

目 次

序

第 一 章 粒子群—エネルギーを配分する仕方の数

| | |
|--------------------------|----|
| —最も確からしい分布—温度の概念 | 1 |
| 1. 粒子とそのエネルギー | 1 |
| 2. 粒子間のエネルギー配分—3個粒子の群 | 2 |
| 3. 3個粒子の群, 続き | 4 |
| 4. 20個粒子の群 | 7 |
| 5. 大きい粒子群 | 10 |
| 6. 配列の仕方の数 | 12 |
| 7. 配列の仕方の数, 続き | 13 |
| 8. 2つの具体例 | 14 |
| 9. w が最大値をとる条件 | 16 |
| 10. エネルギーの最も確からしい分布 | 17 |
| 11. 最も確からしい分布からずれた分布 | 18 |
| 12. 異なる状態の全数 | 19 |
| 13. 熱接触する2つの粒子群 | 21 |
| 14. 一般の準位の組における再配列 | 22 |
| 15. 最も確からしい分布—一般論 | 25 |
| 16. w の値の変動 | 27 |
| 17. Z の値の変動 | 29 |
| 18. しばしば実現する分布 | 30 |
| 19. しばしば実現する分布の w | 31 |
| 20. しばしば実現する分布の w , 続き | 32 |
| 21. 再び Z の値の変動について | 33 |
| 22. 2つの粒子群の間の平衡 | 35 |
| 23. 温 度 | 36 |

| | |
|--------------------------|----|
| 24. 再び2つの粒子群の間の平衡 | 37 |
| 問 題 | 38 |
| 第二章 未定乗数法—絶対温度目盛—分配函数 | |
| — Bose-Einstein 統計—単原子気体 | 39 |
| 25. 未定乗数法 | 39 |
| 26. 2つの粒子群の間の平衡 | 41 |
| 27. W の 値 | 41 |
| 28. 体積の変化 | 42 |
| 29. 温度の絶対目盛 | 44 |
| 30. 温度 T の粒子群 | 45 |
| 31. 分配函数 | 46 |
| 32. 分配函数の関式表現 | 47 |
| 33. 分布の温度変化 | 48 |
| 34. エネルギー原点に関する注意 | 49 |
| 35. 全エネルギーの表式 | 50 |
| 36. 単原子気体 (蒸気), 気体粒子の特徴 | 51 |
| 37. 気体粒子の特徴, 続き | 52 |
| 38. 気体粒子の分布の記述法 | 53 |
| 39. Bose-Einstein 統計 | 54 |
| 40. 1つの分布の起り得る仕方の数 w | 55 |
| 41. 最も確からしい分布 | 55 |
| 42. 熱の出入に伴なう W の変化 | 57 |
| 43. 未定乗数法による分布 (85) の決定 | 57 |
| 44. 指数函数型分布 | 58 |
| 45. 指数函数型分布, 続き | 60 |
| 46. $\ln W$ の 表 式 | 61 |
| 47. 可逆的な体積変化 | 62 |
| 48. 可逆過程における外部仕事 | 64 |
| 49. 1つの仮想的な模型における断熱変化 | 65 |

50. 可逆断熱過程に対する粒子分布の反応.....66

51. 可逆断熱過程に対する W の反応.....67

52. 再び可逆断熱過程に対する分布の反応.....68

53. 圧力の表式.....69

54. 可逆等温過程, 再び絶対温度目盛について.....71

55. 2組のエネルギー準位にわたる分布.....72

56. 2組の準位にわたる分布, 続き. 粒子の出入り.....74

問 題.....76

第三章 2組のエネルギー準位にわたる粒子分布—
平衡条件—飽和蒸気—結晶内の秩序と無秩序.....77

57. 粒子の出入り.....77

58. $\ln W$ の成り立ち, 固有項と熱エネルギー項.....79

59. 2組の準位にわたる粒子分布.....81

60. 2つの局在粒子群との間の平衡.....82

61. 局在粒子群と非局在群との間の平衡.....86

62. 飽 和 蒸 気.....87

63. W を変えない変化.....87

64. 再び飽和蒸気について.....88

65. 結晶内の空孔.....90

66. 合金における秩序と無秩序 (Order and Disorder).....91

67. 規則度をもつ合金の W93

68. 規則度の決定.....94

69. 規則度の決定, 続き—熱槽と接している場合.....96

問 題.....98

第四章 単原子気体及び二原子分子気体の分配函数
と諸性質—局在粒子と非局在粒子.....99

70. 単原子気体 (又は蒸気) の分配函数.....99

71. 単原子気体の分配函数, 続き.....100

| | |
|---|-----|
| 72. 理想単原子気体の性質 | 101 |
| 73. 理想単原子気体の性質, 続き | 102 |
| 74. 状態密度 | 104 |
| 75. 二原子分子気体の分配函数 | 105 |
| 76. 局在と非局在の間 | 108 |
| 77. 局在と非局在の間, 続き | 110 |
| 問 題 | 112 |
| 第 五 章 統計力学と熱力学との関係 | 113 |
| 78. 潜 熱 | 113 |
| 79. 等温的な粒子の移動 | 114 |
| 80. 定容変化と定圧変化 | 115 |
| 81. 定容変化と定圧変化, 続き | 116 |
| 82. エントロピーと自由エネルギー | 117 |
| 83. 自由エネルギーの温度依存性 | 121 |
| 84. 化学ポテンシャル | 121 |
| 85. 完全気体の混合物 | 123 |
| 86. 二原子分子気体の解離平衡 | 124 |
| 87. 物理化学における自由エネルギーの取扱い | 125 |
| 88. 熱学的関係式の導出 | 127 |
| 問 題 | 129 |
| 第 六 章 二原子分子気体の解離平衡の条件— 飽和蒸気に対する平衡条件—固体の 二つの変態間の平衡条件 | 130 |
| 89. 分子の解離 | 130 |
| 90. 分子の解離, 続き | 131 |
| 91. 飽和蒸気圧 | 132 |
| 92. 飽和蒸気圧, 続き | 135 |
| 93. 固体の低温変態と高温変態 | 136 |
| 94. 平衡の性質を示す図 | 137 |

| | |
|---|-----|
| 95. ゆらぎ | 139 |
| 96. 化学反応 | 141 |
| 問題 | 142 |
| 第七章 固溶体と溶液—合金— α -及び γ -鉄の固溶体 | 144 |
| 97. 固体と液体の類似 | 144 |
| 98. 溶体の構造 | 145 |
| 99. 置換型溶体 | 147 |
| 100. 格子間型溶体 | 149 |
| 101. 溶体の自由エネルギー | 150 |
| 102. 稀薄溶体 | 152 |
| 103. 濃い溶体 | 153 |
| 104. 稀薄溶体の平衡条件 | 154 |
| 105. 稀薄な置換型固溶体 | 156 |
| 106. 稀薄な格子間型固溶体 | 158 |
| 107. 飽和蒸気圧の低下 | 158 |
| 108. 凝固点降下 | 160 |
| 109. 濃い溶体 | 161 |
| 110. AB-対の数 | 162 |
| 111. 濃い固溶体の振舞い—第1近似 | 164 |
| 112. 二相分離 | 165 |
| 113. 飽和蒸気圧の低下, 理想溶体 | 167 |
| 114. 非理想溶体 | 169 |
| 115. 溶解度積 | 170 |
| 116. 溶解度積, 続き | 171 |
| 117. 転移温度の上昇または降下 | 173 |
| 118. 転移温度の上昇または降下, 続き | 174 |
| 119. アルファ及びガンマ鉄の溶体 | 176 |
| 120. アルファ及びガンマ鉄の溶体, 続き | 178 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 121. ガムマ鉄とセメントタイトの平衡 | 179 |
| 122. 大きな溶質粒子を含む溶体 | 181 |
| 123. 二原子分子の溶体 | 184 |
| 124. 溶質分子の解離 | 185 |
| 125. 帯電粒子の相互作用 | 186 |
| 126. 固体の溶解 | 187 |
| 127. 固体の溶解, 続き | 188 |
| 128. 長距離力をもつ溶質粒子 | 190 |
| 129. 吸 着 | 191 |
| 問 題 | 192 |
| 第 八 章 相互作用をもつ粒子群の全エネルギー | |
| —全エネルギーの量子化—見本の群 | 193 |
| 130. 固体の熱膨張 | 193 |
| 131. エネルギーのゆらぎ | 195 |
| 132. 粒子群のエネルギーの量子化 | 197 |
| 133. 見本の群, エネルギーの最も確からしい分布 | 199 |
| 134. 見本の群の温度 | 201 |
| 135. 再びエネルギーの最も確からしい分布について, 分配函数 | 203 |
| 136. Helmholtz 自由エネルギー | 205 |
| 137. 理想気体の P と P | 206 |
| 138. 2, 3 の 注 意 | 207 |
| 問 題 | 209 |
| 第 九 章 古典力学—位相空間—非理想気体 | |
| —蒸気の凝縮 | 210 |
| 139. 古 典 力 学 | 210 |
| 140. 理 想 気 体 | 211 |
| 141. 理想気体の分配函数 | 213 |
| 142. 相互作用する粒子群 | 215 |

| | |
|------------------------|-----|
| 143. 分配函数に関する2,3の注意 | 218 |
| 144. London力 | 220 |
| 145. 気体の分子間に働く反撥力 | 222 |
| 146. 不飽和蒸気と飽和蒸気 | 223 |
| 147. 蒸気の凝縮, 予備的考察 | 225 |
| 148. 蒸気の凝縮, 一般的注意 | 226 |
| 149. 蒸気の凝縮, 分子集合の近似的理論 | 227 |
| 150. 分子集合の近似的理論, 続き | 228 |
| 問題 | 230 |

第十章 分子及び結晶格子の振動—状態密度

| | |
|-------------|-----|
| —固体の分配函数の計算 | 232 |
|-------------|-----|

| | |
|--|-----|
| 151. 振動分配函数 | 232 |
| 152. 振動熱容量 | 233 |
| 153. 定圧比熱と定容比熱 | 236 |
| 154. 格子振動 | 237 |
| 155. 状態密度 | 240 |
| 156. 簡単な系の状態密度, エントロピーの 表式, 及びエネルギーのゆらぎ | 242 |
| 157. 分配函数と状態密度 | 244 |
| 158. 熱容量 | 247 |
| 159. 分配函数の計算 | 249 |
| 問題 | 252 |

第十一章 二原子分子の回転—蒸気圧定数と

| | |
|-----------------|-----|
| 化学定数—パラ水素とオルト水素 | 253 |
|-----------------|-----|

| | |
|-----------------------|-----|
| 160. 二原子分子の回転 | 253 |
| 161. 二原子分子の回転, 比熱への寄与 | 256 |
| 162. 二原子分子の比熱 | 257 |
| 163. 単原子分子の蒸気圧定数 | 259 |

| | |
|--|-----|
| 164. 二原子分子の蒸気圧定数 | 262 |
| 165. 気相反応における平衡 | 264 |
| 166. オルト水素, パラ水素, オルト重水素及びパラ重水素 | 266 |
| 問 題 | 268 |
| 第十二章 電場及び磁場内の粒子—結晶の秩序・無秩序—フェルミ・ディラック統計—金属内の自由電子—ボーズ・アインシュタイン統計—原子核 | 269 |
| 167. 電 場 と 磁 場 | 269 |
| 168. 外場におけるエネルギー | 270 |
| 169. 外場における分配函数 | 272 |
| 170. 分 極 | 273 |
| 171. 磁気冷却 (加熱) 法 | 275 |
| 172. 場の効果に関する注意 | 276 |
| 173. 結晶内の格子欠陥 | 278 |
| 174. 合金の秩序・無秩序 | 279 |
| 175. Fermi-Dirac 統計 | 281 |
| 176. Fermi-Dirac 統計, 続き | 284 |
| 177. Bose-Einstein 統計 | 286 |
| 178. 原 子 核 | 287 |
| 問 題 | 288 |
| 附 録 | 289 |
| 索 引 | 295 |
| 人 名 | 295 |
| 事 項 | 297 |