

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	7
WYKAZ OZNACZEŃ	8
Zasady tworzenia oznaczeń	13
1. ZEROWA ZASADA TERMODYNAMIKI	14
1.1. Termiczne równanie stanu	15
1.2. Termiczne równanie stanu gazów doskonałych i półdoskonałych	17
1.3. Termiczne równanie stanu gazów rzeczywistych	19
1.4. Termiczne równanie stanu cieczy	24
2. PIERWSZA ZASADA TERMODYNAMIKI	25
2.1. Energia układu	27
2.2. Sposoby doprowadzenia i odprowadzenia energii	27
2.2.1. Praca mechaniczna związana ze zmianą objętości układu	28
2.2.2. Uogólnione wyrażenia na pracę	29
2.2.3. Energia substancji przepływającej w rurociągu	30
2.2.4. Ciepło	32
2.3. Bilansowanie urządzeń cieplnych	33
3. DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI	35
3.1. Pojęcie entropii	36
3.2. Zasada wzrostu entropii	38
3.3. Układ ciepła (T, s) Belpaire'a	40
4. TRZECIA ZASADA TERMODYNAMIKI	42
5. ZWIĄZEK MIĘDZY KALORYCZNYMI I TERMICZNYMI RÓW- NANIAMI STANU CIAŁ JEDNORODNYCH	44

6. OBLICZANIE WŁAŚCIWEJ POJEMNOŚCI CIEPLNEJ SUBSTANCJI JEDNOFAZOWYCH JEDNORODNYCH	47
6.1. Gazy doskonałe	47
6.2. Gazy półdoskonałe	48
6.3. Ciała stałe	51
7. FUNKCJE KALORYCZNE SUBSTANCJI JEDNORODNYCH	54
7.1. Entalpia i energia wewnętrzna	54
7.1.1. Entalpia i energia wewnętrzna fizyczna gazów doskonałych i półdoskonałych	55
7.1.2. Entalpia i energia wewnętrzna fizyczna gazów rzeczywistych	56
7.1.3. Entalpia i energia wewnętrzna fizyczna ciał stałych i ciekłych	58
7.2. Entalpia tworzenia związku chemicznego	59
7.3. Entropia	63
7.3.1. Entropia gazów doskonałych	63
7.3.2. Entropia gazów półdoskonałych	65
7.3.3. Entropia gazów rzeczywistych	65
7.3.4. Entropia ciał stałych i ciekłych	66
8. PRZEMIANY FAZOWE W UKŁADZIE JEDNOSKŁADNIKOWYM	69
8.1. Klasyfikacja przemian fazowych	71
8.2. Równanie Clausiusa-Clapeyrona	72
8.3. Przemiana fazowa ciało skondensowane-para	75
9. STAN RÓWNOWAGI TERMODYNAMICZNEJ	79
9.1. Potencjały chemiczne	80
9.2. Równania równowagi w układzie homogenicznym	81
9.3. Równania równowagi w układzie heterogenicznym	83
9.4. Równowaga w układach gazów rzeczywistych	84
9.5. Przydatność potencjału Gibbsa reakcji chemicznej w metalurgii	87
9.5.1. Utleniające lub redukujące działanie atmosfery pieca na wsad metalowy	90
9.5.2. Nawęglające lub odwęglające działanie atmosfery piecowej na stal	93
9.5.3. Prawo Sievertsa	94
10. TERMODYNAMIKA ROZTWORÓW	96
10.1. Funkcje termodynamiczne cząstkowe	96

10.2. Równanie Gibbsa-Duhema	98
10.3. Równanie Gibbsa-Duhema dla roztworu dwuskładnikowego	99
10.4. Fugatywność i aktywność	102
10.4.1. Fugatywność ciał czystych	103
10.4.2. Fugatywność składnika w roztworze	104
10.4.3. Metody pomiaru aktywności	106
10.5. Roztwory ciał stałych	107
10.6. Zasady budowy wykresów równowagi fazowej	111
11. NAPIĘCIA POWIERZCHNIOWE	117
11.1. Warunek równowagi	118
11.2. Zarodkowanie w układach jednoskładnikowych	120
11.2.1. Zarodkowanie homogeniczne	120
11.2.2. Zarodkowanie heterogeniczne	122
12. PRZEWODZENIE CIEPŁA	127
12.1. Równanie Fouriera-Kirchhoffa	128
12.2. Warunki brzegowe	132
12.3. Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła w przegrodach	137
12.3.1. Przegroda płaska	139
12.3.2. Przegroda cylindryczna	139
12.3.3. Zastępczy współczynnik przewodzenia ciepła materiału kompozytowego	141
12.4. Nieustalone przewodzenie ciepła	142
12.4.1. Stygnięcie i nagrzewanie ciał o nieskończenie dużych współczynnikach przewodzenia ciepła	142
12.4.2. Stygnięcie i nagrzewanie ciał o kształtach regularnych	143
12.5. Metody numeryczne	155
12.5.1. Numeryczne rozwiązanie krzepnięcia płaskiej warstwy	159
12.5.2. Postać graficzna metody różnicowej dla ciała jednowymiarowego	161
13. DYFUZJA SUBSTANCJI	163
13.1. Dyfuzja przeciwkierunkowa ekwimolarna	164
13.2. Współczynniki dyfuzji	165
13.2.1. Współczynnik dyfuzji w gazach	165
13.2.2. Współczynnik dyfuzji w cieczach	170
13.2.3. Współczynnik dyfuzji w ciałach stałych porowatych	172

13.2.4. Współczynnik dyfuzji w ciałach stałych nieporowatych	173
13.3. Równania bilansu substancji	175
13.4. Warunki brzegowe dla równań bilansu substancji	178
13.5. Dyfuzja w warstwie przysiennej reagującego ziarna kulistego	180
13.5.1. Proces spalania jednostopniowy	182
13.5.2. Proces dwustopniowy	183
13.6. Dyfuzja substancji w ciałach stałych	185
13.6.1. Dyfuzja jednokierunkowa przez ośrodek płaski	185
13.6.2. Dyfuzja jednokierunkowa z reakcją chemiczną przez ośrodek płaski	186
14. WYZNACZANIE WARUNKÓW BRZEGOWYCH DLA RÓWNAŃ	
BILANSOWYCH	188
14.1. Konwekcja	188
14.1.1. Liczby kryterialne	189
14.1.2. Korelacja empiryczna	191
14.2. Promieniowanie cieplne	195
LITERATURA	201