

Inhaltsverzeichnis des Skripts Experimentalphysik I

Mechanik und Wärmelehre

1. Teil: Mechanik des Massepunktes

I. Einleitung	S.1
I.1 Physikalische Größen und ihre Einheiten	S.2
II. Kinematik	S.5
II.1 Skalare und Vektoren	S.6
II.1.1 Addition von Vektoren	S.6
II.1.2 Addition von Vektoren in Koordinatendarstellung	S.7
II.1.3 Skalarprodukt und Kreuzprodukt	S.9
II.1.5 Differentiation und Integration von Vektoren	S.10
II.2 Ortsvektoren	S.11
II.3 Geschwindigkeit	S.12
II.4 Beschleunigung	S.16
II.5 Versuche und Berechnungen zur Kinematik	
S.18	
II.5.1 Gradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit	S.19
Versuch II.1: Die Luftkissenbahn	
II.5.2 Gradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung	S.20
Versuch II.2: Freier Fall	
II.5.3 Gradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung	S.24
Versuch II.3: Schiefe Ebene	
II.5.4 Beispiel einer nichtlinearen Bewegung	S.25
Versuch III.4: Der horizontale Wurf	
II.6 Relativbewegung	S.28
Versuch II.5: Auffangtrichter einer Eisenbahn	
III. Dynamik	S.33
III.1 Trägheitsgesetz oder „1. Newtonsches Axiom“	S.33
III.2 Kräfte	S.34
Versuch III.1: Federwaage	
III.3 Die träge Masse	S.36
Versuch III.2: Kordel reißt	
III.4 Grundgesetz der Mechanik oder „2. Newtonsches Axiom“	S.37
Versuch III.3: Atwood'sche Fallmaschine	
III.5 Schwere und träge Masse	S.40
III.6 Bestimmung der Erdbeschleunigung g mit Hilfe des 2. Newtonschen Axioms	S.43
Versuch III.4: g - Bestimmung	

III.7	Gegenwirkungsprinzip oder „3. Newtonsches Axiom“	S.45
	Versuch III.5: Zwei Körper auf einem Rollwagen	
III.7.1	Theoretische Überlegungen	S.45
III.7.2	Beispiel Freier Fall	S.47
III.7.3	Beispiel schiefe Ebene	S.48
IV.	Erhaltungssätze und deren Anwendung	S.49
IV.1	Der Begriff der Arbeit	S.49
IV.I.1	Definition der Arbeit	S.49
	Versuch IV.1: Arbeit längs eines graden Weges	
IV.I.2	Erweiterung auf variable Kräfte und beliebige Wege	S.51
IV.I.3	Beschleunigungsarbeit	S.52
IV.I.4	Hubarbeit	S.53
IV.I.5	Spannarbeit	S.55
IV.2	Potentielle Energie	S.56
IV.3	Kinetische Energie	S.56
IV.4	Satz von der Erhaltung der Energie	S.57
	Versuch IV.2: Kugel rollt von verschiedenen Höhen eine Bahn herunter	
IV.5	Impulssatz	
	S.60	
IV.6	Stoßgesetze	S.61
IV.6.1	Elastischer Stoß	S.62
	Versuch IV.3: Grader, zentraler, elastischer Stoß auf der Luftkissenbahn	
	Versuch IV.4: ‘Astro - Blaster’	
IV.6.2	Dynamik von Stößen	S.64
	Versuch IV.5: Grader, zentraler, unelastischer Stoß auf der Luftkissenbahn	
	Versuch IV.6: Ballistisches Pendel	
IV.6.3	Schiefer Stoß	S.70
	Versuch IV.7: Schiefer Stoß zweier Kugeln	
IV.7	Rakete	S.72
IV.8	Schwingungen	S.74
IV.8.1	Federschwingung	S.74
	Versuch IV.8: Federschwingung	
IV.8.2	Pendelschwingungen	S.80
	Versuch IV.9: mathematisches Pendel	
IV.8.3	Zusammenfassung der Schwingungen	S.84
IV.9	Energie des harmonischen Oszillators	S.85
V.	Drehbewegungen	S.91
V.1	Kinematik der Kreisbewegung	S.91
V.1.1	Darstellung eines Vektors in verschiedenen Koordinatensystemen	S.91
V.1.2	Gleichförmige Kreisbewegung	S.92

Versuch V.1a: Überlagerung einer Kreisbewegung mit einer
 Pendelbewegung
 Versuch V.1b: tangentieller Funkenflug bei einem Schleifstein

V.2 Die Fliehkraft: Dynamik der Kreisbewegung	S.97
V.2.1 Untersuchung der Fliehkraft	S.97
V.2.2 Versuche zur Fliehkraft	S.98
Versuch V.2: Das „Säge“-Blatt	
Versuch V.3: Rollende Kette	
Versuch V.4: Gleichgewichtspunkt zweier Wagen an einer Feder	
Versuch V.5: Fliehkraftregler	
V.3 Drehmoment und Drehimpuls	S.101
V.3.1 Übertrag des Kraftbegriffes	S.101
V.3.2 Übertrag des Impulsbegriffes	S.103
V.3.3 Formulierung des 2.Newtonschen Axioms für die Rotation	S.103
V.3.4 Zusammenfassung der wichtigsten Vektorgrößen der Rotation	S.105
V.4 Planetenbewegung, Kepler'sche Gesetze und die Gravitation	S.106
V.4.1 Vom geozentrischen Weltbild zur Kopernikanischen Wende	S.106
V.4.2 Die Kepler'schen Gesetze	S.108
V.4.3 Herleitung des Gravitationsgesetzes aus den Kepler'schen Gesetzen	S.109
V.4.4 Das Gravitationsgesetz	S.112
Versuch V.6: Cavendish Drehwaage	
V.4.5 Gezeiten	S.117
V.4.6 Zusammenhang Schwerkraft - Gravitation	S.119
V.5 Wie funktioniert die Gravitation	S.120
V.6 Gravitationsfeld und Gravitationspotential	S.123
V.6.1 Energiebetrachtung	S.123
Versuch V.7: Bewegung einer Kugel in einer flachen Schale	
V.6.2 Zusammenhang potentielle Energie und Kraft	S.127
V.6.3 Gravitationsfeldstärke und Gravitationspotential	S.129
V.6.4 Zusammenfassung der neu eingeführten Begriffe	S.131
VII.3.4 Gezeitenkräfte	

2. Teil: Mechanik des starren Körpers

VI. Dynamik der Drehung eines starren Körpers	S.133
Versuch VI.1: Drehendes Rad	
VI.1 Schwerpunktsatz	S.141
Versuch VI.2: Schwerpunkt eines Dreiecks	
VI.2 Drehmoment eines starren Körpers	S.144
Versuch VI.3: Fadenrolle	

VI.3 Trägheitsmoment	S.148
VI.4 Drehimpulserhaltung	S.151
Versuch VI.4: Rotierender Ball	
Versuch VI.5: Drehschemel	
Versuch VI.6: Keltisches Wackelholz	
VI.5 Arbeit und Leistung	S.154
Versuch VI.6: Messung der Stärke eines Motors durch Bestimmung seines Drehmomentes	
VI.6 Konkrete Berechnung eines Drehmomentes	S.156
Versuch VI.7: Zwei „identische“ Zylinder	
Versuch VI.8: Maxwellsche Scheibe an einer Waage	
VI.7 Steinerscher Satz	S.161
VI.8 Zusammenfassender Vergleich Rotation - Translation	S.163
VI.9 Drehung um bewegliche Achsen	S.165
Versuch VI.9: Auf seiner Spitze gelagerter Kreisel	
Versuch VI.10: Überkopfkreisel	
Versuch VI.11: Kreiselkompass	
Versuch VI.12: Kardanisch aufgehängter Kreisel	
Versuch VI.13: Kugelkreisel auf Luftkissen	
Versuch VI.14: Präzession einer Fahrradfelge	
VI.10 Unsymmetrische Rotationskörper	S.170
Versuch VI.15: Rotierende Körper und deren Hauptträgheitsachsen	
Versuch VI.16: Hauptträgheitsachsen einer Zigarrenkiste	
VI.11 Erklärung der Kreiselversuche	S.176
Versuch VI.11: Kreiselkompass	
Versuch VI.12: Kardanisch aufgehängter Kreisel	
Versuch VI.13: Kugelkreisel auf Luftkissen	
VI.12 Zusammenfassung der Kreiselbewegungen	S.178
VI.13 Trägheitsmomente und Drehschwingung	S.181
VI.14 Rotierende Bezugssysteme und Trägheitskräfte	S.182
Versuch VI.17: Schuss auf rotierender Scheibe	
Versuch VI.18: Foucaultscher Pendelversuch	
VII. Mechanische Eigenschaften fester Körper	S.190
VII.1 Aggregatzustände	
S.190	
VII.2 Reibung	S.193
Versuch VII.1: Reibung eines Holzklotzes auf dem Tisch	
Versuch VII.2: Haft- und Gleitreibung	
Versuch VII.3: Kurvenfahrt im Auto	
VII.3 Dehnung und Kompression fester Körper	S.198

Versuch VII.4: Dehnung eines Stabes	
Versuch VII.5: Dehnung eines Kautschukbandes	
Versuch VII.6: Zerreißspannung	
VII.4 Schub und Torsion	S.204
IIIX. Ruhende Flüssigkeiten und Gase	S.206
IIIX.1 Kompressibilität	S.206
IIIX.2 Druckausbreitung in Flüssigkeiten	
S.208	
Versuch IIIX.1: Hydraulische Presse	
IIIX.3 Schweredruck	S.210
Versuch IIIX.2: Hydrostatisches Paradoxon	
Versuch IIIX.3: Kommunizierende Rhren	
Versuch IIIX.4: Weinheber	
Versuch IIIX.5: Schlauchwasserwaage	
IIIX.4 Auftrieb	S.214
Versuch IIIX.6: Nachweis des Archimedischen Prinzips	
Versuch IIIX.7: Wasserteufelchen	
IIIX.5 Druck in Gasen	S.218
Versuch IIIX.8: Magdeburger Halbkugeln	
Versuch IIIX.9: Messung des Drucks	
IIIX.6 Barometrische Höhenformel	S.220
IIIX.7 Oberflächenspannung	S.223
Versuch IIIX.10: Verkleinern der Oberfläche von Seifenhuten	
Versuch IIIX.11: Messung der Oberflächenspannungen	
Versuch IIIX.12: Überdruck einer Seifenblase	
IIIX.8 Grenzflächenspannung und Kapillarität	S.227
Versuch IIIX.13: Steighöhe in Kapillaren	
Versuch IIIX.14: Keilglas	
IX. Strömende Flüssigkeiten und Gase	S.232
IX.1 Ideale stationäre Strömungen	S.232
IX.1.1 Stationäre Strömungen	S.233
IX.1.2 laminare Strömungen	S.234
Versuch IX.1: Stromlinienapparat	
IX.1.3 Kontinuitätsgleichung	S.235
IX.2 Bernoullische Gleichung	S.236
Versuch IX.2: Statischer Druck	
Versuch IX.3: Druckmesssonden	
Versuch IX.4: Schwebender Styroporball	

IX.3 Laminare Strömungen realer Flüssigkeiten	S.243
IX.3.1 Das Newtonsche Reibungsgesetz	
S.244	
IX.3.2 Anwendung des Reibungsgesetzes: Strömung durch ein Rohr	S.246
IX.3.3 Stokes'sches Gesetz	S.249
Versuch IX.5: Stokes'sche Reibung	
IX.4 Turbulente Strömungen	S.250
IX.6 Gedämpfte Schwingungen	S.252
Versuch IX.6: gedämpfte Schwingung eines Fadenpendels	

3.Teil: Wärmelehre

X. Grundlagen der Wärmelehre	S.259
X.1 Temperatur	S.259
X.2 Wärme und Wärmemenge	S.263
X.3 Aggregatzustände	S.265
Versuch X.1: Kritischer Punkt	
XI. Kinetische Gastheorie	S.270
XI.1 Idealgasgesetze	S.270
XI.2 Kinetische Gastheorie	S.278
XI.3 Geschwindigkeitsverteilung	S.284
Versuch XI.1: Geschwindigkeitsverteilung	
XI.4 Theoretische Berechnung von $n(v)$	
S.288	
XI.4.1 Boltzmann-Verteilung	S.288
XI.4.2 Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung	S.290
XI.4.3 Brownsche Molekularbewegung	S.292
Versuch XI.2: Brownsche Molekularbewegung	
XI.4.4 Definition der mittleren Geschwindigkeit	
S.293	
XII. Reale Gase	S.296
XII.1 Van der Waals Gleichung	
S.296	
XII.2 Dampfdruckkurve	S.302
Versuch XII.1: Aufnahme einer Dampfdruckkurve	
Versuch XII.2: Verzug beim Erstarren	
Versuch XII.3: Süffi	
XII.3 Partialdruck	S.307
Versuch XII.4: Partialdruck	

XIII. Transportphänomene	S.309
XIII.1 Mittlere freie Weglänge	S.309
XIII.2 Diffusion	S.312
XIII.3 Wärmeleitung	S.313
Versuch XIII.1: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien	
XIII.4 Viskosität und Konvektionsstrom	S.315
XIII.5 Wärmestrahlung	S.317
Versuch XIII.2: Wunderkerzenanzünder	
Versuch XIII.3: Radiometer oder Lichtmühle	
XIV. Hauptsätze der Wärmelehre	S. 320
XIV.1 I. Hauptsatz der Thermodynamik	
S. 321	
XIV.1.1 Mechanisches Wärmeäquivalent	S.323
Versuch XIV.1: mechanisches Wärmeäquivalent	
XIV.1.2 Innere Energie	S.325
XIV.2 Innere Energie von Gasen	S.328
Versuch von Gay-Lussac	
XIV.3 Spezifische Wärme idealer Gase	S.331
XIV.3.1 spezifische Wärme bei konstantem Volumen	S.332
XIV.3.2 spezifische Wärme bei konstantem Druck	S.334
XIV.3.3 Theoretische Bestimmung der Molwärme	S.335
XIV.3.4 experimentelle Bestimmung der Molwärme	S.338
Versuch XIV.2 Bestimmung des Adiabatenkoeffizienten	
XIV.3.5 Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme von Gasen	S.341
XIV.4 Enthalpie und Joule-Thomson-Effekt	S.342
XIV.4.1 Definition der Enthalpie	S.342
XIV.4.2 Joule-Thomson-Effekt	S.344
Versuch XIV.3 Schnee im Hörsaal	
XIV.5 Zustandsänderung idealer Gase	S.350
XIV.5.1 Isotherme Zustandsänderungen eines idealen Gases: $T = \text{const}$	S.352
XIV.5.2 Adiabatische Zustandsänderungen eines idealen Gases: $\delta Q = 0$	S.354
Versuch XIV.4 Adiabatische und isotherme Zustandsänderung	
XIV.6 Kreisprozesse und Wärmekraftmaschinen	S.356
XIV.6.1 Carnot-Prozeß	S.356
XIV.6.1.1 Prinzip des Carnot-Prozesses	S.356
XIV.6.1.2 Berechnung des Carnot-Prozesses	S.358
für n Mole eines idealen Gases	
XIV.6.1.3 Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses	S.361
XIV.6.2 Kraftwärmemaschinen und Wärmekraftmaschinen	S.362
XIV.6.2.1 Wärmepumpe	S.364
XIV.6.2.2 Kühltisch	S.365
XIV.6.3 Perpetuum mobile II. Art	S.365
XIV.6.4 Demonstration eines Heißluftmotors	S.367

XIV.6.4.1 Prinzip des Stirling-Prozesses	S.367
XIV.6.4.2 Berechnung des Stirling-Prozesses für n Mole eines idealen Gases	S.369
XIV.7 Thermodynamische Temperatur	S.373
XIV.8 II. Hauptsatz der Wärmelehre und Entropie	S.374
XIV.8.1 Formulierungen des II. Hauptsatzes und Definition der Entropie	S.375
XIV.8.2 Beweis der Äquivalenz der Formulierungen des II. Hauptsatzes	S.377
XIV.8.3 Beispiele der Berechnung von ΔS für irreversible Prozesse	S.383
XIV.8.4 Wärmeschaubild und thermodynamisches Gleichgewicht	S.386
XIV.8.5 Statistische Deutung der Entropie	S.389
XIV.9 Begriffe für die Energieversorgung	S.393
Anhang	S.396
Abbildung I.1	S.396
SI- Einheiten	S.397
Aus dem SI abgeleitete Größen	S.398
Verwendete Konstanten der Physik	S.398
Druckeinheiten	S.399
Arbeits- und Energieeinheiten	S.399
Mega, Giga, Tera - und was kommt danach?	S.400
Berechnung der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung	S.401
Empfohlene Literatur zur Vorlesung	S.403
Namen- und Sachregister	S.405
Abbildungsnachweis	S.411