

Spis treści

Wstęp	7
O Autorach	8
1. Wprowadzenie	9
1.1. Próżnia i jej zastosowanie	9
1.2. Rys historyczny	11
2. Podstawowe procesy fizyczne związane z technologią próżni	15
2.1. Podstawowe pojęcia	15
2.1.1. Ciśnienie gazu	15
2.1.2. Zasady termodynamiki	16
2.1.3. Temperatura gazu	17
2.2. Przemiany gazu doskonałego	17
2.2.1. Ilość gazu	18
2.2.2. Równanie stanu gazu doskonałego	19
2.2.3. Odstępstwa od równania stanu gazu doskonałego	20
2.2.4. Parowanie	21
2.3. Zarys kinetycznej teorii gazów	23
2.3.1. Założenia	23
2.3.2. Funkcje rozkładu	24
2.3.3. Gaz w stanie równowagi – rozkład Maxwella	25
2.3.4. Prędkości średnie	26
2.3.5. Strumień cząsteczek gazu padającego na powierzchnię	26
2.3.6. Ciśnienie gazu w aspekcie statystycznym	29
2.3.7. Wyprowadzenie praw gazowych z rozważań statystycznych	30
2.3.8. Energia gazu	31
2.3.9. Średnia droga swobodna	31
2.3.10. Zjawiska transportu w gazie	34
2.4. Oddziaływanie cząsteczek gazu z powierzchnią	41
2.4.1. Adsorpcja gazu	43
2.4.2. Czas przebywania cząsteczek na powierzchni	44
2.4.3. Desorpcja	44

2.4.4. Stan równowagi między adsorpcją a desorpcją	45
2.4.5. Rozpraszanie gazu na powierzchni w stanie równowagi	46
2.5. Gaz w ciele stałym	47
2.5.1. Rozpuszczanie gazu w ciele stałym	48
2.5.2. Dyfuzja gazu	49
2.5.3. Przenikanie gazu	49
2.6. Uwagi	50
3. Przepływ gazu	52
3.1. Pompowanie gazu ze zbiornika	52
3.2. Źródła gazu i pompowanie zbiornika nieszczelnego	53
3.2.1. Źródła gazu	53
3.2.2. Pompowanie zbiornika z nieszczelnością	55
3.3. Przepływ gazu przez przewody	56
3.3.1. Analogie elektryczne	56
3.3.2. Efektywna szybkość pompowania	58
3.3.3. Przepływ molekularny	59
3.3.4. Przepływ lepki, laminarny	67
3.3.5. Przepływ pośredni	70
3.4. Kryteria rozdziału przepływów	72
3.5. Uwagi	73
4. Wytwarzanie próżni	74
4.1. Podział pomp próżniowych	74
4.2. Pompy objętościowe olejowe	75
4.2.1. Zasada działania	75
4.2.2. Olejowe pompy rotacyjne	77
4.2.3. Pompowanie par łatwo ulegających kondensacji	84
4.2.4. Eksploatacja pomp rotacyjnych	86
4.3. Pompy Rootsa	87
4.3.1. Budowa i zasada działania pomp Rootsa	87
4.3.2. Problemy eksploatacyjne pomp Rootsa	90
4.4. Pompy suche	91
4.4.1. Pompy membranowe	91
4.4.2. Pompy tłokowe	93
4.4.3. Pompy Rootsa	94
4.4.4. Pompy pazurowe	95
4.4.5. Pompy śrubowe	97
4.4.6. Pompy spiralne	98
4.4.7. Porównanie pomp suchych	99
4.5. Pompy molekularne i turbomolekularne	100
4.5.1. Pompy molekularne	100

4.5.2. Pompy turbomolekularne	102
4.5.3. Pompy zespolone	106
4.6. Pompy dyfuzyjne	107
4.7. Pompy sorpcyjne	111
4.7.1. Pompy sublimacyjne	111
4.7.2. Pompy jonowo-sorpcyjne	114
4.7.3. Pompy kriosorpcyjne	119
4.8. Porównanie pomp wysokiej próżni	124
5. Pomiary próżni	126
5.1. Próżniomierze	126
5.1.1. Podział próżniomierzy	126
5.1.2. Próżniomierze rurkowe	127
5.1.3. Próżniomierze membranowe	129
5.1.4. Próżniomierze hydrostatyczne	133
5.1.5. Próżniomierze kompresyjne	135
5.1.6. Próżniomierze ciepłoprzewodnościowe	138
5.1.7. Próżniomierze konwekcyjne	144
5.1.8. Próżniomierze lepkościowe. Próżniomierz z wirującą kulką	145
5.1.9. Próżniomierze jonizacyjne z gorącymi katodami	148
5.1.10. Próżniomierze jonizacyjne z zimnymi katodami	154
5.1.11. Skalowanie próżniomierzy	158
5.2. Spektrometry mas jako analizatory gazów resztkowych	163
5.2.1. Ogólna charakterystyka spektrometrów mas	163
5.2.2. Spektrometr z segregacją jonów w jednorodnym polu magnetycznym ...	168
5.2.3. Filtry mas	170
5.2.4. Spektrometr z segregacją jonów w obszarze swobodnego przelotu	173
5.3. Wykrywanie i pomiary nieszczelności	175
5.3.1. Nieszczelności rzeczywiste i pozorne	175
5.3.2. Metoda baniek mydlanych	176
5.3.3. Lokalizacja nieszczelności za pomocą próżniomierzy	177
5.3.4. Helowe wykrywacze nieszczelności	179
Literatura	183