

SPIS TREŚCI

	Str.
WSTĘP	7
I. Jednostki miar oraz oznaczenia	7
1. Jednostki masy i siły w termodynamice technicznej.	8
2. Skale temperatury	10
3. Najczęstsze oznaczenia w termodynamice technicznej	13
A. BILANSOWANIE ENERGETYCZNE	15
II. Pierwsza zasada termodynamiki	15
1. Równoważniki energii	15
2. Ogólne sformułowanie I zasady termodynamiki	18
3. Krótkie omówienie pozycji bilansu energetycznego	20
a) Energia układu	20
b) Sposoby doprowadzania i odprowadzania energii	22
III. Ciepło pochłonięte przez układ. Ciepło właściwe	23
1. Uwagi ogólne	23
2. Ciepło właściwe ciał stałych	29
IV. Przepływ energii przez rurociąg. Ciśnienia	30
1. Przepływ energii przez rurociąg	30
2. Pojęcia różnych ciśnień	34
a) Ciśnienie bezwzględne, manometryczne i próżnia	34
b) Ciśnienie statyczne, dynamiczne i całkowite	38
V. Pojęcia pracy mechanicznej. Układ pracy Clapeyrona	41
1. Praca bezwzględna i praca użyteczna	41
2. Praca techniczna i indykowana	45
3. Inne prace	48
VI. Zastosowanie I zasady termodynamiki do układu cylinder-tłok i urządzenia przepływowe	49
1. Układ cylinder-tłok	49
2. Urządzenia przepływowe	53
B. ZASTOSOWANIE I ZASADY TERMODYNAMIKI DO UKŁADÓW GAZOWYCH	56
VII. Układy ciał stałych i cieczy	56
VIII. Termiczne równania stanu gazów doskonałych i półdoskonałych	59
1. Równania charakterystyczne dla gazów	60
2. Praktyczne zastosowanie równania termicznego	64
3. Naświetlenie stanu termicznego gazów doskonałych z punktu widzenia teorii kinetycznej	65
IX. Kaloryczne równanie stanu gazów doskonałych i półdoskonałych	71
1. Prawa ogólne	71
2. Gazy doskonałe	74

	Str.
3. Gazy półdoskonałe	77
4. Energia wewnętrzna gazów w świetle teorii kinetycznej gazów i mechaniki kwantowej	80
a) Gazy doskonałe	80
b) Gazy półdoskonałe	83
X. Typowe przemiany termodynamiczne gazów doskonałych i półdoskonałych	90
1. Izoterma	92
2. Izochora	94
3. Izobara	95
4. Adiabata	96
5. Politropa	102
6. Dławienie	115
7. Mieszanie	118
a) Proces mieszania	118
b) Równanie termiczne mieszaniny gazów	122
c) Równanie kaloryczne mieszaniny gazów	123
d) Typowe przypadki mieszania gazów	126
C. DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI	128
XI. Obiegi termodynamiczne	128
XII. Sformułowanie II zasady termodynamiki	133
XIII. Wyprowadzenie pojęcia entropii	136
1. Właściwości odwracalnego obiegu Carnota	136
2. Termodynamiczna i logarytmiczna skala temperatur	140
3. Całka Clausiusa	144
4. Entropia	147
XIV. Zastosowanie II zasady termodynamiki. Układ ciepła Belpaire'a	150
1. Przemiany niekołowe. Prawo wzrostu entropii	150
2. Urządzenia przepływowe	157
3. Obiegi termodynamiczne	157
XV. Obliczenie entropii ciał stałych, ciekłych oraz gazów doskonałych i półdoskonałych. III zasada termodynamiki	161
1. Ciała stałe i ciecze	161
2. Gazy doskonałe	165
3. Gazy półdoskonałe	170
4. Wyznaczanie pracy w układzie T, s	176
XV. Praca maksymalna. Prawo Gouya-Stodoli. Potencjały termodynamiczne	177
1. Przemiany niekołowe	177
2. Przemiany adiabaticzne	185
3. Obiegi termodynamiczne	186
XVII. Typowe przemiany nieodwracalne	187
1. Wymiana ciepła przy skończonej różnicy temperatur	187
2. Tarcie	188
3. Dławienie	189
4. Dyfuzja	190
5. Przemiany nieodwracalne a prawdopodobieństwo	192
D. TERMODYNAMIKA PAR	197
XVIII. Zmiana stanu skupienia. Reguła faz według Gibbsa	197
XIX. Izobaryczne wytwarzanie pary	203

	Str.
XX. Nasycona para wodna	210
1. Termiczne określenie stanu	210
2. Kaloryczne określenie stanu	213
3. Wykresy entropowe	217
a) Wykres T, s Belpaire'a	217
b) Wykres i, s Molliera	220
XXI. Równanie Clapeyrona-Clausiusa	222
1. Uwagi ogólne	222
2. Zastosowanie równania Clapeyrona-Clausiusa	224
a) Przedstawienie ciepła q i ψ	224
b) Wyprowadzenie zależności $P=f(t_s)$	224
c) Ciśnienie cząstkowe pary ponad zwierciadłami zakrzywionymi	224
3. Przejście od empirycznej do bezwzględnej skali temperatur	230
XXII. Typowe przemiany termodynamiczne w obszarze pary mokrej	231
1. Przemiana ogólna	231
2. Linia stałego stopnia suchości	232
3. Izobara-izoterma	232
4. Izochora	233
5. Dławienie	235
6. Adiabata	236
E. PARA PRZEGRZANA	240
XXIII. Gazy rzeczywiste	240
1. Termiczne określenie stanu	240
a) Dane doświadczalne	240
b) Równanie Van der Waalsa	242
c) Mieszankiny gazowe. Prawo Leduca	252
2. Równanie termiczne stanu dla przegrzanej pary wodnej	255
XXIV. Związek między kalorycznymi i termicznymi parametrami stanu	258
1. Entalpia pary przegrzanej	258
2. Metoda ogólna stosowania zasad termodynamiki. Energia wewnętrzna, entropia pary przegrzanej	262
3. Ciepło właściwe c_p , c_v , różnica ($c_p - c_v$) i stosunek $\frac{c_p}{c_v}$	268
XXV. Charakterystyczne przemiany termodynamiczne	277
1. Izobara	277
2. Izochora	278
3. Izoterma	278
4. Adiabata	280
5. Dławienie	285
a) Dławienie adiabatyczno-izoenergetyczne	285
b) Dławienie adiabatyczno-izentalpowe. Efekt Joule'a - Thomsona	285
XXVI. Gazy wilgotne	291
1. Dyfuzja. Wilgoć i wilgotność gazów	291
2. Wpływ wysokich ciśnień. Efekt Poyntinga	295
3. Termiczne określenie stanu powietrza wilgotnego	297
4. Kaloryczne określenie stanu powietrza wilgotnego	298
5. Psychrometr Augusta	299
6. Wykres i, X Molliera dla powietrza wilgotnego	301
7. Typowe przemiany termodynamiczne	303

F. PRZEPŁYW PŁYNÓW ELASTYCZNYCH	Str. 306
XXVII. Podstawowe prawa rządzące przepływem	306
XXVIII. Prędkość wypływu. Szczególne przypadki	309
1. Dławienie adiabatyczne	309
2. Przepływ izentropowy	309
3. Adiabatyczny przepływ rzeczywisty	311
4. Nieadiabatyczny przepływ idealny	314
XXIX. Kształt dyszy i natężenie przepływu	315
1. Otwór zaokrąglony (dysza zbieżna Bendemanna)	315
a) Ekspansja w obrębie dyszy	315
b) Ekspansja wtórna poza dyszą	321
2. Otwór ostrokrawędziowy	323
3. Dysza de Laval	324
a) Normalne działanie dyszy	324
b) Działanie dyszy po zmianie parametrów	330
4. Dysza złożona	336
XXX. Zastosowanie praw przepływu do techniki pomiarowej	337
1. Rurki spiętrzające	337
2. Zwężki miernicze (dławiące)	340
XXXI. Spadek ciśnienia w rurociągach	344
1. Rurociągi krótkie	345
2. Rurociągi długie	351
3. Maksymalna przepustowość rurociągów	352
XXXII. Środki do zmniejszenia natężenia przepływu masy	355
1. Dławiki szczelinowe	355
2. Uszczelnienie labiryntowe	358
XXXIII. Dynamiczne działanie strumienia	363
XXXIV. Smoczkowe działanie strumienia	367