

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Vorlesungen über theoretische Physik

Vorlesungen über Theorie der Wärme

Helmholtz, Hermann von

Leipzig, 1903

Inhalt

[urn:nbn:at:at-ubi:2-7085](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-7085)

Inhalt.

Erster Theil.

Reine Wärmelehre.

Erster Abschnitt.

Grundlagen.

Erstes Kapitel.

Ueber die Temperatur.

	Seite
§ 1. Kennzeichen der „Wärmheit“ eines Körpers, ungleicher und gleicher Temperatur verschiedener Körper	1
§ 2. Messung der Temperatur. Principien der Thermometrie	6

Zweites Kapitel.

Ueber die Wärmemenge.

§ 3. Quantität des Wärmestoffs; Wärmecapacität; spezifische Wärme	13
§ 4. Latentwerden des Wärmestoffs bei Aenderungen des Aggregatzustandes	17
§ 5. Der Wärmestoff bei chemischen Processen	20

Zweiter Abschnitt.

Wärmeleitung.

Erstes Kapitel.

Aufstellung der zu erfüllenden Gleichungen.

§ 6. Der Wärmestrom, seine Componenten, seine Dichtigkeit und seine Intensität	23
§ 7. Zusammenhang von Wärmestrom und Temperatur	28
§ 8. Ueber die „Art“ oder die „Dimension“ der vorkommenden Größen	32
§ 9. Verhalten der Wärmeströmung an der Berührungsfläche zweier Wärmeleiter	34
§ 10. Zeitliche Anfangsbedingungen und körperliche Grenzbedingungen	36

Zweites Kapitel.

Ueber die Möglichkeit, aus bekannten Lösungen neue zu gewinnen.

§ 11. Superposition der Lösungen homogener linearer Differentialgleichungen	39
---	----

	Seite
§ 12. Die Grenzbedingungen seien nicht homogen	43
§ 13. Complexe Lösungen	45

Drittes Kapitel.

Allgemeine Eigenschaften der Lösungen des Problems.

§ 14. Der GREEN'sche Satz	46
§ 15. Constanz der Wärmemenge	52
§ 16. Satz von der Ausgleichung der Unterschiede	54
§ 17. Eindeutigkeit der Lösungen	57
§ 18. Besondere Form der Sätze für stationäre Strömungen	61

Viertes Kapitel.

§ 19. Stationäre Strömungen in unbegrenzten Körpern	64
---	----

Fünftes Kapitel.

Wärmeleitung in Stäben von begrenzter Länge.

§ 20. Differentialgleichung bei Berücksichtigung der seitlichen Wärmeabgabe	69
§ 21. Stationäre Strömung. Versuche von G. WIEDEMANN und FRANZ	72
§ 22. Letztes Ausklingen einer anfänglichen Erwärmung. Versuche von F. NEUMANN	75
§ 23. Vollständiger Verlauf der Temperatur bei beliebig gegebenem Anfangszustand. FOURIER'sche Reihen	78
§ 24. Berechnung der Coefficienten in einer FOURIER'schen Reihe	81
§ 25. Besonderheiten der Reihen, welche nur die Cosinus oder nur die Sinus enthalten	86
§ 26. Beweis der Convergenz der FOURIER'schen Reihen	88
§ 27. Beweis der richtigen Darstellung gegebener Functionen durch FOURIER'sche Reihen	95

Sechstes Kapitel.

Temperaturwellen in einem Medium, dessen ebene Endfläche wechselnd erwärmt wird.

§ 28. Lösung des Problems mit Berücksichtigung der seitlichen Wärmeabgabe bei Stäben	100
§ 29. Das Eindringen der jährlichen und täglichen Temperaturoscillationen in den Erdboden hinein	107
§ 30. Die Temperatur der Oberfläche sei eine beliebig vorgeschriebene Function der Zeit	112

Siebentes Kapitel.

In einem unbegrenzten Medium findet Wärmeströmung nur in einer Richtung statt.

§ 31. Das FOURIER'sche Integral und seine Anwendung auf unser Problem	114
§ 32. Die anfängliche Erwärmung beschränke sich auf eine unendlich dünne Schicht	119
§ 33. Die Anfangstemperatur sei eine beliebig gegebene Function einer Coordinate	126

INHALT.

IX

	Seite
§ 34. Zu Anfang sei an einer Ebene ein Temperatursprung vorhanden .	128
§ 35. Eine Endfläche eines ursprünglich heißen Körpers wird dauernd auf constanter niedriger Temperatur erhalten	134
§ 36. Anwendung auf die säculare Abkühlung der Erde	135
§ 37. Beziehungen der Probleme von § 32 und § 34 zu den analogen Problemen für Stäbe von endlicher Länge	140

Achtes Kapitel.

§ 38. Die Temperatur sei Function der Zeit und der Entfernung von einem gegebenen Punkte	145
--	-----

Dritter Abschnitt.

Wärmestrahlung.

§ 39. Bestrahlung und Ausstrahlung von Flächenelementen	147
§ 40. Emission und Absorption vollkommen schwarzer Flächenelemente und Körper	153
§ 41. Emission und Absorption nicht-schwarzer Körper	156
§ 42. Reciprocität für die gegenseitige Zustrahlung bei vorkommenden Reflexionen, Brechungen u. s. w.	158
§ 43. Das KIRCHHOFF'sche Gesetz für die einzelnen Strahlengattungen .	162
§ 44. Schlußfolgerungen aus dem KIRCHHOFF'schen Gesetz	166

Zweiter Theil.

Thermodynamik oder mechanische Wärmetheorie.

Erster Abschnitt.

Die beiden Hauptsätze und ihre unmittelbaren Anwendungen.

Erstes Kapitel.

Der erste Hauptsatz.

§ 45. Die Constanz der Energie und die Wärme als Arbeitsäquivalent .	169
§ 46. Analytische Formulirung des ersten Hauptsatzes	176
§ 47. Anwendung auf die vollkommenen Gase	183
§ 48. Adiabatische Zustandsänderungen eines vollkommenen Gases; Verhältniß der beiden specifischen Wärmen	186
§ 49. Anwendung zur Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalentes und auf die atmosphärischen Verhältnisse	195

Zweites Kapitel.

Ableitung des zweiten Hauptsatzes.

§ 50. Reversible Processe. Graphische Darstellung von Processen. CARNOT's Kreisproceß. Diagramm der Arbeit	202
§ 51. Berichtigte Auffassung adiabatischer Processe. Berechnung der Arbeit bei CARNOT's reversiblen Kreisproceß	207
§ 52. Das Verhältniß von Arbeitsleistung und übergeführter Wärme ist unabhängig von der Beschaffenheit des Ueberträgers	212
§ 53. Analytische Formulirung des zweiten Hauptsatzes	218

Drittes Kapitel.

Anwendungen des zweiten Hauptsatzes.

Seite

- § 54. Schlüsse, die spezifischen Wärmen beliebiger Körper und die adiabatischen Prozesse betreffend. Allgemeinere Form der Gleichungen 223
- § 55. Anwendung auf Aenderungen des Aggregatzustandes 231
- § 56. Anwendung auf die spezifische Wärme der gesättigten Dämpfe 236

Viertes Kapitel.

Allgemeine Bedeutung des zweiten Hauptsatzes.

- § 57. Absolute Temperaturdefinition durch den zweiten Hauptsatz 241
- § 58. Begriff der Entropie eines Systems. Zunahme der Entropie durch irreversible thermische Prozesse 244
- § 59. Mechanische Arbeitsvorräthe verhalten sich wie Wärmemengen von unendlich hoher Temperatur. Fortschreitende Beschränkung der Verwandelbarkeit der Energie 250
- § 60. Irreversible nicht-thermische Prozesse. Die Wärme als ungeordnete Bewegung 253

Fünftes Kapitel.

Eine Anwendung des Entropiebegriffes.

- § 61. Theorie der thermoelektrischen Phänomene 261

Zweiter Abschnitt.

Die freie Energie und die Anwendungen ihres Begriffes.

Erstes Kapitel.

Die Bedeutung der thermodynamischen Potentiale und der freien Energie.

- § 62. Ueber thermodynamische Potentiale 267
- § 63. Die freie Energie 273
- § 64. Erweiterung der Zahl der Zustandsvariablen und des Kraftbegriffs 277

Zweites Kapitel.

Anwendungen des Begriffes der freien Energie auf chemische und galvanische Prozesse.

- § 65. Wärmeerzeugung durch chemische Prozesse bei reversiblen und irreversiblen Verlauf 282
- § 66. Die freie Energie als Arbeitsfähigkeit der chemischen Kräfte; die gebundene Energie als latente Wärme 286
- § 67. Die äußere Arbeitsleistung und die Aenderung der gesamten inneren Energie 289
- § 68. Satz für die bei isothermen Aenderungen zuzuführende Wärmemenge 292
- § 69. Grundlagen einer Theorie galvanischer Elemente. Anwendung auf das DANIELLSche 295
- § 70. Allgemeine Thermochemie polarisationsfreier Elemente 299
- § 71. Theorie der galvanischen Polarisation 305

Drittes Kapitel.

Theorie der Lösungen.

	Seite
§ 72. Reversibler Wasserzusatz zu einer Lösung; dabei geleistete Arbeit	309
§ 73. Kräfte, mit denen das Wasser und das Salz von der Lösung festgehalten werden	313
§ 74. Die bei Concentrationsunterschieden auftretenden Kräfte	317
§ 75. Der osmotische Druck	321
§ 76. Gefrierpunkt von Lösungen	326
§ 77. Ueber Sättigung; über Lösungs- und Verdünnungswärme . . .	330
§ 78. Einfluß der Capillarität auf die Verdampfung	333

Dritter Theil.

Theorien der molecularen Wärmebewegung.

Erster Abschnitt.

Die Wärmebewegung betrachtet als cyklische Bewegung.

Erstes Kapitel.

Recapitulation und Erweiterung von Principien der
Mechanik.

§ 79. Ableitung des HAMILTON'schen Principis für ein System, auf das äußere Kräfte wirken	338
§ 80. Die erweiterten Bewegungsgleichungen nach LAGRANGE in Coordinaten beliebiger Art	341

Zweites Kapitel.

Theorie der Systeme mit cyklischen inneren Bewegungen.

§ 81. Cyklische Systeme. Processe analog den reversiblen. Grundlagen für die Anwendbarkeit auf die Wärme	346
§ 82. Allgemeinere Formen für lebendige Kraft und kinetisches Potential durch Elimination von Variablen. Möglichkeit irreversibler Processe	353
§ 83. Beziehungen für die Energie und die lebendige Kraft von Systemen mit verborgenen Bewegungen	358
§ 84. Die lebendige Kraft als integrierender Nenner der zugeführten cyklischen Energie oder der Wärmemenge	362
§ 85. Koppelung zweier monocyclischer Systeme. Umwandlung von cyklischer Energie in äußere Arbeit	367

Zweiter Abschnitt.

Kinetische Gastheorie.

Erstes Kapitel.

Elemente der Theorie.

§ 86. Grundlegende Vorstellungen	371
§ 87. Ableitung der Gasgesetze bei Vernachlässigung der Zusammenstöße	373
§ 88. Berechnung der Geschwindigkeit der Partikeln	376

Zweites Kapitel.

Mechanik der Zusammenstöße.

	Seite
§ 89. Allgemeines über die Zusammenstöße der Partikeln untereinander	377
§ 90. Geschwindigkeitsänderungen durch einen gegenseitigen Zusammenstoß	379
§ 91. Schlüsse für die Collision zweier gleichartiger und die zweier ungleichartiger Partikeln	383

Drittes Kapitel.

Vertheilung der Geschwindigkeiten unter die Partikeln.

§ 92. Das MAXWELL'sche Vertheilungsgesetz der Geschwindigkeitscomponenten	386
§ 93. Die Vertheilung nicht geändert durch Collisionen ungleichartiger Partikeln	392
§ 94. Vertheilungsgesetz der resultirenden Geschwindigkeit. Berechnung der lebendigen Kraft	396

Viertes Kapitel.

Schlußfolgerungen aus der Theorie.

§ 95. Berechnung des Druckes nach MAXWELL's Geschwindigkeits-Vertheilung. Gesetz von AVOGADRO	400
§ 96. Verwandlung von Wärmebewegung in äußere Arbeit	403
§ 97. Schlüsse, die specifischen Wärmen betreffend	405

Fünftes Kapitel.

Erscheinungen, die von den Kräften der Molekeln und von ihrer Raumerfüllung abhängen.

§ 98. Abweichungen von den Gasgesetzen	409
§ 99. Erscheinungen, die von der Weglänge der Molekeln abhängen	412

Berichtigungen und Zusätze	418
--------------------------------------	-----