Frederick Reif

## SAISISON PHISIK

Mit 158 Bildern



Friedr. Vieweg + Sohn · Braunschweig

## Inhaltsverzeichnis

| 1.2.       Irreversibilität und Annäherung an das Gleichgewicht       3.2.       Das stat Gleichgewicht         1.2.1.       Selten auftretende große Schwankungen       9       3.4.       Wahrsch Wahrsch Wahrsch Wahrsch 1.2.2.         1.2.2.       Eigens herbeigeführte Anfangszustände       9       3.5.       Die Ann.         1.2.3.       Irreversibilität       12       realisier properties of the pr  | tistische Kollektiv sche Postulate heinlichkeitsberechnungen zahl der in einem makroskopischen System rbaren Zustände redingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität dwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkung seine Wechselwirkung eine Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung gung der Energie zwischen makroskopischen   |
|--|--|
| Gleichgewicht  | sche Postulate heinlichkeitsberechnungen zahl der in einem makroskopischen System rbaren Zustände redingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität lwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse esimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung 80 81 82 83 84 85 86 86 87 86 86 87 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86   |
| 1.2.1.       Selten auftretende große Schwankungen       9       3.4.       Wahrsch         1.2.2.       Eigens herbeigeführte Anfangszustände       9       3.5.       Die Anz         1.2.3.       Irreversibilität       12       realisier         1.3.       Weitere Erläuterungen       13       3.6.       Nebenb         1.3.1.       Das ideale System mit N Spins       13       3.7.       Wechsel         1.3.2.       Energieverteilung in idealen Gasen       19       3.7.1.       Thermit         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste       21       3.7.3.       Adiabat         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste       3.7.4.       Allgeme         Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamn         1.4.3.       Dichteschwankungen in einem Gas       22       3.9.       Wichtig         1.4.4.       Schwingungen eines Torsionspendels       22       3.10.       Hinweit   | heinlichkeitsberechnungen zahl der in einem makroskopischen System rbaren Zustände zedingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität zedingungen, Gleichgewicht,  |
| 1.2.2.       Eigens herbeigeführte Anfangszustände       9       3.5.       Die Anz.         1.2.3.       Irreversibilität       12       realisier realisier         1.3.       Weitere Erläuterungen       13       3.6.       Nebenb         1.3.1.       Das ideale System mit N Spins       13       3.7.       Wechsel         1.3.2.       Energieverteilung in idealen Gasen       19       3.7.1.       Thermit         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.4.       Eigenschaften des Gleichgewichts       21       3.7.3.       Adiabat         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste       3.7.4.       Allgeme         Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste       3.7.4.       Allgeme         Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamm         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamm         1.4.3.       Dichteschwankungen eines Torsionspendels       22       3.10.       Hinweit         1.4.4.       Schwingungen   | zahl der in einem makroskopischen System rbaren Zustände redingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität dwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung  gische Wechselwirkung  9   |
| 1.2.3.       Irreversibilität       12       realisier         1.3.       Weitere Erläuterungen       13       3.6.       Nebenb         1.3.1.       Das ideale System mit N Spins       13       3.7.       Wechsel         1.3.2.       Energieverteilung in idealen Gasen       19       3.7.1.       Thermin         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.4.       Eigenschaften des Gleichgewichts       21       3.7.3.       Adiabat         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamr         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamr         1.4.3.       Dichteschwankungen eines Torsionspendels       22       3.9.       Wichtig         1.4.4.       Schwingunges eines Teilchens       22       3.11.       Übunge         1.4.5.       Brownsche Bewegung eines Teilchens       23       3.11.       Übungen         1.5.       Wärme und Temperatur       24 </td <td>rbaren Zustände rbedingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität lwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung</td>  | rbaren Zustände rbedingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität lwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung   |
| 1.3.       Weitere Erläuterungen       13       3.6.       Nebenb         1.3.1.       Das ideale System mit N Spins       13       3.7.       Wechsel         1.3.2.       Energieverteilung in idealen Gasen       19       3.7.1.       Thermin         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.4.       Eigenschaften des Gleichgewichts       21       3.7.3.       Adiabat         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste             21       3.7.4.       Allgeme         Zustand       21       3.7.5.       Infinite         1.4.2.       Beobachtbarkeit von Schwankungen       21       3.8.       Zusamr         1.4.3.       Dichteschwankungen in einem Gas       22       3.9.       Wichtig         1.4.4.       Schwingungen eines Torsionspendels       22       3.10.       Hinweis         1.4.5.       Brownsche Bewegung eines Teilchens       22       3.11.       Übunge         1.4.5.       Brownsche Bewegung eines Teilchens       23       3.11.       Übunge         1.5.       Wärme und Temperatur       24       4.       Thermi         1.6.       Charakteristische Größenordnungen       27       4.       Thermi   | redingungen, Gleichgewicht, Irreversibilität 78 dwirkung zwischen Systemen 82 sche Wechselwirkung 83 disolierung und adiabatische Prozesse 85 dische Wechselwirkung 85 deine Wechselwirkungsprozesse 86 deine Wechselwirkungsprozesse 87 deine Beziehungen 87 deine Beziehungen 88 deine Beziehungen 88 deine Beziehungen 89 deine Beziehungen 89 deine Beziehungen 89 deine Beziehungen 89 deine Beziehungen 80 deine B |
| 1.3.1.       Das ideale System mit N Spins       13       3.7.       Wechsel         1.3.2.       Energieverteilung in idealen Gasen       19       3.7.1.       Thermis         1.3.3.       Ein Pendel schwingt in einem Gas       20       3.7.2.       Wärmei         1.4.       Eigenschaften des Gleichgewichts       21       3.7.3.       Adiabat         1.4.1.       Der Gleichgewichtszustand als der einfachste  | lwirkung zwischen Systemen sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung  9 sische Wechselwirkung  |
| 1.3.2. Energieverteilung in idealen Gasen 19 3.7.1. Thermit 1.3.3. Ein Pendel schwingt in einem Gas 20 3.7.2. Wärmei 1.4. Eigenschaften des Gleichgewichts 21 3.7.3. Adiabat 1.4.1. Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand 21 3.7.5. Infinite 21 3.7.5. Infinite 3.7.4. Allgemen Zustand 21 3.7.5. Infinite 3.8. Zusamm 1.4.2. Beobachtbarkeit von Schwankungen 21 3.8. Zusamm 1.4.3. Dichteschwankungen in einem Gas 22 3.9. Wichtig 1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels 22 3.10. Hinweit 1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 22 3.11. Übunge 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 23 1.5. Wärme und Temperatur 1.6. Charakteristische Größenordnungen 27 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 27 1.6.2. Numerische Abschätzungen 28 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 29 1.7.1. Grundbegriffe 30 4.1.1. Wie sch 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 31 3.7.4. Thermi 32 4.1. Thermi 33 4.1. Tempe 4.1.2. Einige 4.2. Die An 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 31 4.3. Tempe 33 4.4. Transp 34 4.7. Die mit 35 36 37 48 37 37 38 37 38 37 38 37 38 39 39 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30  | sche Wechselwirkung solierung und adiabatische Prozesse tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung  9  |
| 1.3.3. Ein Pendel schwingt in einem Gas  1.4. Eigenschaften des Gleichgewichts  1.4.1. Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand  1.4.2. Beobachtbarkeit von Schwankungen  1.4.3. Dichteschwankungen in einem Gas  1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels  1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens  1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands  1.5. Wärme und Temperatur  1.6. Charakteristische Größenordnungen  1.6.1. Der Druck eines idealen Gases  1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.8. Zusammenfassung der Definitionen  1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.0. Übungen  1.1. Wärme und Temperatur  2.0. 3.7.2. Wärmei  3.7.4. Allgeme 3.7.4. Allgeme 3.9. Wichtige 3.9. Wichtige 3.9. Wichtige 3.9. Wichtige 3.1. Übungen  3.1. Übungen  3.1. Thermi 4.1. Verteil System 4.1. Verteil System 4.1.1. Wie sch 4.1.2. Einige 4.1.2. Einige 4.1.3. Tempe 4.2. Die An 4.3. Tempe 4.3. Tempe 4.4. Transp 4.5. Ein Syst 4.6. Parama 4.7. Die mit 4.9. Zusammenfassung der Definitionen   | isolierung und adiabatische Prozesse  tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse esimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en  sische Wechselwirkung  9  |
| 1.4. Eigenschaften des Gleichgewichts 1.4.1. Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand 2.1 3.7.4. Allgeme Zustand 2.1 3.7.5. Infinite 3.7.5. Infinite 3.8. Zusamn 3.8. Zusamn 3.9. Wichtig 3.9. Wichtig 3.9. Wichtig 3.10. Hinweis 3.11. Übunge 3 | tische Wechselwirkung eine Wechselwirkungsprozesse eine Wechselwirkungsprozesse simale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en  sische Wechselwirkung  9  |
| 1.4.1. Der Gleichgewichtszustand als der einfachste Zustand 21 3.7.5. Infinite 21 3.7.5. Infinite 21 3.7.5. Infinite 3.7.4. Allgeme Zustand 21 3.7.5. Infinite 3.7.5. Infinite 3.7.5. Infinite 3.7.6. Beobachtbarkeit von Schwankungen 21 3.8. Zusamm 4.3. Dichteschwankungen in einem Gas 22 3.9. Wichtig 4.4. Schwingungen eines Torsionspendels 22 3.10. Hinweit 4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 22 3.11. Übunge 4.6. Spannungsschwankungen entlang eines 23 3.1. Wärme und Temperatur 4. Charakteristische Größenordnungen 4. Thermi 4. Verteilt 5. Numerische Abschätzungen 4. Thermi 4. Verteilt 5. System 4.1. Verteilt 5. System 4.1. Wie sch 4.1. Wie sch 4.1. Wie sch 4.1. Einige 4.1. Die An 4.1. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 4.1. Transp 4.1. Transp 4.2. Die An 4.3. Tempe 4.3. Tempe 4.3. Tempe 4.3. Tempe 4.4. Transp 4.5. Ein System 4.6. Parama 4.6. Parama 4.7. Die mit 4.9. Zusamm 4.9. Zusamm  | eine Wechselwirkungsprozesse ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen ge Beziehungen se auf ergänzende Literatur en sische Wechselwirkung  9   |
| Zustand  1.4.2. Beobachtbarkeit von Schwankungen  1.4.3. Dichteschwankungen in einem Gas  1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels  1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens  1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands  1.5. Wärme und Temperatur  1.6. Charakteristische Größenordnungen  1.6.1. Der Druck eines idealen Gases  1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7.1. Grundbegriffe  1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.7.4. Schlußbemerkung  1.8. Zusammenfassung der Definitionen  1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.0. Übungen  1.1. Jan. Jan. Jan. Jan. Jan. Jan. Jan. Jan   | ssimale allgemeine Wechselwirkungsprozesse menfassung der Definitionen 86 Beziehungen 85 se auf ergänzende Literatur 86 sen 86 Beziehungen 87 sen 87 Beziehungen 87 Beziehungen 88 Beziehungen 88 Beziehungen 89 Beziehungen 89 Beziehungen 99 Beziehungen 99 Beziehungen 99 Beziehung |
| 1.4.2. Beobachtbarkeit von Schwankungen 21 3.8. Zusamm 1.4.3. Dichteschwankungen in einem Gas 22 3.9. Wichtig 1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels 22 3.10. Hinweis 1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 22 3.11. Übunge 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 23 1.5. Wärme und Temperatur 24 1.6. Charakteristische Größenordnungen 27 4. Thermi 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 27 4.1. Verteill System 1.6.2. Numerische Abschätzungen 28 4.1.1 Wie sch 1.7.1 Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 30 4.1.2 Einige 1.7.1 Grundbegriffe 30 4.2. Die An 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 31 4.3. Temper 1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind 33 4.4. Transp 1.7.4. Schlußbemerkung 33 4.5. Ein System 1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 34 4.7. Die mit 1.10. Übungen 34 4.8. Der mit 1.10.  | menfassung der Definitionen 86 ge Beziehungen 8 se auf ergänzende Literatur 8 en 8  ische Wechselwirkung 9   |
| 1.4.3. Dichteschwankungen in einem Gas 1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels 1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 1.5. Wärme und Temperatur 1.6. Charakteristische Größenordnungen 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 1.6.2. Numerische Abschätzungen 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 1.7.1. Grundbegriffe 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind 1.7.4. Schlußbemerkung 1.8. Zusammenfassung der Definitionen 1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 1.0. Übungen 22. 3.10. Hinweise 3.10. Hinweise 3.11. Übunges 3.11. Übunges 4. Thermin Systemen 4. Transp 4. Transp 4. Transp 4. Ein Syst 4. Transp 4. Die min Systemen 4. | ge Beziehungen 8' se auf ergänzende Literatur 8' en 8' ische Wechselwirkung 9  |
| 1.4.4. Schwingungen eines Torsionspendels 1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 1.5. Wärme und Temperatur 1.6. Charakteristische Größenordnungen 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 1.6.2. Numerische Abschätzungen 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 1.7. Grundbegriffe 1.7.1. Grundbegriffe 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind 1.7.4. Schlußbemerkung 1.8. Zusammenfassung der Definitionen 1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 1.10. Übungen 22. 3.10. Hinweise 3.11. Übungen 4. Thermi 4. Verteile Systeme 4.1. Verteile Systeme 4.1. Wie sch 4.1. Verteile Systeme 4.1. Vie sch 4.1. Verteille 5 Systeme 4.1. Vie sch 4.1. Verteille 5 Systeme 4.1. Verteille 6 Systeme 4.1. Vie sch 4.1. Verteille 6 Systeme 4.1. Verteille 7 Systeme 8 Systeme 4.1. Verteille 8 Systeme 4.1. | se auf ergänzende Literatur 8 en 8 ische Wechselwirkung 9  |
| 1.4.5. Brownsche Bewegung eines Teilchens 22 3.11. Übunge 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 23 1.5. Wärme und Temperatur 24 1.6. Charakteristische Größenordnungen 27 28 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 27 1.6.2. Numerische Abschätzungen 28 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 29 1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 30 1.7.1. Grundbegriffe 30 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 31 3. Temper 3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind 33 34. Transp 34 35. Ein System 36. Parama 37 36. Parama 38 38. Zusammenfassung der Definitionen 38 39 30 30 30 30 30 40 31 31 32 31 31 31 31 31 31 31 32 32 33 34 35 36 36 37 38 38 38 39 39 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30   | ische Wechselwirkung 9   |
| 1.4.6. Spannungsschwankungen entlang eines Widerstands 23 1.5. Wärme und Temperatur 24 1.6. Charakteristische Größenordnungen 27 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 27 1.6.2. Numerische Abschätzungen 28 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 29 1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 20 1.7.1. Grundbegriffe 21 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 21 1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind 22 23 24 25 27 26 27 27 28 29 29 20 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21  | ische Wechselwirkung 9   |
| Widerstands  1.5. Wärme und Temperatur  1.6. Charakteristische Größenordnungen  1.6.1. Der Druck eines idealen Gases  1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7. Grundbegriffe  1.7.1. Grundbegriffe  1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.7.4. Schlußbemerkung  1.8. Zusammenfassung der Definitionen  1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.10. Übungen  27  4. Thermi  4.1. Verteili System  4.1.1. Wie sch  4.1.2. Einige 4.1.2. Einige 4.1.2. Die An  4.2. Die An  4.3. Tempe 4.3. Transp 4.5. Ein Sys  4.6. Parama 4.7. Die mit 4.9. Zusamt  | ***  |
| 1.5. Wärme und Temperatur  1.6. Charakteristische Größenordnungen  1.6.1. Der Druck eines idealen Gases  1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7. Grundbegriffe  1.7.1. Grundbegriffe  1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.7.4. Schlußbemerkung  1.8. Zusammenfassung der Definitionen  1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.10. Übungen  27  4. Thermi  4.1. Verteili System  4.1.1. Wie sch  4.1.2. Einige 4.1.2. Einige 4.1.2. Die An  4.2. Die An  4.3. Tempe 4.3. Transp  4.5. Ein Syst  4.6. Parama  4.7. Die mit 4.9. Zusamt  | ***  |
| 1.6. Charakteristische Größenordnungen 27 4. Thermit 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases 27 4.1. Verteilt System 1.6.2. Numerische Abschätzungen 28 5. System 1.6.3. Mittlere freie Weglänge 29 4.1.1. Wie sch 1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik 30 4.1.2. Einige 1.7.1. Grundbegriffe 30 4.2. Die An 1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht 31 4.3. Tempe 1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht 33 4.4. Transp 1.7.4. Schlußbemerkung 33 4.5. Ein System 2. Zusammenfassung der Definitionen 33 4.6. Parama 1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 34 4.7. Die mit 1.10. Übungen 4.9. Zusammen 1.9. | ***  |
| 1.6.1. Der Druck eines idealen Gases  1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7. Grundbegriffe  1.7.1. Grundbegriffe  1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.7.4. Schlußbemerkung  1.7.5. Zusammenfassung der Definitionen  1.7.6. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.7.7. Die mit den der mit den   | ***  |
| 1.6.1.Der Druck eines idealen Gases271.6.2.Numerische Abschätzungen284.1.Verteilt System1.6.3.Mittlere freie Weglänge294.1.1.Wie sch1.7.Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik304.1.2.Einige 11.7.1.Grundbegriffe304.2.Die An1.7.2.Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht314.3.Temper1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein System1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mit4.9.Zusammenfassung  | ***  |
| 1.6.2. Numerische Abschätzungen  1.6.3. Mittlere freie Weglänge  1.7. Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik  1.7. Grundbegriffe  1.7.1. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.2. Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht  1.7.3. Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind  1.7.4. Schlußbemerkung  1.8. Zusammenfassung der Definitionen  1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur  1.10. Übungen  28  System  4.1.1. Wie sch  4.1.2. Einige  4.2. Die An  4.3. Tempe  4.3. Transp  4.5. Ein Syst  4.6. Parama  4.7. Die mit  4.8. Der mit  4.9. Zusammenfassung  4. | ung der Energie zwischen makroskopischen   |
| 1.6.3.Mittlere freie Weglänge294.1.1.Wie sch1.7.Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik304.1.2.Einige1.7.1.Grundbegriffe304.2.Die An1.7.2.Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht314.3.Tempe1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein Sys1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mi4.9.Zusammen  | nen 9  |
| 1.7.Wichtige Probleme aus der makroskopischen Physik304.1.2.Einige 11.7.1.Grundbegriffe304.2.Die An1.7.2.Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht314.3.Tempe1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein Sys1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mi4.9.Zusammen  | narf ist das Maximum von P(W) ausgeprägt? 9  |
| 1.7.1.Grundbegriffe304.2.Die An1.7.2.Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht314.3.Temper1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein Systemen1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mit4.9.Zusammen   |  |
| 1.7.2.Eigenschaften von Systemen im Gleichgewicht314.3.Temper1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein Systemen1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mit4.9.Zusammen  | gebräuchliche Definitionen 9 Inäherung an das thermische Gleichgewicht 9   |
| 1.7.3.Systeme, die nicht im Gleichgewicht sind334.4.Transp1.7.4.Schlußbemerkung334.5.Ein Syst1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mit4.9.Zusammentassung  |  |
| 1.7.4. Schlußbemerkung 33 4.5. Ein Systems 33 4.6. Paramater 34 4.7. Die mit 1.10. Übungen 34 4.8. Der mit 4.9. Zusammenfassung der Definitionen 35 4.5. Ein Systems 4.6. Paramater 4.7. Die mit 4.9. Zusammenfassung der Definitionen 36 4.5. Ein Systems 4.6. Paramater 4.7. Die mit 4.9. Zusammenfassung der Definitionen 36 4.6. Paramater 4.7. Die mit 4.9. Zusammenfassung der Definitionen 4.9. Zusammenfassung d |  |
| 1.8.Zusammenfassung der Definitionen334.6.Parama1.9.Hinweise auf ergänzende Literatur344.7.Die mit1.10.Übungen344.8.Der mit4.9.Zusamm  |  |
| 1.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 34 4.7. Die mit 1.10. Übungen 34 4.8. Der mit 4.9. Zusamit  |  |
| 1.10. Übungen 34 4.8. Der mi 4.9. Zusamı   |  |
| 4.9. Zusami  |  |
|  | ttlere Druck eines idealen Gases 10  |
|  | menfassung der Definitionen 10   |
| •  | ge Beziehungen 11  |
|  | ise auf ergänzende Literatur 11  |
| 4.12. Übung  | en 11  |
| 2. Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie 37   | to the Theorem and and a description   |
| 2.1. Das statistische Kollektiv 37 5. Mikrosi Messun   | kopische Theorien und makroskopische<br>ngen 11  |
| 2.2. Einfache Beziehungen zwischen Wahrscheinlichkeiten 43   |  |
| 2.3. Die Billoffilatverteilung 44  | mung der absoluten Temperatur 11   |
| 2.3.1. Diskussion 47   | und niedrige absolute Temperaturen 12  |
| 2.3.2. Die Angemenigurtigkeit der Billothialvertendig 40   | , innere Energie und Wärme 12  |
| 2.4. Mittelwerte 50 5.3.1. Arbeit  |  |
| 2.5. Die Berechnung von Witterwerten für ein   | Energie 12   |
| Spin-System 53 5.3.3. Wärme  |  |
| 2  | sche Wärme 12  |
| 2.5.2. Die Molekülverteilung im idealen Gas 56 5.5. Entrop   |  |
| 3  | ve und extensive Parameter 13  |
| 2.7. Zusammenfassung der Definitionen 59 5.7. Zusammenfassung der Definitionen   | menfassung der Definitionen 13   |
|  | ge Beziehungen 13  |
| 2.9. Hinweise auf ergänzende Literatur 60 5.9. Hinwei  | ise auf ergänzende Literatur 13  |
| 2.10. Übungen 60 5.10. Übunge  | en 13  |

| 6.     | Die kanonische Verteilung in der klassischen                |     | 8.     | Die kinetische Theorie von Transportprozessen                           | 190     |
|--------|---|-----|--------|---|---------|
|        | Näherung  | 138 | 8.1.   | Mittlere freie Weglänge   | 190     |
| 6.1.   | Die klassische Näherung                                     | 138 | 8.2.   | Viskosität und die Übertragung von Impuls                               | 192     |
| 6.1.1. | Gültigkeit der klassischen Näherung                         | 138 | 8.2.1. | Definition des Viskositätskoeffizienten                                 | 193     |
| 6.1.2. | Die klassische Beschreibung                                 | 138 | 8.2.2. | Berechnung des Viskositätskoeffizienten für ein                         |         |
| 6.1.3. | Die klassische statistische Mechanik                        | 140 |        | verdünntes Gas  | 194     |
| 6.2.   | Die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung                  | 142 | 8.2.3. | Diskussion  | 195     |
| 6.3.   | Diskussion der Maxwellverteilung                            | 144 | 8.3.   | Wärmeleitfähigkeit und die Übertragung von                              |         |
| 6.3.1. | Verteilung einer Geschwindigkeitskomponente                 | 144 |        | Energie   | 197     |
| 6.3.2. | Die Verteilung von Molekulargeschwindigkeits-               |     | 8.3.1. | Definition des Koeffizienten der Wärmeleit-                             |         |
|        | beträgen  | 145 |        | fähigkeit   | 197     |
| 6.3.3. | Gültigkeit der klassischen Darstellung eines Gases          | 146 | 8.3.2. | Berechnung der Wärmeleitfähigkeit eines verdünnten Gases                | 107     |
| 6.4.   | Effusion und Molekularstrahlen                              | 148 | 022    |   | 197     |
| 6.5.   | Der Gleichverteilungssatz                                   | 151 | 8.3.3. | Diskussion T. C. H. and H. C. T. C. | 198     |
| 6.6.   | Anwendung des Gleichverteilungssatzes                       | 153 | 8.4.   | Selbstdiffusion und der Transport von Masse (d.h. Molekülen)            | 199     |
| 6.6.1. | Spezifische Wärme eines einatomigen idealen Gases           | 153 | 8.4.1. | Definition des Selbstdiffusionskoeffizienten                            | 199     |
| 6.6.2. | Kinetische Energie eines Moleküls in einem                  |     | 8.4.2. | Die Diffusionsgleichung   | 200     |
|        | beliebigen Gas  | 153 | 8.4.3. | Berechnung des Selbstdiffusionskoeffizienten                            | 200     |
| 6.6.3. | Die Brownsche Bewegung                                      | 153 | 0.4.3. | für ein verdünntes Gas  | 200     |
| 6.6.4. | Der harmonische Oszillator                                  | 154 | 8.4.4. | Diffusion als eine Zufallsbewegung                                      | 201     |
| 6.7.   | Die spezifische Wärme von Festkörpern                       | 154 | 8.5.   | Elektrische Leitfähigkeit und der Transport                             | 201     |
| 6.7.1. | Gültigkeit der klassischen Näherung                         | 155 | 0.5.   | von Ladung  | 202     |
| 6.7.2. | Abschätzung von Zahlenwerten                                | 155 | 8.6.   | Wichtige Beziehungen  | 203     |
| 6.8.   | Zusammenfassung der Definitionen                            | 157 | 8.7.   | Hinweise auf ergänzende Literatur                                       | 203     |
| 6.9.   | Wichtige Beziehungen  | 157 | 8.8.   | Übungen   | 203     |
| 6.10.  | Hinweise auf ergänzende Literatur                           | 157 | 0.0.   |   | 200     |
| 6.11.  | Übungen   | 157 |        |   |         |
| 7.     | Allgemeine thermodynamische Wechselwirkung                  | 162 |        |   |         |
| 7.1.   | Abhängigkeit der Zustandszahl von den äußeren<br>Parametern | 162 |        |   | 207     |
| 7.2.   | Allgemeine Beziehungen für den Gleichgewichts-              |     | A.1.   | Die Gaußverteilung  | 207     |
|        | zustand   | 165 | A.2.   | Die Poissonverteilung   | 209     |
| 7.2.1. | Gleichgewichtsbedingungen                                   | 165 | A.3.   | Die Größe von Energieschwankungen                                       | 210     |
| 7.2.2. | Infinitesimale quasistatische Prozesse                      | 166 | A.4.   | Molekülstöße und Gasdruck   | 212     |
| 7.3.   | Anwendung auf ein ideales Gas                               | 167 |        |   |         |
| 7.3.1. | Entropie eines idealen Gases                                | 168 | Mathe  | matischer Anhang  | 214     |
| 7.3.2. | Adiabatische Kompression und Expansion                      | 169 | M.1.   | Die Summenschreibweise  | 214     |
| 7.4.   | Grundlegende Aussagen der statistischen                     |     | M.2.   | Die Summe einer geometrischen Reihe                                     | 214     |
|        | Thermodynamik   | 170 | M.3.   | Ableitung von In n! für großes n  | 214     |
| 7.5.   | Gleichgewichtsbedingungen                                   | 172 | M.4.   | Wert von In n! für großes n   | 214     |
| 7.5.1. | Das isolierte System  | 172 | M.5.   | Die Ungleichung In x ≤ x − 1  | 215     |
| 7.5.2. | Systeme in Kontakt mit einem Wärmereservoir                 | 174 |        | ∞   |         |
| 7.6.   | Phasengleichgewicht   | 176 |        | $\int -x^2$   | 0.45    |
| 7.6.1. | Phasenübergänge eines einfachen Stoffes                     | 178 | M.6.   | Die Berechnung des Integrals $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx$      | 215     |
| 7.6.2. | Näherungsbestimmung des Dampfdrucks                         | 179 |        | - ∞   |         |
| 7.7.   | Übergänge von zufälligen in nichtzufällige oder             |     |        | ∞   |         |
|        | geordnete Zustände  | 180 | M.7.   | Berechnung eines Integrals der Form $\int e^{-\alpha x^2} x^n dx$       | 1x 216  |
| 7.7.1. | Maschinen   | 181 | 141.7. | 25.55ang 565 integrals der i offit                                      | -^ = 10 |
| 7.7.2. | Biochemische Systeme  | 183 |        | 0   |         |
| 7.8.   | Zusammenfassung der Definitionen                            | 184 |        |   |         |
| 7.9.   | Wichtige Beziehungen  | 184 | Ergänz | ende Übungen  | 218     |
| 7.10.  | Hinweise auf ergänzende Literatur                           | 185 |        |   |         |
| 7.11.  | Übungen   | 185 | Sachw  | ortverzeichnis  | 220     |