie rozkładowe	347
9.3. Polaryzacja elektrod i nadnapięcie	350
9.4. Elektroliza roztworów wieloskładnikowych. Przewidywanie produktów elektrolizy	353
9.5. Prawa elektrolizy Faradaya	359
9.6. Zastosowanie procesów elektrolizy	361
Ćwiczenie 9-1. Oznaczenie grubości osadzonej powłoki miedzianej i wydajności prądowej elektrolizy	364
Pytania i zadania	365
ROZDZIAŁ 10. METODY SPEKTROSKOPOWE	371
10.1. Klasyfikacja metod spektroskopowych	371
10.2. Spektroskopia w nadfiolecie i w zakresie widzialnym. Analiza kolorymetryczna	376
10.3. Prawo Lamberta-Beera	383
Ćwiczenie 10-1. Kolorymetryczne oznaczanie stężenia jonów Fe^{3+}	386
Pytania i zadania	390
ROZDZIAŁ 11. ANEKS	397
11.1. Dodatkowe tabele	397
11.2. Ważniejsze jednostki miar wielkości podstawowych i ich	

przeliczanie	412
Zadania	431
11.3. Sporządzanie i interpretacja wykresów funkcji otrzymanych na podstawie danych doświadczalnych	432
Skorowidz	439

oprac. BPK