

## Sachverzeichnis

- abgeschlossenes System, 83
  - Anwachsen der Entropie, 134
  - Gleichgewichtsentropie, 136
  - thermodynamischer Gleichgewichtszustand, 123
  - thermodynamisches Gleichgewicht, 119
- Abgeschlossenheit gegen Umgebung, 83
- absolute Temperatur, 326
- absoluter Nullpunkt, 330
- Abstand
  - kleiner
    - exponentielles Anwachsen, 35
- Additivität der Entropie, 118
- adiabatische Prozessführung, 357
- adiabatischer Prozess, 130, 131
- Änderung des Makrozustands
  - irreversibel, 127
  - reversibel, 127
- Äquipartitionsprinzip, 304
- Äquipartitionstheorem, 146
- Äquivalenz
  - kanonisches und großkanonisches Ensemble, 204
  - mikrokanonisches und kanonisches Ensemble, 203
- äußere Zustandsvariable, 111
- Aggregatzustand, 363, 395
- Aktivierungsenergie, 343, 394
- Anfangszustand, 73, 312, 316, 338, 339
  - Präparation, 41
  - Wahrscheinlichkeit, 73
- Anschluss an die Thermodynamik, 83
- Antikorrelation, 22
- Arbeit, 338, 419
  - am System verrichtete, 316
  - chemische, 312
  - elektrische, 312
  - magnetische, 312
  - restliche, 349
  - vom System geleistete, 316
- Arbeitsübertragung, 338
- Arbeitsdifferential, 349
- Arbeitsformen, 338
- Arbeitssubstanz, 320
- Atom, 329
- Ausdehnungskoeffizient
  - isobarer, 361, 400
  - isothermer, 398
  - thermischer, 355
- autonomes System, 31
- Axiom
  - physikalisches, 327
- Axiome
  - der Thermodynamik, 310
  - Newton'sche, 310
- Basisgraph, 263
- bedingte Wahrscheinlichkeit, 74, 93
- Bernoulli-Zahlen, 180
- Besetzungszahldarstellung, 211
- Besetzungszahlliste, 211
- Bessel-Funktion
  - asymptotische Entwicklung, 190
  - modifizierte, 188
  - Integraldarstellung, 189
- Bewegung
  - chaotische, 419
  - stochastische, 413
- Bewegungsgleichung
  - Hamilton'sche, 1
  - Lagrange'sche, 1
  - mikroskopische, 2
  - Newton'sche, 1
- Bewegungsgleichungen
  - reversible, 327
- Bilanzgleichung, 338, 369
- Bilanzierung, 322, 324
- Bilinearform, 337
- Binodale, 393
- Bit-Maschine, 329
- Bohr'sche Quantisierungsbedingung, 86
- Boltzmann-Konstante, 92, 97, 133
- Bose-Einstein-Statistik, 214
- Bose-Einstein-Verteilung, 217
- Bose-Gas
  - ideales
    - nichtrelativistisches, 220

- Phononengas
  - Festkörperschwingungen, 238
  - ultrarelativistisches, 234
  - chemisches Potential, 234
  - Dispersionsrelation, 234
  - großes Potential, 235
  - innere Energie, 235
  - Photonengas, 234
  - thermische Zustandsgleichung, 235
  - Wärmekapazität, 236
  - Zustandsdichte, 234
- Bose-Kondensation, 220, 230
- Boson, 210
- Bosonen
  - vollständig symmetrische Wellenfunktion, 212
- Brillouin-Zone, 240
- Carnot-Maschine, 320, 322
- Carnot-Medium, 320, 321
- chaotischen Bewegung von Partikel, 126
- chemisches Potential, 217
  - Kompositionsabhängigkeit, 370
- Clausius-Clapeyron-Gleichung, 367, 373, 380, 400
- Cluster, 264
  - Nummerierung der Partikel, 266
- Clusterkoeffizient, 269
- Clustertyp, 265
- Coulomb-Energie pro Partikel, 254
- Coulomb-Potential, 254
- Dampfdruck, 382
- Dampfdruckerniedrigung, 368, 378
- Dampfdruckgleichung, 367
- Dampfdruckkurve, 374
- Dampfphase, 406
- Debye-Funktion, 241
- Debye-Kugel, 240
- Deformationsarbeit, 312
- Determinismus, 1, 59
- deterministisches Chaos, 35
- Dichteabhängigkeit des Druckes, 252
- Dichteoperator, 74, 84
  - Eigenschaften, 74
  - Erwartungswert, 77
  - grundlegende Eigenschaften, 77
  - Normierungsbedingung, 74
  - Spur, 75
  - stationärer, 79
  - Wahrscheinlichkeit, 75
- Differential
  - totales, 312, 334, 335, 341, 346
- Differentialkoeffizient, 359
- Differentialquotient, 333
- Differentialrelation, 350, 352
- Dispersionsrelation
  - freies Teilchen, 221
- Drehimpuls, 178
- Drehimpulsoperator
  - Eigenzustände, 179
- Dreikörperproblem, 2
- Druck, 334, 365
  - Beitrag der Elektronen, 255
  - osmotischer, 384
- Druckabhängigkeit der inneren Energie
  - isotherme, 355
- Druckausgleich, 339
- DSC-Messung, 402
- dynamische Matrix, 151
- Edukt, 343, 369
- Ehrenfest'sche Relation, 398, 401
- Eigenschaften
  - makroskopische, 301
- Eigenwert
  - Messgröße, 73
- Eigenzustände des Teilchenzahloperators, 211
- Einstein-Modell, 154
- Einteilchenproblem, 2
- Einteilchenzustandssumme, 179
- elektrischer Dipol, 334
- Elektronengas
  - ultrarelativistisches, 256
- elektronische Freiheitsgrade, 177
- Endzustand, 312, 316, 338
- Energie
  - freie, 333, 334, 343, 348, 370, 410
  - generalisierte freie, 411
  - innere, 297, 331, 336, 338, 352
  - mechanische, 311
  - mittlere, 413
- Energieaustausch, 311
- Energiebarriere, 343
- Energieeigenwert des Zustands, 212
- Energieeigenwertspektrum
  - freies Boson, 220
- Energieeigenwertspektrum des Einzelteilchens, 212
- Energieerhaltungssatz, 312, 327
- Energiefluktuationen, 303
- Energieflussdiagramm, 320
- Ensemble, 4, 11, 73
  - großkanonisches, 193, 311, 349, 415
  - Information, 65
  - Informationsgehalt, 65
  - kanonisches, 302, 305, 311, 331, 415
  - mikrokanonisches, 83, 303, 311
  - quantenmechanisches, 70
  - Wahl des
    - thermodynamische Eigenschaften
    - makroskopischer Systeme, 206

- Ensemble gleichartiger Systeme
  - Präparation, 39
- Ensemblemittelwert, 58
- Ensembletheorie
  - Häufigkeiten, 39
- Ensembletransformationen, 198
- entarteter Grundzustand, 331
- Entartungsfaktor, 236
- Enthalpie, 341, 342, 361
  - freie, 334, 346, 347, 364, 367, 369, 396, 403
- Enthalpiedifferenz, 343
- Entropie, 302, 311, 330, 333, 336, 339, 377, 386, 397, 416, 417
  - Änderung der Zustandsgröße, 130
  - abgeschlossenes System
    - zeitliche Evolution, 101
  - Informationsmaß, 90
  - klassisches Ensemble, 95, 97
    - mikrokanonisch, 97, 98
  - makroskopisch messbare Größen, 130
  - mikrokanonische und kanonische
    - Äquivalenz, 163
  - mikrokanonisches Ensemble
    - funktionale Abhängigkeit, 99
    - klassisch, 98
    - quantenmechanisch, 99
  - mikroskopisches Informationsmaß, 90
  - spezifische, 399
  - thermodynamische, 90, 132
  - thermodynamischen Zustand, 133
- Entropiedichte, 338, 373
- Entropiefuktuation, 420
- entropischer Effekt, 370
- Ereignis, 7
  - elementares, 12
  - multivariablen, 10, 12, 15, 23
  - Zufalls-, 7
  - zusammengesetztes, 10
- Erfahrungssatz, 316
- Ergodentheorem, 60
- ergodischen Fluss, 60
- ergodisches System, 60
- Ergodizität, 4, 111, 152
  - Ensemble- und Zeitmittel, 112
- Erhaltungsgröße, 83
  - makroskopische, 84
- Erhaltungsgrößen, 56
- Erhaltungsgrößen des gesamten Systems, 111
- Erhaltungssätze
  - mechanische, 56
- Erwartungswert, 17, 57, 58
  - diskretes Ereignis, 17
  - kontinuierliches Ereignis, 17
  - mikrokanonische Gesamtheit, 89
- Euler-Gleichung, 202, 336, 337, 341, 344, 349
- Euler-MacLaurin-Summenformel, 180
- Euler-Relation, 350
- Evolution
  - System
    - Abbildung, 45
- Evolutionsgleichung
  - quantenmechanische, 78
  - Randbedingung, 71
- Expansion
  - adiabatische, 321
  - isotherme, 321
- Experiment
  - identische Präparation, 36
  - von Gay-Lussac, 315
  - von Joule, 316
- Exponent
  - adiabatischer, 357
  - kritischer, 407
- extensive Größe, 201, 337
- Fällungsreaktion, 345
- Feld
  - elektrisches, 337, 408
  - externes, 345, 396, 408
  - magnetisches, 337, 408
- Feldtheorie, 411
- Fermi-Dirac-Statistik, 214
- Fermi-Energie, 251
- Fermi-Gas
  - Hochtemperaturlimes, 250
  - ideales
    - $\Gamma$ -Funktion, 244
    - $\sigma_n(z)$  Definition, 244
    - $\sigma_n(z)$  Eigenschaften, 244
    - chemisches Potential, 242
    - Differenz zwischen Heaviside-Funktion und Fermi-Verteilung, 245
    - entartetes, 251
    - Entartung, 243
    - Fugazität, 243
    - Gesamtteilchenzahl, 243
    - großes Potential, 243
    - Heaviside-Funktion, 245
    - hohe Temperaturen, 251, 252
    - innere Energie, 243
    - mittlere Besetzungszahl, 243
    - nichtrelativistisches, 242
    - Wärmekapazität, 251
    - Zustandsdichte, 243
    - Zustandsgleichung, 249
    - Tieftemperaturlimes, 250
- Fermi-Kante, 251
- Fermion, 210

- Fermionen, 243
  - Entartungsfaktor, 243
  - innere Freiheitsgrade, 243
  - vollständig antisymmetrische Wellenfunktion, 212
- Fernordnung, 396
- Festkörper, 396
- Festkörperschwingungen
  - Dispersionsrelation, 239
  - longitudinaler Zweig, 239
  - transversale Zweige, 239
  - Zustandsdichte, 239
- filigranes Objekt, 51
- Flüssigkristall, 363
- Fließgleichgewicht, 6
- Fluktuation, 330
- Fluktuationen
  - räumliche, 412
  - unkorreliert, 22
- Formelumsatz, 369
- fraktale Struktur, 51
- freie Energie, 162, 333, 343
  - Additivität, 169
  - kalorische Zustandsgleichung, 166
  - thermische Zustandsgleichung, 166
  - totales Differential, 166
- freie Enthalpie, 202, 334, 346
- Freiheitsgrad, 86
  - thermodynamischer, 334, 337, 363, 366, 368, 370, 379
- Fugazität, 198, 217, 270, 403
- Funktion, generierende, 301
- Fusionsreaktion, 255
  
- $\Gamma$ -Funktion, 153
- $\Gamma$ -Raum, 11
- Gas
  - ideales, 312, 320, 327, 342, 352
  - reales, 253, 261, 357
- Gasphase, 363, 392
- Gauß'sche Wahrscheinlichkeitsdefinition, 8
- Gauß'sche Wahrscheinlichkeitsinterpretation, 39
- Gay-Lussac-Versuch, 315
- Gefrierpunktserniedrigung, 376, 378
- Gesamtteilchenzahloperator, 211
- Gesetz der großen Zahlen, 5, 23
  - schwaches, 24
  - starkes, 25
- Gibbs'sche freie Enthalpie, 200
- Gibbs'sche Phasenregel, 363, 366, 368, 373, 398
- Gibbs'scher Korrekturfaktor, 174
  - thermodynamische Argumente, 174
- Gibbs'sches Ensemble, 199
- Gibbs'sches Paradoxon, 89
- Gibbs'sches Potential
  - totales Differential, 202
- Gibbs-Duhem-Relation, 202, 337, 341, 344, 346, 350
- Gitter
  - kubisches, 276
- Glas, 331
- Glasübergang, 401, 402
- Glasübergangstemperatur, 402
- Gleichgewicht
  - thermisches, 16, 311, 418
  - thermodynamisches, 328, 386
- Gleichgewichtsbedingung, 365, 373
  - chemisches Potential, 123
  - Druck, 122
  - Temperatur, 122
  - thermodynamische, 120
- Gleichgewichtskonstante, 371
- Gleichgewichtsthermodynamik, 124
- Gleichgewichtszustände
  - unterschiedliche
    - Beziehungen zwischen, 124
- Gleichgewichtszustand
  - mikroskopisch begründete Entropie der Statistischen Physik, 137
- Gleichung
  - Clausius-Clapeyron'sche, 399
  - deterministische, 1
  - van der Waals, 357, 392, 406
- Gleichungen
  - Maxwell-, 1
- Gleichverteilung, 67
- Gleichverteilungssatz, 142, 304
  - mittlere kinetische Energie eines Gases, 146
  - mittlere kinetische Energie eines Partikels, 146
- Graph
  - Eigenschaft, 264
  - Schleife, 285
  - Pfad, 285
  - Wert, 266
- Graphen
  - phasengewichtete Summen, 284
- Graphenmethode, 263
- Graphenzahl
  - Kombinatorik, 267
- Grenzfläche, 363, 393
- Größe
  - extensive, 412
  - fluktuierende, 412
  - globale, 412
  - integrale, 412
  - intensive, 350, 366, 412
- große Zustandssumme
  - Bose-Teilchen
    - Bose-Einstein-Statistik, 214
  - Fermi-Teilchen

- Fermi-Dirac-Statistik, 215
- Maxwell-Boltzmann-Statistik, 216
- großes Potential, 203, 214, 271
  - totales Differential, 202
- großes thermodynamisches Potential
  - unabhängige Zustandsvariable, 197
- großkanonische Gesamtheit
  - Anschluss an die Thermodynamik, 196
  - Austausch von Energie, 193
  - Austausch von Teilchen, 193
  - Bad und System, 193
  - Entropie, 196
  - kalorische Zustandsgleichung, 218
  - mittlere Teilchenzahl, 219
  - thermische Zustandsgleichung, 219
- großkanonische Zustandssumme, 196, 214
  - thermische Zustandsgleichung, 202
  - vollständige Basis, 196
- großkanonisches Ensemble
  - Austausch mit Bad
    - Energie und Teilchen, 196
  - ideales Quantengas, 210
  - klassisches ideales Gas, 206
    - chemisches Potential, 207
    - Druck, 207
    - Entropie, 207
    - großes Potential, 206
    - Teilchenzahl, 207
    - thermische Zustandsgleichung, 207
    - Zustandsintegral, 206
  - M-komponentiges ideales Gas, 207
  - quantenmechanische Verallgemeinerung, 196
  - Stammfunktion
    - großes Potential, 197
    - unabhängige Partikel, 197
- großkanonisches Zustandsintegral, 196
  - thermische Zustandsgleichung, 202
- Häufigkeit, 7
- Hamilton'sche Bewegungsgleichungen
  - Zeitableitung, 45
- Hamilton'sche Mechanik, 28
- Hamilton'scher Fluss
  - ergodisch, 61
- Hamilton'sches System
  - Reversibilität, 65
  - Zeitumkehrinvarianz, 65
- Hamilton-Funktion
  - reales Gas, 261
- Hamilton-Operator, 78
- Hamiltonian, 239
- harmonische Oszillatoren
  - Phasenraum, 57
  - unabhängige, 152
- harmonische Systeme, 27
- harmonischer Oszillator
  - eindimensional
    - Ljapunov-Exponenten, 36
- Hauptsätze der Thermodynamik, 310
- Hauptsätze, 3
- Hauptsatz der Thermodynamik
  - dritter, 330
  - erster, 127, 312, 325, 349
    - differentielle Form, 132
  - nullter, 311
  - zweiter, 136, 316, 325, 340, 419
  - zweiter, Clausius'sche Formulierung, 318, 323
  - zweiter, Planck'sche Formulierung, 319
  - zweiter, Thomson'sche Formulierung, 318, 322, 325
- Heisenberg-Modell, 276
  - Hamiltonoperator, 276
- Henry-Dalton-Gesetz, 379, 382
- Hilbert-Raum, 78
- Hochtemperaturentwicklung, 181
- Homogenität, 337, 347
- Homogenitätsexponent, 201
- Homogenitätsrelation, 201
- Hydrathülle, 346
- Hyperfläche konstanter Energie, 83
- Hypernetted Chain-Gleichung, 274
- idealer klassischer Festkörper
  - chemisches Potential, 154
  - Druck, 154
  - Entropie, 153
  - Temperatur, 153
- ideales Bose-Gas
  - Besetzung der Zustände
    - Temperaturabhängigkeit, 227
- ideales Gas
  - Bedingung für klassische Behandlung, 210
- ideales Bose-Gas
  - großes Potential, 222
  - innere Energie, 222
    - polylogarithmische Funktion, 223
  - kalorische Zustandsgleichung, 231
  - kritische Temperatur, 227
  - relative Besetzung von Grund- und angeregten Zuständen, 228
  - Teilchenzahl, 223
    - Fugazität, 225
  - thermodynamisches Verhalten, 222
  - Wärmekapazität, 231
  - Zustandsgleichung, 222
- ideales Gas
  - chemisches Potential, 142
  - Hamiltonian, 170

- klassische Behandlung, 210
- ideales Quantengas
  - Wechselwirkung, 211
- ideales relativistisches Gas
  - kalorische Zustandsgleichung, 189
  - Zustandsintegral
    - Gesamtsystem, 189
- ideales relativistisches Gas, 188
  - nichtrelativistische Grenzfall, 190
  - thermische Zustandsgleichung, 189
  - ultrarelativistisches Regime, 190
  - Zustandsintegral, 188
- identische Partikel, 86
- infinitesimale Änderung der Entropie, 129
- infinitesimale Zustandsdifferenzen, 129
- infinitesimaler Trajektorienabstand
  - Bewegungsgleichung, 32
- Informationsdefizit, 74, 91
- Informationsentropie
  - extremale, 95
  - kombinierte Ereignisse, 93
  - maximale, 94
- Informationsgehalt
  - Entropie, 67
- innere Energie, 302, 331, 336, 338, 345
- innere Freiheitsgrade, 177
- innere Zustandsvariable, 112
- Integrabilitätsbedingung, 352
- intensive Größe, 201, 337
- Interpretation von Bayes, 39
- invariante Teilmenge, 64
- inverse Massenmatrix, 151
- Irreversibilität, 327
- Irreversibilität, 65
  - makroskopische, 65
- irreversibler Prozess, 127, 133
- Ising-Modell, 276
  - eindimensionales, 278
    - freie Energie, 280
    - kein ferromagnetischer Zustand, 281
    - Magnetisierung, 281
  - kanonische Zustandssumme, 279
  - magnetische Systeme, 277
  - Molekularfeldnäherung, 293
  - zweidimensionales, 282
    - Graphendarstellung, 283
    - Hamilton-Funktion, 282
    - Zustandssumme, 290
- Isotherme, kritische, 395
- Jacobi-Matrix, 50, 53
- Jacobi-Matrizen, 358
- Jacobi-Transformation, 358
- Joule'scher Versuch, 316
- Joule-Thomson-Experiment, 361
- Joule-Thomson-Koeffizient, 361
- Kühlrate, 402
- Kalorimetrie, 338, 339
- kanonische Gesamtheit
  - thermodynamische Zustandsgrößen, 161
- kanonische Zustandssumme, 160
- kanonische Gesamtheit
  - Bad, 158
  - Energieaustausch, 158
  - Entropie, 161
  - Freiheitsgrade des Bades
    - Ausintegration, 158
- ideales Gas
  - chemisches Potential, 174
  - Entropie, 173
  - kalorische Zustandsgleichung, 173
  - klassisches, 170
  - thermische Zustandsgleichung, 172
  - Wärmekapazität, 173
- innere Energie, 162
- mikroskopische Größen, 161
- mittlere Energie des Systems, 161
- System, 158
- Temperatur, 158
- thermodynamische Zustandsgrößen, 161
- thermodynamische Zustandsvariable, 161
- Wärmekontakt, 158
- zweikomponentiges ideales Gas, 176
  - chemisches Potential, 176
  - freie Energie, 176
  - Konzentration, 176
- kanonische Verteilung, 161
- kanonischer Dichteoperator, 160
- kanonisches Ensemble, 157, 160
  - kanonische Wahrscheinlichkeitsverteilung, 157
- klassisch
  - mittlere Energie, 163
  - Schwankung der Energie, 164
- Stammfunktion
  - freie Energie, 197
- kanonisches Zustandsintegral, 160
- Katalysator, 343
- Kettenregel, 359
- klassische Behandlung
  - thermische Wellenlänge, 210
- klassische Mechanik, 335
- klassischer Festkörper
  - Potentialentwicklung um Ruhelagen, 151
- klassisches ideales Gas
  - mikrokanonische Gesamtheit, 140
- klassisches Partikel, 210
- klassisches System

- ergodisches, 83
- mischendes, 83
- Koeffizient
  - stöchiometrischer, 372
- Koexistenz
  - von Phasen, 304
- Koexistenzgebiet, 394
- Koexistenzlinie, 399
- Kolmogorov-Entropie, 107
  - Vielteilchensystem
    - chaotische Bewegung, 107
- Komponente, 363
  - leichtflüchtige, 379
- Kompressibilität, 356, 408
  - isotherme, 423
- Kompression
  - adiabatische, 321
  - isotherme, 321
- Kompression eines Gases
  - isotherme, 252
- Kompressionsmodul, 361, 391, 398, 400
- Konfiguration
  - überlappungsfreie, 403
- Konfigurationsraum, 70
- Kontakt mit der Umgebung
  - Zufuhr oder Entzug von Wärme, 126
- Kontakt mit der Umgebung
  - Änderung der Partikelzahl, 125
  - Änderung des Volumens, 125
- Kontinuitätsgleichung, 42
- Kontrollparameter, 396
- Konzentration, 365, 368, 376
- Korrelation
  - positive, 22
- Korrelationskoeffizient, 21, 22
  - lineare Transformation, 22
  - linearer, 22
- Korrespondenzprinzip, 89
- Kovarianz, 21
- Kovarianzmatrix, 23
- Kraftkonstantenmatrix, 151
- Kreisprozess, 313, 317, 320
- Kristall, 331, 345
- Kristallisation, 419
- Kristallstruktur, 363
- Kristallsymmetrie, 395
- kritische Dimension, 411
- kritische Isochore, 408
- kritische Isotherme, 395, 407, 410
- kritische Temperatur, 293, 296
- kritischer Punkt, 394, 406, 407, 409
- Kullback-Entropie, 105
  - Referenzwahrscheinlichkeit, 105
  - Schätzung von Verteilungen, 106
- Lagrange'scher Multiplikator, 364
- Landau'sche Fluktuationsformel, 412
- Landau-Theorie, 411
- langreichweitige Wechselwirkung, 113
- Laplace-Transformation, 303
  - mikrokanonisches und kanonisches Zustandsintegral, 199
- Lee-Yang-Theorie, 403
- Legendre-Transformation, 332, 335, 344
- Limes
  - thermodynamischer, 301, 307, 405, 412, 419
- Liouville-Gleichung, 42, 44, 48, 79
  - stationäre Lösung, 53
  - thermisches Gleichgewicht, 54
- Liouville-Theorem, 47, 48
- Ljapunov-Exponent, 34, 107
  - durchlaufene Trajektorie, 35
  - Langzeitregime, 35
- Ljapunov-Exponenten, 49
  - Satz, 37
- Ljapunov-Matrix, 32
- magnetischer Dipol, 334
- Magnetisierung, 337, 388, 397
  - spontane, 297
- makroskopische Beschreibung, 111
- makroskopische Größen
  - deterministischer Charakter, 117
- makroskopischer Zustand, 108
- Makrozustände
  - Thermodynamik, 108
- Makrozustand, 3
  - thermodynamische Zustandsvariable, 109
  - Zustandsgröße, 109
- Maschine, 313, 318, 325
- Massenwirkungsgesetz, 371
- Materialeigenschaft, 3
- Materialparameter, 407
- Materie bei hohen Drücken, 252
- Matrix
  - positiv-definite, 388
- Matrixmethode, 278
- Maximum der Entropie, 317
- Maxwell Dämon, 328
- Maxwell-Boltzmann-Statistik, 215
- Maxwell-Gerade, 392
- Maxwell-Relation, 352, 355, 361, 362, 400, 420
- Mayer'sche Clusterentwicklung, 262
- Mechanik
  - statistische, 344
- Median, 19
- mesoskopische Beschreibung, 110
- mesoskopische Ebene, 4
- Messung
  - Zeitintervall, 59
- Messung am Gesamtsystem

- Genauigkeit, 116
- mikrokanonische Gesamtheit
  - idealer klassischer Festkörper, 151
  - ideales Gas
    - chemisches Potential, 142
  - ideales Gas
    - Druck, 142
    - Zustandsgleichung, 142
- mikrokanonische Zustandssumme, 88, 89
- mikrokanonisches Ensemble
  - Stammfunktion
    - Entropie, 197
- mikrokanonisches Ensemble, 83
- mikrokanonisches Zustandsintegral, 88, 89
- mikroskopischer Ordnungsparameter, 395
- Mikrostruktur, 3
- Mikrozustand, 109, 413
  - Anfangszustand, 39
  - Information über, 39
  - Informationsgrad, 41
- mischender Fluss, 50–52
- mischendes System, 64
- Mischungsentropie, 174
- Mittelwert, 17, 77
  - Bayes'sche Interpretation, 77
  - empirischer, 17
  - Ensemble-, 4
  - Zeit-, 4
  - Zeitintervall, 59
- mittlere Besetzung eines Zustandes
  - Bosonischer Fall, 217
  - Fermi-Dirac Fall, 217
  - Maxwell-Boltzmann-Verteilung, 218
- mittlere Besetzungszahl, 216
- mittlere quadratische Schwankung, 116
- mittlere Teilchenzahl, 204
- mittleres Informationsdefizit, 92
- Molekulardynamik-Simulation
  - Bestimmung der Temperatur, 146
- Molekularfeldnäherung
  - Mittelwert
    - lokale Fluktuationen, 294
  - Spin-Spin-Wechselwirkung, 294
- Motor, 343
- $\mu$ -Raum, 11
- Mustererkennung, 278
  
- Nahordnung, 396
- neuronales Netzwerk, 278
- Newton'sche Axiome, 310
- Nichtgleichgewicht und statistische Entropie, 137
- Nichtgleichgewichtsstatistik, 6, 54
- Nichtgleichgewichtsthermodynamik, 124
- Nichtgleichgewichtszustand, 402
- Normalform, 152
- Normierung, 40, 76
  
- Nullpunkt, absoluter, 330
- Numerik, 28
  
- Observable, 73
  - quantenmechanische, 77
- Observable, thermodynamische, 301
- Onsager, 282
- Operator
  - Projektions-, 75
  - quantenmechanischer
    - Ensemble-Erwartungswert, 77
    - statistischer, 74
- Ordnungs-Unordnungsübergang, 278
- Ordnungsparameter, 395, 397, 408
- Ordnungsparameterfeld, 411
- Ordnungsstruktur, 346
- Ordnungsstruktur im Kristall, 253
- osmotischer Druck, 382
  
- Paarwechselwirkung, 370
- Paarwechselwirkung zwischen Partikeln, 148
- Parameter
  - externe, 386
- Partialdruck, 173
- Partialsomme, 274
- Partikelaustausch, 345
- Partikeldichte
  - charakteristischer Abstand, 252
- Partikelvertauschung, 86
- Pauli-Prinzip, 212
- Percus-Yevick-Gleichung, 274
- Perpetuum mobile
  - erster Art, 313, 327
  - zweiter Art, 319, 327, 328
- Phase
  - ferromagnetische, 363
  - feste, 363
  - flüssige, 363
  - gasförmige, 363
  - koexistierende, 363
  - superfluide, 363
  - supraleitende, 363
- Phasengleichgewicht, 337
- Phasenraum, 11, 29, 301
  - Bahnkurven, 29
  - Divergenz, 42
  - Gebiet
    - Änderungen der äußeren Form, 50
  - generalisierte Koordinaten, 29
  - generalisierte Impulse, 29
  - Geschwindigkeitsvektor, 43
  - Hamilton'scher Fluss
    - Invarianz der Topologie, 49
  - Hamilton'scher Fluss, 48
  - invariante Teilmenge, 56, 57
  - makroskopisches System, 38

- mischender Hamilton'scher Fluss, 52
  - Punktdichte, 42
  - reduzierter, 56
  - stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung, 83
  - Stromdichte des Ensembles, 43
  - Trajektorie, 29
    - geschlossener Orbit, 60
  - Trajektorien
    - dichte Belegung, 60
- Phasenraumkoordinaten, 416
- Phasenraumvektor, 415
- Phasenraumvolumen, 85
- Phasenübergang, 337, 394, 403
  - Gas-Flüssigkeit, 253
  - 2. Ordnung, 398
  - n-ter Ordnung, 398
- Phasenumwandlungswärme, 374
- Phononen, 239
  - innere Energie, 240
- Phononengas
  - spektrale Dichte, 240
- Photonen
  - Energiedichte pro Frequenzintervall, 236
  - Planck'sches Strahlungsgesetz, 237
  - Strahlungsgesetz von Wien, 238
  - Strahlungsgesetz von Rayleigh-Jeans, 238
  - Zustandsdichte, 236
- Photonengas, 236
- Planck'sches Strahlungsgesetz
  - Hochtemperaturlimes, 238
- Planck'sches Strahlungsgesetz
  - Tieftemperaturlimes, 238
- Plasma, 254, 396
- Poincaré'scher Wiederkehrinwand, 65
  - Rückkehrzeit, 68
- Poincaré-Maschine, 330
- Poissonklammer, 44
- Pol
  - 1. Ordnung, 405
  - logarithmischer, 404
- Polarisation, 337, 388
- polylogarithmische Funktion, 223
  - asymptotisches Verhalten, 224
  - Eigenschaften, 223
- polynomischer Satz, 269
- Potential
  - chemisches, 312, 333, 334, 347, 365, 373, 376
  - großes, 333, 349, 405
  - kompositionsgemitteltes chemisches, 347
  - primäres, 301, 332
  - thermodynamisches, 332, 333, 335, 342
- Präparation eines Mikrozustandes
  - statistische Interpretation, 39
- Präparationszeit, 72
- Prigogin-Defay Verhältnis, 401
- Prinzip von Le Chatelier, 389, 390
- Prinzip von Le Chatelier-Braun, 391
- Produkt, 343, 369
- Projektionsoperator
  - Idempotenzeigenschaft, 76
- Protokoll, 125, 338
- Protostern, 254
- Prozess
  - adiabatischer, 343, 356
  - biochemischer, 348
  - chemischer, 343
  - elektrochemischer, 348
  - irreversibler, 316
  - isentrop-isobarer, 342, 387
  - isentrop-isochorer, 340
  - isentropischer, 340, 389
  - isobarer, 341
  - isochorer, 339
  - isotherm-isentropischer, 385
  - isotherm-isobarer, 348
  - reversibler, 316, 338, 340–342, 345
  - thermodynamisch irreversibler, 128
  - thermodynamisch reversibler, 128
  - thermodynamischer, 317, 338
- Prozessbedingung, 385
- Prozessbilanz, 124
- Prozessführung, 124, 313, 388
- Prozessklasse, 128, 338
- Prozessweg, 317
- Quantengas, 210
- quantenmechanische identische Partikel
  - Symmetrie der Gesamtwellenfunktion, 211
  - Ununterscheidbarkeit, 211
  - Verschränkung, 211
- quantenmechanischer Vielteilchenzustand
  - Volumen im klassischen Phasenraum, 86
- quantenmechanisches Problem, 28
- Quantenstatistik, 85, 331
- Quantenzustände eines Rotators, 179
- Quantenzustand, 70
- quasiabgeschlossenes Subsystem, 113
- Rückwärtstransformation, 360
- Randbedingung, 339, 385
  - isotherme, 386
  - zyklische, 278
- Raoult'sches Gesetz
  - der Dampfdruckerniedrigung, 379
  - der Siedepunktserhöhung, 378
- Reaktion

- chemische, 366, 368, 369
- endotherme, 343
- exotherme, 343
- isobar-isotherme, 369
- spontane, 343
- Reaktionsvektor, 372
- Reaktionswärme, 343, 348
- reales Gas
  - Zustandsgleichung
    - empirisch, 275
- reales Gas
  - Beatti-Bridgeman-Gleichung, 275
  - Berthelot-Gleichung, 275
  - Dieterici-Gleichung, 275
  - Planck-Gleichung, 275
  - Redlich-Gleichung, 275
  - van der Waals-Gleichung, 275
  - Wohl-Gleichung, 275
  - Zustandsgleichung
    - Reihenentwicklung, 274
- reduzierte Temperatur, 180
- Referenzkonzentration, 380
- Reibung, 311
- Rekurrenzzeit, 68
  - Schätzung, 69
- Rekursionsgleichung, 287
- Relation
  - Ehrenfest'sche, 398, 401
  - thermodynamische, 333
- relative Schwankung, 20
- Renormierungsgruppentechnik, 411
- Reservoir, 322
- Reskalierung, 87
- Restarbeit, 312
- Restriktion
  - geometrische, 83
- Restsystem, 417
- Reversibilität, 2
  - mikroskopische, 65
- reversibler Prozess, 127
- Riemannsche  $\zeta$ -Funktion, 224
- Rotationsfreiheitsgrade, 177
  - quantenmechanische, 178
- Rotator
  - Anwendbarkeit der klassischen
    - Theorie, 183
  - Beitrag zum Druck, 183
  - Gleichverteilungssatz, 184
  - innere Energie, 183
  - klassischer, 181
  - tiefe Temperatur, 183
    - spezifische Wärme, 184
  - Wärmekapazität, 184
- Sättigungskonzentration, 368
- Salmiak, 367
- Satz
  - Carnot'scher, 324
  - Satz gleichartiger Systeme, 39
  - Satz von Euler, 201
  - Schallgeschwindigkeit, 239
  - Scharmittelwert, 57, 58, 63
  - Schmelzdruckkurve, 375
  - Schmelzwärme, 377
  - Schrödinger-Gleichung, 78
  - Schrödinger-Gleichung
    - Lösung, 71
  - Schrödingergleichung
    - Präparation des Anfangszustandes, 71
  - Schwankung der Teilchenzahl, 205
  - Schwingungsfreiheitsgrade, 177
    - quantenmechanisch, 178
  - Selbstkonsistenzgleichung, 296
  - Selbstmittelung, 117
  - semipermeable Wand, 383
  - Shannon'sche Informationsentropie, 90, 92, 99, 102, 161
  - Siedepunktserhöhung, 368, 376
  - Singularität der Fugazität, 227
  - Singularität, logarithmische, 404
  - Skala
    - makroskopische, 385
    - mesoskopische, 419
    - mikroskopische, 311
    - thermodynamisch akzeptable, 416
  - Skalenfaktor, 338
  - Skalenfunktion, 409
  - Skalengesetz, 200, 337
  - Skalenparameter, 367
  - Skalenrelation, 305, 350, 407
  - spezifische Wärmekapazität, 341
  - Spin-Gitter-Modell, 276
    - Heisenberg, 276
    - magnetische Materialien, 276
  - Spin-Spin-Wechselwirkung
    - klassisch, 276
    - quantenmechanisch, 276
  - Spinglas, 278, 331
  - Spinodale, 394, 406
  - spontane Magnetisierung, 407
  - Spread, 20
  - stöchiometrisches Verhältnis, 366
  - Stabilität
    - thermodynamische, 385, 394
  - Stabilitätsbedingung, 391
    - thermodynamische, 419
  - stationäre Liouville-Gleichung, 54
  - Stationarität, 16
  - Statistik
    - Nichtgleichgewichts-, 6
  - Statistische Physik, 2
    - klassische
      - Grenzfall klassische Mechanik, 40

- klassische Statistik, 38
- Quantenstatistik, 38
- Thermodynamik, 108
- statistische Unabhängigkeit, 20, 113
- statistische Verteilungsfunktion, 84
- statistischer Operator, 74
  - Bewegungsgleichung, 79
- Stirling'sche Formel, 106, 141, 172
- Strahlungsdruck, 255
- Streuung, 20
- struktureller Glasübergang, 278
- Subgraph, 265
  - leerer, 265, 266
- Sublimationsdruckkurve, 375
- Sublimationswärme, 375
- Subsystem, 15, 113, 363, 413
- Subsysteme
  - Aufteilung, 114
  - Gibbs'scher Korrekturfaktor, 168
  - Mittelwert des Gesamtsystems, 115
  - physikalische Äquivalenz, 116
  - statistisch unabhängige, 167
  - Superpositionsprinzip, 169
- Subvolumen, 422
- Supernova, 255
- Supraleiter, 398
- Suszeptibilität, 397, 409
- symplektische Einheitsmatrix, 45
- System
  - abgeschlossenes, 310, 311, 317
  - adiabatisches, 310
  - biologisches, 384
  - dreiphasiges, 367
  - einkomponentiges, 373
  - Erwartungswert, 58
  - fünfkomponentiges, 372
  - feldfreies, 339
  - geschlossenes, 310, 311, 339, 341, 342, 348, 369, 387
  - homogenes, 366, 393
  - instabiles, 394
  - isentropes, 310
  - isobares, 310
  - isochores, 310
  - isotherm-isentropes, 385
  - isotherm-isochores, 345
  - isothermes, 310
  - makroskopisches, 6, 29
  - mechanisches
    - nichtlineare Differentialgleichungen 1. Ordnung, 27
  - mehrkomponentiges, 334, 368
  - mesoskopisches, 7, 29
  - Messwert, 58
  - nichtergodisches, 331
  - offenes, 310, 311
  - quantenmechanisches
    - partielle Differentialgleichung, 27
    - stationäres, 16
    - thermodynamisch-stabiles, 363
    - thermodynamisches, 310, 339
    - vierphasiges, 367
    - Wahrscheinlichkeitsdichte
      - subjektive Information, 44
    - wechselwirkendes, 405
    - zweikomponentiges, 367
    - zweiphasiges, 366, 367
- System mit Wechselwirkung
  - Cluster
    - irreduzibles, 273
  - Zustandsintegral, 262
    - kanonisches Ensemble, 261
  - Partikeldichte
    - Druck, 272
    - Fugazität, 271
  - thermische Zustandsgleichung, 271
  - Virialentwicklung, 272
  - Zustandssumme
    - kanonische, 268
- Systeme
  - homogene, einkomponentige, 362
  - homogene, mehrkomponentige, 362
  - zweikomponentige, 375
- Systemzustand
  - Informationsdefizit, 39
- Teilchenzahl, 334, 336
- Teilchenzahlfluktuation, 303, 423
- Temperatur, 306
  - reduzierte, 407
- Temperaturausgleich, 138
- Temperatureichung, 326
- Temperaturfluktuation, 420
- Temperaturskala, 326
- thermische Wellenlänge, 142, 171, 223
- thermische Zustandsgleichung, 228
- thermischer Ausdehnungskoeffizient, 355
- Thermodynamik, 3
  - phänomenologische, 332
- thermodynamische Differentiale, 129
- thermodynamische Irreversibilität
  - Reibungs- oder Dissipationseffekte, 129
- thermodynamische Stabilität, 385, 394
- thermodynamische Temperatur, 326, 327
- thermodynamische Ungleichungen, 139
- thermodynamische Zustandsfunktion
  - Gibbs'sches Potential, 203
- thermodynamische Zustandsgrößen, 123
- thermodynamischer Gleichgewichtszustand
  - Shannon'sche Entropie, 120
- thermodynamischer Grenzfall, 227

- thermodynamischer Limes, 3, 90, 109, 116, 161, 165, 205
- thermodynamischer Prozess, 124
- thermodynamisches Gleichgewicht, 64
- thermodynamisches Bad, 157
- thermodynamisches Ensemble, 158
- thermodynamisches Potential, 163
- thermodynamisches Reservoir, 157
- thermodynamisches Viereck, 351
- totales Differential, 126, 312
- Trägheitsmoment, 178
- Trägheitstensor, 178
- Trajektorie
  - infinitesimal benachbarte, 30
- Trajektorien
  - benachbarte
    - Zeitabhängigkeit infinitesimaler Abstände, 31
- Transformation
  - Jacobi-, 358, 362
  - Legendre-, 332, 344, 346
- Transformationsgesetz
  - Wahrscheinlichkeitsdichte, 10
- Transformationsvorschrift, 358
- Translationsfreiheitsgrade, 177
- Tripelpunkt, 367
- Tsallis-Entropie, 103
  - Nichtgleichgewichtsprozesse, 104
- Übergang von der Summation zur Integration, 221
  - Behandlung des Grundzustandes, 221
- Übergang
  - mikroskopische-makroskopische Beschreibung, 109
- Umgebung, 322
- Unabhängigkeit
  - statistische, 337
- unabhängige Zustandsvariable
  - Satz von, 123
  - Vollständigkeit des Satzes, 124
- Universalität, 327, 407
- Universalitätsklasse, 408
- Unordnung
  - mikroskopische, 126
- Unschärferelation, 69, 72
- Unsicherheit eines Ereignisses, 90
- Unstetigkeit, 397
- unterscheidbare Partikel, 217
- Untersystem, 412
- Ununterscheidbarkeit, 86, 178
- van der Waals-Gleichung, 392, 406
- van't Hoff-Gleichung, 384
- Variable
  - abgeleitete, 334
  - extensive, 389
  - intensive, 365, 367
  - natürliche, 333, 334, 349
  - thermodynamisch konjugierte, 389
  - thermodynamische, 336, 363
  - transformierte, 335
- Variablentransformation, 358
- Varianz, 20
- Variation, 364
- Verdampfungswärme, 374
- Verteilung
  - quantenstatistische, 70
  - stationäre
    - ergodisches System, 62
    - mischendes System, 62
- Verteilungsfunktion
  - deterministischer Grenzfall, 41
  - statistische, 301, 413
  - Wahrscheinlichkeitsdichte, 40
- Verteilungsfunktion der Mikrozustände
  - mischende Dynamik, 136
- Vielteilchenexperiment
  - Wiederholbarkeit, 31
- Vielteilchensystem, 2, 4, 27, 83
  - Dynamik
    - mechanisch, 38
    - quantenmechanisch, 38
    - statistische Beschreibung, 38
  - Konzept
    - klassische Mechanik, 27
    - Quantenmechanik, 27
  - Lösungsalgorithmen, 27
  - makroskopische Eigenschaften
    - Thermodynamik, 109
  - makroskopisches, 23
  - Observable, 57
  - Präparation Anfangszustand, 27
  - reales
    - Ljapunov-Exponenten, 37
- Vielteilchensysteme
  - makroskopische Eigenschaften
    - Thermodynamik, 108
  - reale
    - chaotische Dynamik, 37
    - statistische Beschreibung, 38
- Virial
  - Clausius'sches, 148, 272
- Virialentwicklung, 261
- Virialsatz, 147, 148
  - paarweise wechselwirkende Partikel, 150
- Vollständigkeitsrelation, 76
- Volumen, 334, 336
  - reduziertes spezifisches, 407
  - spezifisches, 338, 374, 375, 380, 384, 399
- Volumen einer  $d$ -dimensionalen Kugel, 140

- Volumenabhängigkeit der inneren Energie
  - isotherme, 354
- Volumenarbeit, 312, 340, 348
- Volumenaustausch, 312
- von Neumann-Gleichung, 79
- Vorwärtstransformation, 360
  
- Wärme, 310
- Wärmeäquivalent, Joule'sches, 311
- Wärmeübergang, 318
- Wärmeaustausch, 311
- Wärmebad, 319, 322, 326
- Wärmebilanz, 323
- Wärmeenergie, 311
- Wärmekapazität, 339, 356, 360, 389, 410
  - isochore, 315
  - spezifische, 315, 397
- Wärmespeicher, 318, 323
- Wärmestrom, 320
- Wärmekapazität, 297
  - iochore, 167
  - logarithmische Singularität, 293
  - Sprung, 298
- Wärmekapazität des Festkörpers, 241
- Wärmekapazität des Festkörpers bei hohen Temperaturen
  - Dulong-Petit'sche Regel, 242
- Wärmekapazität des Festkörpers bei tiefen Temperaturen, 242
- Wahrscheinlichkeit, 7, 9
  - bedingte, 10, 13
  - kombinierte, 13
  - quantenmechanische, 73
    - Normierung, 73
  - reduzierte, 13
  - statistische, 73
  - zeitabhängige, 15, 16
- Wahrscheinlichkeitscharakter, 41
- Wahrscheinlichkeitsdichte, 9
  - Bayes'sche Interpretation, 44
  - bedingte, 13, 15
  - diskrete Ereignisse, 10
  - Evolution, 44
  - Evolutionsgleichung, 41
  - invarianter Transport, 46
  - multivariable, 11
  - Transport
    - ohne Informationsverlust, 46
  - Verteilungsfunktion, 40
  - zeitabhängige, 15, 16, 54
  - zeitliche Änderung, 46
- Wahrscheinlichkeitsinterpretation
  - Bayes'sche, 8
  - Gauß'sche, 8
  - kombinatorische, 8
- wahrscheinlichkeitstheoretische Beschreibung, 4
  
- Wahrscheinlichkeitstheorie
  - maßtheoretische Interpretation
    - Kolmogorov, 52
- Wahrscheinlichkeitsverteilung, 9, 38, 305
  - abhängige Variable, 22
  - Bestimmung, 108
  - großkanonische Gesamtheit, 193
  - Information über den Mikrozustand, 53
  - Informationsdefizit, 66
  - Informationsgehalt, 53
  - normierte, 420
  - Normierung, 53
  - stationäre, 53, 83
  - Variable
    - abhängige, 18
- wahrscheinlichster Wert, 19
- Wandpotential, 148
- Wechselwirkung
  - antiferromagnetische, 277
  - effektive, 379
  - ferromagnetische, 277
  - Systeme mit, 261
  - Vielteilchensystem, 66
- Wechselwirkung zwischen Partikeln, 113
- Wechselwirkungsbeitrag, 370
- weißer Zwerg, 255
- Wiederholbarkeit
  - experimentelle
    - mikroskopisch detailgenaue, 35
- Wiederkehrinwand
  - Poincaré, 67
- Wirkungsgrad, 322, 323, 326
  
- Zahl der Quantenzustände im Energieintervall, 86
- Zeitmittelwert, 58, 63, 64
- Zeitordnungsoperator, 33
- Zeitumkehr, 2
- Zufallsgröße, 17
  - Funktion, 18
- Zufallsvariable, 9
- Zustand
  - gemischter, 75, 76
  - metastabiler, 419
  - quantenmechanischer, 73
  - reiner, 75, 76
  - thermodynamischer, 388
- Zustand minimaler Information
  - thermodynamisches Gleichgewicht, 67
- Zustandsänderung, 316
- Zustandsdichte, 222
- Zustandsfunktion, 123, 333
- Zustandsgleichung, 333, 344, 362
  - kalorische, 333, 358
  - thermische, 333, 355, 356

- Zustandsgröße, 333, 399
  - abgeleitete, 334
  - dimensionsunabhängige, 407
  - thermodynamisch konjugierte, 334
- Zustandsintegral, 305, 332
  - großkanonisches, 403
  - kanonisches, 307
  - mikrokanonisches, 87
- Zustandsraum, 78, 314
- Zustandssumme, 85, 282, 332
  - großkanonische, 270
  - kanonische, 344
  - mikrokanonische, 87, 415
- Rotator, 178
- Zustandssumme Rotator
  - analytische Näherung
  - hohe Temperatur, 179
- Zustandsvariable, 3, 89, 111, 123, 333, 334
  - äußere, 111
  - Makrozustand, 108
- zweiatomiges Molekül
  - Eigenfunktionen des harmonischen Oszillators, 185
  - harmonische Schwingung, 185
  - hermitesche Polynome, 185
  - Oszillator, 185
    - Beitrag zum Druck, 186
    - hohe Temperatur, 186
    - kalorische Zustandsgleichung, 186
    - reduzierte Temperatur, 185
    - tiefe Temperatur, 186
    - Wärmekapazität, 187
    - Zustandssumme, 185
  - reduzierte Masse, 185
  - Relativbewegung der Massen, 185
  - Rotation, 185
  - Translation, 185
- Zweig, 265
  - leerer, 266
- Zweikörperproblem, 2