

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>IX</b>	
<b>Wärme</b>		
W 1 Wie groß sind Moleküle?	Der Ölfleckversuch (I)	1
W 2 Gibt es überhaupt Moleküle?	Der Ölfleckversuch (II)	6
W 3 Elastisches Verhalten von Gasen	Analogie zur Schraubenfeder	12
W 4 Das Gesetz von Boyle-Mariotte	Experimentelle Überprüfung	16
W 5 Das Gesetz von Gay-Lussac	Experimentelle Überprüfung	19
W 6 Das Gesetz von Amontons	Experimentelle Überprüfung	24
W 7 Die Zustandsgleichung der idealen Gase (I)	Zusammenfassung der Gasgesetze	30
W 8 Die Zustandsgleichung der idealen Gase (II)	Universelle Gaskonstante	33
W 9 Die Grundgleichung der kinetischen Gastheorie	Präzisierung des Modells „ideales Gas“	35
W 10 Wie schnell bewegen sich die Moleküle?	Folgerungen aus der Grundgleichung	40
W 11 Diffusion und Osmose	Beschreibung und Deutung von Experimenten	46
W 12 Osmose	Ein Sonderfall von Diffusion	51
W 13 Abstand, Wirkungsquerschnitt, freie Weglänge	Ergänzungen	56
W 14 Wärme und Arbeit	Gedankenversuch nach Robert Mayer	60
W 15 Innere Energie, Gleichverteilungssatz	Unterscheidung von ein- und mehratomigen Gasen	64
W 16 Das Verhältnis der molaren Wärmekapazitäten	Bestimmung von $C_p/C_V$ mit dem Gasfederresonanzgerät	69
W 17 Die Schwingungsdauer einer Gassäule	Zusammenhang mit der Adiabaten-Gleichung	74
W 18 Barometrische Höhenmessung	Herleitung auf drei Arten	78
W 19 Sedimentationsgleichgewicht	Bestimmung der Avogadro-Konstante nach J. Perrin	85
W 20 Welche Rolle spielt die Wärmestrahlung bei der Abkühlung eines warmen Körpers in Luft?	Verteilung der Wärmeabgabe auf die verschiedenen Arten des Wärmetransports	94

---

W 21	Reversible und irreversible Prozesse	Eine weitere Analogie im Verhalten von Schraubenfedern und Gasen	98
W 22	Isothermen und Adiabaten	Vorbereitung auf Kreisprozesse	105
W 23	Die Arbeit bei der Zustandsänderung eines idealen Gases	Arbeitsdiagramm im p-V-System	108
W 24	Kreisprozesse	Vorbereitung auf den <i>Carnot-Prozeß</i>	113
W 25	Der <i>Carnotsche Kreisprozeß</i>	Wirkungsgrad, Wärmepumpe	118
W 26	Es gibt kein Perpetuum mobile zweiter Art	Der Wirkungsgrad der <i>Carnot-Maschine</i> kann nicht übertroffen werden	122
W 27	Reduzierte Wärmemengen bei <i>Carnot-Prozessen</i>	Vorbereitung auf den Begriff der Entropie	126
W 28	Die Entropie	Definition einer neuen Zustandsgröße	131
W 29	Bei irreversiblen Prozessen nimmt die Entropie zu	Entropiesatz oder 2. Hauptsatz	136
W 30	Unordnung ist wahrscheinlicher als Ordnung	Entropie und Wahrscheinlichkeit	142
W 31	Kohlendioxid ist kein ideales Gas	Unzureichender Versuch einer Korrektur der Zustandsgleichung	146
W 32	Die Zustandsgleichung realer Gase	Herleitung und kinetische Deutung der <i>van der Waals-Gleichung</i>	149

### Atommodelle

AM 1	Die <i>Brownsche Bewegung</i>	Bestimmung der <i>Avogadro-Konstante</i> nach <i>Einstein</i>	155
AM 2	Die <i>Brownsche Bewegung</i> und die Diffusion (I)	Das Verschiebungsquadrat im Platzwechselmodell	164
AM 3	Die <i>Brownsche Bewegung</i> und die Diffusion (II)	Herleitung der <i>Einstein-Beziehung</i> auf zwei Arten	171
AM 4	Erstes Indiz für kreisende negative Ladungsträger im Atom	Der <i>Zeeman-Effekt</i> (1885) und seine Erklärung durch <i>H. A. Lorentz</i>	177
AM 5	Weshalb im Atom die positive Ladung nicht gleichmäßig verteilt sein kann	Erkenntnisse aus den Streuversuchen mit $\alpha$ -Teilchen	182
AM 6	Streuung von $\alpha$ -Teilchen an einer dünnen Goldfolie	Nachweis von Ablenkung und Rückstreuung	187

---

AM 7	Weshalb der größte Teil des Atoms leer sein muß	Rutherford's Interpretation der Streuversuche	193
AM 8	Die Rutherford'sche Streuformel	Herleitung und experimentelle Überprüfung	200
AM 9	Wie Spektrallinien Aufschluß über die Struktur der Atomhülle geben	Vom klassischen Wasserstoffatom zum Bohrschen Energienstufenmodell	209
AM 10	Elektronenbahnen und Energienstufen im Wasserstoffatom	Bohrsches Atommodell (I)	214
AM 11	Wie schnell ist das Elektron im Wasserstoffatom?	Bohrsches Atommodell (II)	221
AM 12	Welche Spektren lassen sich noch mit dem Bohrschen Energienstufenmodell beschreiben?	Wasserstoffähnliche Ionen	227
AM 13	Warum sind die Spektren anderer Atome vielfältiger als das Wasserstoffspektrum?	Eine erste Erweiterung des Bohrschen Atommodells	232
AM 14	Warum erscheinen im Magnetfeld für jede Spektrallinie mehrere eng nebeneinander?	Das Atom als Magnet. Die dritte Quantenzahl	237
AM 15	Warum besteht jede „Linie“ der Alkaliatome aus zwei Einzellinien?	Feinstruktur von Spektrallinien. Elektronenspin	242
AM 16	Gibt es wirklich Elektronenbahnen im Wasserstoffatom?	Meßbar sind nur die Energienstufen	246
AM 17	Die Schrödingergleichung	Von der harmonischen Schwingung zur stehenden Welle im Potentialkasten	251
AM 18	Energienstufen in verschiedenen Potentialtöpfen	Eine vornehmlich qualitative Betrachtung	256
AM 19	Der Grundzustand des Wasseratoms im wellenmechanischen Atommodell	Das 1s-Elektron als Ladungswolke	259
AM 20	Schwingungszustände im mehrdimensionalen Potentialkasten	Eine stufenweise Erweiterung auf drei Dimensionen	266
AM 21	Angeregte Zustände des Wasseratoms	Orbitale von s- und p-Elektronen	273
AM 22	Warum das Wasserstoffion $H_2^+$ stabil ist	Bindung der Atome im Molekül (I): homöopolare Bindung	282
AM 23	Warum Natriumchlorid in kristalliner Form vorkommt	Bindung der Atome im Molekül und Kristall (II): Die Ionenbindung	287

**Kernmodelle**

KM 1	Das Tröpfchenmodell des Atomkerns (I)	Überprüfung und Anwendung	291
KM 2	Das Tröpfchenmodell des Atomkerns (II)	Berücksichtigung von Asymmetrie- und Paarungsenergie	298
KM 3	Warum sind bestimmte Atomsorten bzw. Kernsorten besonders stabil?	Vergleich der Schalenmodelle von Atomhülle und Atomkern	304
KM 4	Welche Kerne sind besonders stabil?	Vorbereitung auf das Schalenmodell	309
KM 5	Wie lassen sich die magischen Zahlen erklären?	Schalenmodell	320
KM 6	Drei Quarks für Muster Mark	Quarks und Leptonen als Bausteine der Materie	329
KM 7	Teilchen und Antiteilchen	Paarerzeugung und Paarvernichtung	334
KM 8	Graphische Darstellung von Wechselwirkungen	Feynman-Graphen	339
KM 9	Schwere Austauschteilchen - kurze Reichweiten	Eine Konsequenz der <i>Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation</i>	344
KM 10	Betazerfall. Kernfusion in der Sonne	Umwandlungen im Rahmen der schwachen Wechselwirkung	347
KM 11	Kernkräfte und <i>van der Waals-Kräfte</i>	Beide sind Resteffekte	352