

OBSAH

Předmluva	3
ÚVOD	4
ČÁST A: T E R M O D Y N A M I K A	7
I. ZÁKLADNÍ POJMY A PŘEDSTAVY TERMODYNAMIKY	8
1. Makroskopický stav termodynamického systému	8
1. 1 Vnější a vnitřní parametry systému	8
1. 2 Makroskopický stav systému	9
1. 3 Veličiny stavové a nestavové	11
2. Termodynamická rovnováha	13
2. 1 Stav termodynamické rovnováhy	13
2. 2 Stavové rovnice	15
2. 3 Vratné děje	16
3. Energie. První věta termodynamická	18
3. 1 Práce konaná makroskopickým systémem	18
3. 2 Adiabatické děje. Energie	21
3. 3 První věta termodynamická. Teplo	22
3. 4 Vnitřní energie, práce, teplo	24
3. 5 První věta termodynamická pro otevřené systémy	25
3. 6 Aditivnost energie. Standardní systémy	26
4. Entropie. Druhá věta termodynamická	28
4. 1 Adiabatická nedosažitelnost	28
4. 2 Entropie	29
4. 3 Zákon růstu entropie	31
II. TERMODYNAMIKA ROVNOVÁŽNÝCH STAVŮ A DĚJŮ	33
1. Teplota	33
1. 1 Teorém o existenci teploty	33
1. 2 Upřesnění definice teploty. Teplotní stupnice	35
2. Tepelná kapacita	38
2. 1 Tepelné kapacity soustavy a jejich vzájemná souvislost	38
2. 2 Jednoduché homogenní soustavy	39
2. 3 Termostat a teploměr	39
3. Matematické vyjádření druhé věty termodynamické pro vratné děje	41
3. 1 Teplo a entropie	41
3. 2 Absolutní entropie. Absolutní teplota	42

3. 3	Možnosti přímého experimentálního určení absolutní entropie a teploty	44
4.	Základní rovnice termodynamiky a její důsledky	46
4. 1	Některé matematické důsledky rovnice (II.4.1)	47
4. 2	Volná energie	50
4. 3	Legendreova transformace	51
5.	Charakteristické funkce	53
5. 1	Nejčastěji užívané určující parametry a jim příslušné charakteristické funkce	54
5. 2	Termodynamické potenciály	56
5. 3	Bornova mnemotechnická pomůcka	59
6.	Otevřené systémy	60
6. 1	Chemický potenciál	61
6. 2	Chemický potenciál jako nezávisle proměnná	62
6. 3	Systémy obsahující částice různých druhů	63
7.	Třetí věta termodynamická	64
7. 1	Nernstův princip. Absolutní normalizace entropie	64
7. 2	Některé důsledky třetí věty termodynamické	66
III.	ELEMENTY TERMODYNAMIKY NEROVNOVÁŽNÝCH STAVŮ A DĚJŮ	68
1.	Směr průběhu nevratných procesů. Podmínky rovnováhy	68
1. 1	Změna entropie při obecném nevratném ději	69
1. 2	Relaxace izolovaných systémů	70
1. 3	Termodynamické veličiny nerovnovážných systémů	72
1. 4	Relaxace obecných soustav	73
2.	Fázová rovnováha	75
2. 1	Rovnováha dvoufázového jednokomponentového systému	75
2. 2	Relaxace dvoufázového jednokomponentového systému	77
2. 3	Fázová rovnováha	77
3.	Fázové přechody	78
3. 1	Fázové přechody I. druhu	78
3. 2	Ukončení křivky fázové rovnováhy. Trojný bod. Kritický bod	82
4.	Fázové pravidlo	84
4. 1	Fázová rovnováha \mathcal{F} -fázového \mathcal{K} -komponentového systému	84
4. 2	Gibbsovo fázové pravidlo	86
5.	Metastabilní stavy. Vznik nové fáze	88

ČÁST B: S T A T I S T I C K Á F Y Z I K A	93
I. ZÁKLADNÍ POJMY A PŘEDSTAVY STATISTICKÉ FYZIKY	94
1. Mikroskopický stav systému	94
1. 1 Makrostav a mikrostav	94
1. 2 Fázový prostor	94
1. 3 Časové středování	95
1. 4 Kvaziizolované systémy	96
2. Statistické rozdělení	97
2. 1 Funkce statistického rozdělení	98
2. 2 Pravděpodobnost nalezení systému v určitém makrostavu	99
2. 3 Statistické středování	100
2. 4 Ekvivalence statistického a časového středování	100
2. 5 Mechanický a statistický popis systému	102
2. 6 Fluktuační	103
3. Velikost fluktuací makroskopických veličin	104
3. 1 Statistická nezávislost kvaziizolovaných systémů	104
3. 2 Střední kvadratická fluktuační. Relativní fluktuační	106
3. 3 Souvislost velikosti fluktuací s velikostí systému	106
4. Základní statistický předpoklad	109
5. Shrnutí nejdůležitějších výsledků	111
II. KANONICKÁ ROZDĚLENÍ	116
1. Mikrokanonické rozdělení	116
1. 1 Rozdělovací funkce jako integrál pohybu	116
1. 2 Mikrokanonické rozdělení	117
2. Kanonické rozdělení	119
2. 1 Kvaziizolovaný systém v termostatu	119
2. 2 Kanonické rozdělení	120
2. 3 Makroskopické vlastnosti izolovaných a kvaziizolovaných systémů	121
3. Velké kanonické rozdělení	124
4. Termodynamická ekvivalence kanonických rozdělení	127
III. APLIKACE KANONICKÉHO ROZDĚLENÍ NA KLASICKÉ SYSTÉMY	129
1. Maxwellovo rozdělení	129
1. 1 Faktorizace rozdělovací funkce	130
1. 2 Základní tvar Maxwellova rozdělení	131
1. 3 Maxwellovo rozdělení v kartézských a sférických souřadnicích	132

2. Aplikace kanonického rozdělení na ideální plyn	134
2. 1 Maxwelllovo-Boltzmannovo rozdělení	134
2. 2 Barometrická formule	136
2. 3 Fluktuace energie v ideálním plynu	139
3. Kinetická metoda odvození stavové rovnice ideálního plynu	140
3. 1 Impuls předaný při jednom nárazu	140
3. 2 Impuls předaný molekulami pohybujícími se rychlostí $\langle \vec{v}, \vec{v} + d^3\vec{v} \rangle$	140
3. 3 Impuls předaný všemi dopadajícími molekulami	141
3. 4 Stavová rovnice ideálního plynu	142
3. 5 Interpretace veličiny Θ	142
4. Ekvipartiční teorém	143
4. 1 Střední kinetická energie molekuly klasického systému	144
4. 2 Brownův pohyb	145
4. 3 Tepelná kapacita ideálních plynů	145
4. 4 Tepelná kapacita pevných látek	146
4. 5 Spektrální hustota energie záření absolutně černého tělesa	147
 IV. STATISTICKÁ INTERPRETACE TERMODYNAMIKY	 149
1. Funkce statistického rozdělení a entropie	149
1. 1 Termodynamická síla	150
1. 2 Teplota	150
1. 3 Entropie	152
2. Statistická suma. Výpočet termodynamických veličin	153
3. Entropie a teplota	157
3. 1 Entropie izolovaného systému	157
3. 2 Boltzmannův princip - statistická interpretace entropie	157
3. 3 Statistická interpretace teploty	159
4. Statistická interpretace základních termodynamických zákonů	160
4. 1 První věta termodynamická	160
4. 2 Druhá věta termodynamická	162
4. 3 Třetí věta termodynamická	164
 V. PŘÍKLAD APLIKACE VELKÉHO KANONICKÉHO ROZDĚLENÍ - STATISTIKY	 166
1. Obecně o statistikách	166
1. 1 Kvantový ideální plyn	166
1. 2 Střední počet částic se zadanou energií	168
2. Fermiova-Diracova statistika	170

3. Boseova-Einsteinova statistika	170
4. Boltzmannova statistika	170
5. Klasická statistika jako limitní případ statistik kvantových	175
PŘÍLOHY	180
<i>A.</i> Potřebné poznatky z matematiky	180
<i>B.</i> K definici mikrostavu klasického systému	182
<i>C.</i> Adiabatický teorém kvantové mechaniky	190
<i>D.</i> Počet způsobů, jimiž lze rozmístit n stejných částic do g jednočásticových stavů	191
LITERATURA	193

