

# Inhaltsübersicht zu Teil 1 und Teil 2

## *Teil 1*

- 1 Über das Messen
- 2 Vektoren
- 3 Eindimensionale Bewegung
- 4 Bewegung in einer Ebene
- 5 Dynamik I
- 6 Dynamik II
- 7 Arbeit und Energie
- 8 Erhaltung der Energie
- 9 Erhaltung des Impulses
- 10 Der Stoß
- 11 Die Drehbewegung
- 12 Drehmoment, Drehimpuls und Trägheitsmoment
- 13 Erhaltung des Drehimpulses
- 14 Gleichgewicht starrer Körper
- 15 Schwingungen
- 16 Gravitation
- 17 Statik der Flüssigkeiten und Gase
- 18 Dynamik der Flüssigkeiten und Gase
- 19 Wellen in elastischen Medien
- 20 Schallwellen
- 21 Temperatur
- 22 Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik
- 23 Kinetische Gastheorie I
- 24 Kinetische Gastheorie II
- 25 Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik
- Ergänzungen
- Anhang

## *Teil 2*

- 26 Ladung und Materie
- 27 Das elektrische Feld
- 28 Das Gaußsche Gesetz

- 29 Das elektrische Potential
- 30 Kondensator und Dielektrikum
- 31 Strom und Widerstand
- 32 Spannungsquellen und Stromkreise
- 33 Das magnetische Feld
- 34 Das Magnetfeld elektrischer Ströme
- 35 Das Induktionsgesetz
- 36 Selbstinduktion und Gegeninduktion
- 37 Magnetische Eigenschaften der Materie
- 38 Elektromagnetische Schwingungen
- 39 Wechselströme
- 40 Die Maxwellschen Gleichungen
- 41 Elektromagnetische Wellen
- 42 Natur und Ausbreitungseigenschaften des Lichts
- 43 Reflexion und Brechung – Ebene Wellen und ebene Grenzflächen
- 44 Reflexion und Brechung – Kugelwellen und sphärische Grenzflächen
- 45 Interferenz
- 46 Beugung
- 47 Gitter und Spektren
- 48 Polarisierung
- 49 Licht und Quantenphysik
- 50 Die Wellennatur der Materie
- 51 Struktur der Atome
- 52 Atomphysik: drei ausgewählte Themen
- 53 Elektrische Leitung in Festkörpern
- 54 Einführung in die Kernphysik
- 55 Kernenergie
- 56 Physik der Elementarteilchen und Kosmologie
- Ergänzungen
- Anhang

# Inhalt

1	Über das Messen	1
1.1	Physikalische Größen und Einheiten	1
1.2	Das Internationale Einheitensystem	2
1.3	Die SI-Basiseinheit der Länge	4
1.4	Die SI-Basiseinheit der Masse	6
1.5	Die SI-Basiseinheit der Zeit	8
	Fragen	10
	Aufgaben	12
2	Vektoren	14
2.1	Vektoren und Skalare	14
2.2	Addition von Vektoren, geometrische Methode	15
2.3	Zerlegung und Addition von Vektoren, analytische Methode	17
2.4	Multiplikation von Vektoren	22
2.5	Vektoren und die Gesetze der Physik	26
	Fragen	27
	Aufgaben	28
3	Eindimensionale Bewegung	33
3.1	Mechanik	33
3.2	Kinematik des Massenpunktes	33
3.3	Mittlere Geschwindigkeit	34
3.4	Momentangeschwindigkeit	35
3.5	Eindimensionale Bewegung bei veränderlicher Geschwindigkeit	37
3.6	Beschleunigung	40
3.7	Eindimensionale Bewegung bei veränderlicher Beschleunigung	42
3.8	Eindimensionale Bewegung bei konstanter Beschleunigung	42
3.9	Konsistenz von Einheiten und Dimensionen	46
3.10	Freier Fall	49
3.11	Bewegungsgesetz für den freien Fall	50
	Fragen	52
	Aufgaben	54
4	Bewegung in einer Ebene	60
4.1	Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung	60
4.2	Bewegung in einer Ebene bei konstanter Beschleunigung	61

X	Inhalt	
4.3	Bewegung beim schiefen Wurf	62
4.4	Gleichförmige Kreisbewegung	68
4.5	Tangential- oder Bahnbeschleunigung bei Kreisbewegungen	73
4.6	Relative Geschwindigkeit und Beschleunigung	75
	Fragen	78
	Aufgaben	79
5	Dynamik I	85
5.1	Klassische Mechanik	85
5.2	Das erste Newtonsche Axiom	87
5.3	Das zweite Newtonsche Axiom	88
5.4	Masse und Kraft	90
5.5	Das dritte Newtonsche Axiom	92
5.6	Kraftgesetze	95
5.7	Gewicht und Masse	96
5.8	Statische Kraftmessung	97
5.9	Einige Anwendungen der Newtonschen Bewegungsgleichung	98
	Fragen	106
	Aufgaben	108
6	Dynamik II	115
6.1	Einführung	115
6.2	Reibungskräfte	115
6.3	Dynamik der gleichförmigen Kreisbewegung	122
6.4	Klassifizierung der Kräfte – Trägheitskräfte	127
6.5	Klassische, relativistische und Quantenmechanik	129
	Fragen	132
	Aufgaben	133
7	Arbeit und Energie	139
7.1	Einführung	139
7.2	Arbeit bei konstanter Kraft	140
7.3	Arbeit bei veränderlicher Kraft – eindimensionaler Fall	144
7.4	Arbeit bei veränderlicher Kraft – zweidimensionaler Fall	147
7.5	Kinetische Energie und der Energiesatz	150
7.6	Bedeutung des Energiesatzes	153
7.7	Leistung	153
	Fragen	154
	Aufgaben	155
8	Erhaltung der Energie	161
8.1	Einführung	161
8.2	Konservative Kräfte	161
8.3	Potentielle Energie	165
8.4	Eindimensionale konservative Systeme	168
8.5	Vollständige Lösung des dynamischen Problems für eindimensionale Kräfte, die nur vom Ort abhängen	173

8.6	Zwei- und dreidimensionale konservative Systeme	176
8.7	Nichtkonservative Kräfte	178
8.8	Erhaltung der Energie	181
8.9	Masse und Energie	182
	Fragen	186
	Aufgaben	187
9	Erhaltung des Impulses	197
9.1	Der Massenmittelpunkt	197
9.2	Bewegung des Massenmittelpunktes	203
9.3	Impuls eines Teilchens	206
9.4	Impuls eines Systems von Massenpunkten	207
9.5	Der Impulserhaltungssatz	208
9.6	Einige Beispiele zur Impulserhaltung	209
9.7	Systeme mit veränderlicher Masse	213
	Fragen	220
	Aufgaben	221
10	Der Stoß	229
10.1	Was ist ein Stoß?	229
10.2	Kraftstoß und Impuls	230
10.3	Impulserhaltung beim Stoß	231
10.4	Gerader Stoß	233
10.5	Das „wahre“ Maß der Kraft?	241
10.6	Schiefer Stoß	242
10.7	Der Wirkungsquerschnitt	248
10.8	Kernreaktionen und radioaktiver Zerfall	252
	Fragen	254
	Aufgaben	256
11	Die Drehbewegung	266
11.1	Definition der Drehbewegung	266
11.2	Die Variablen der Drehbewegung	268
11.3	Die gleichmäßig beschleunigte Drehbewegung	270
11.4	Vektoreigenschaften der kinematischen Größen der Drehbewegung	273
11.5	Die Kreisbewegung in skalarer Darstellung	276
11.6	Die Kreisbewegung in vektorieller Darstellung	278
	Fragen	281
	Aufgaben	282
12	Drehmoment, Drehimpuls und Trägheitsmoment	287
12.1	Einführung	287
12.2	Drehmoment an einem Teilchen	287
12.3	Drehimpuls eines Teilchens	290
12.4	Drehimpuls eines Teilchensystems	294
12.5	Rotationsenergie und Trägheitsmoment	295
12.6	Die Drehbewegung des starren Körpers	302

12.7	Der rollende Körper	311
	Fragen	319
	Aufgaben	321
13	Erhaltung des Drehimpulses	329
13.1	Einführung	329
13.2	Der Kreisel	329
13.3	Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit	333
13.4	Erhaltung des Drehimpulses	339
13.5	Einige weitergehende Aspekte zur Drehimpulserhaltung	345
13.6	Dynamik der Rotationsbewegung – eine Übersicht	346
	Fragen	347
	Aufgaben	349
14	Gleichgewicht starrer Körper	357
14.1	Der starre Körper	357
14.2	Gleichgewicht eines starren Körpers	357
14.3	Der Schwerpunkt	360
14.4	Beispiele für mechanische Gleichgewichte	363
14.5	Gleichgewichtsarten in einem Gravitationsfeld	372
	Fragen	374
	Aufgaben	375
15	Schwingungen	382
15.1	Allgemeines zu Schwingungen	382
15.2	Der harmonische Oszillator	385
15.3	Bewegungsgleichung der harmonischen Schwingung	389
15.4	Energiebilanz bei harmonischen Schwingungen	394
15.5	Einige Beispiele für harmonische Schwingungen	398
15.6	Zusammenhang zwischen Kreisbewegung und harmonischer Bewegung	407
15.7	Zusammensetzung harmonischer Schwingungen	411
15.8	Schwingungen von Zweikörper-Systemen	413
15.9	Gedämpfte harmonische Schwingung	416
15.10	Erzwungene Schwingungen, Resonanz	418
	Fragen	421
	Aufgaben	422
16	Gravitation	431
16.1	Historische Bemerkungen	431
16.2	Das allgemeine Gravitationsgesetz	435
16.3	Die Gravitationskonstante $G$	437
16.4	Träge Masse und schwere Masse	440
16.5	Örtliche Fallbeschleunigung	442
16.6	Gravitationswirkung einer kugelsymmetrischen Massenverteilung	446
16.7	Bahnbewegung von Planeten und Satelliten	450
16.8	Das Gravitationsfeld	454

16.9	Potentielle Energie im Gravitationsfeld	457
16.10	Potentielle Energie von Vielteilchensystemen	460
16.11	Energiebetrachtung bei Planeten- und Satellitenbewegungen	462
16.12	Die Erde als Inertialsystem	464
16.13	Das Äquivalenzprinzip	465
	Fragen	466
	Aufgaben	469
17	Statik der Flüssigkeiten und Gase	477
17.1	Flüssiger und gasförmiger Zustand	477
17.2	Druck und Dichte	478
17.3	Druck in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen	479
17.4	Pascalsches Prinzip und Archimedisches Prinzip	485
17.5	Messen des Druckes	488
	Fragen	491
	Aufgaben	493
18	Dynamik der Flüssigkeiten und Gase	499
18.1	Allgemeines über strömende Flüssigkeiten und Gase	499
18.2	Stromlinien	501
18.3	Die Kontinuitätsgleichung	502
18.4	Die Bernoulli-Gleichung	504
18.5	Anwendungen der Bernoulli-Gleichung und der Kontinuitätsgleichung	507
18.6	Impulserhaltung in strömenden Gasen und Flüssigkeiten	511
18.7	Strömungsfelder	512
	Fragen	515
	Aufgaben	517
19	Wellen in elastischen Medien	524
19.1	Mechanische Wellen	524
19.2	Verschiedene Arten von Wellen	525
19.3	Fortschreitende Wellen	527
19.4	Das Superpositionsprinzip	531
19.5	Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle	533
19.6	Leistung und Intensität einer Welle	537
19.7	Interferenz von Wellen	540
19.8	Überlagerung von Wellen verschiedener Frequenz	543
19.9	Stehende Wellen	545
19.10	Resonanz	550
	Fragen	553
	Aufgaben	554
20	Schallwellen	561
20.1	Hörbarer Schall, Ultraschall, Infraschall	561
20.2	Ausbreitung von longitudinalen Wellen	562
20.3	Fortschreitende longitudinale Wellen	565
20.4	Stehende longitudinale Wellen	568

20.5	Schwingende Systeme und Schallquellen	569
20.6	Schwebungen	575
20.7	Der Doppler-Effekt	577
	Fragen	583
	Aufgaben	585
21	Temperatur	591
21.1	Makroskopische und mikroskopische Beschreibung	591
21.2	Thermisches Gleichgewicht, nullter Hauptsatz der Thermodynamik	592
21.3	Temperaturmessung	593
21.4	Das Gasthermometer mit konstantem Volumen	597
21.5	Die Temperaturskala des idealen Gases	598
21.6	Die Celsius-Skala und andere Temperaturskalen	600
21.7	Die Internationale Praktische Temperaturskala (IPTS)	601
21.8	Thermische Ausdehnung	602
	Fragen	607
	Aufgaben	608
22	Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik	613
22.1	Wärme, eine Energieform	613
22.2	Wärmemenge und Wärmekapazität	614
22.3	Molare Wärmekapazität fester Stoffe	617
22.4	Wärmeleitung	619
22.5	Das mechanische Wärmeäquivalent	621
22.6	Wärme und Arbeit	623
22.7	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	628
22.8	Einige Beispiele zum ersten Hauptsatz der Thermodynamik	630
	Fragen	634
	Aufgaben	636
23	Kinetische Gastheorie I	642
23.1	Einführung	642
23.2	Das ideale Gas, eine makroskopische Beschreibung	643
23.3	Das ideale Gas, eine mikroskopische Beschreibung	645
23.4	Kinetische Berechnung des Druckes	646
23.5	Kinetische Interpretation der Temperatur	651
23.6	Intermolekulare Kräfte	653
23.7	Wärmekapazitäten eines idealen Gases	655
23.8	Der Gleichverteilungssatz der Energie	660
	Fragen	665
	Aufgaben	666
24	Kinetische Gastheorie II	672
24.1	Mittlere freie Weglänge	672
24.2	Die Geschwindigkeitsverteilung von Molekülen	675
24.3	Experimentelle Bestätigung der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung	678
24.4	Die Brownsche Molekularbewegung	681



24.5	Die Zustandsgleichung nach van der Waals . . . . .	684
	Fragen . . . . .	687
	Aufgaben . . . . .	689
25	Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	693
25.1	Einführung . . . . .	693
25.2	Reversible und irreversible Prozesse . . . . .	693
25.3	Der Carnotsche Kreisprozeß . . . . .	695
25.4	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	700
25.5	Der Wirkungsgrad thermodynamischer Maschinen . . . . .	703
25.6	Die thermodynamische Temperaturskala . . . . .	705
25.7	Entropie – reversible Prozesse . . . . .	707
25.8	Entropie – irreversible Prozesse . . . . .	710
25.9	Entropie und zweiter Hauptsatz . . . . .	712
25.10	Entropie und Unordnung . . . . .	715
	Fragen . . . . .	716
	Aufgaben . . . . .	718
	Ergänzungen . . . . .	723
I	Zusammenhang zwischen Translations- und Rotationsbewegung eines Teilchens in einer Ebene . . . . .	723
II	Polare und axiale Vektoren . . . . .	726
III	Die Wellengleichung für eine gespannte Saite . . . . .	728
IV	Ableitung der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	730
V	Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie . . . . .	734
V.1	Einführung . . . . .	734
V.2	Die Postulate . . . . .	734
V.3	Spezielle Relativitätstheorie und Newtonsche Mechanik . . . . .	735
V.4	Die Transformationsgleichungen . . . . .	736
V.5	Zeitdilation und Längenkontraktion . . . . .	737
V.6	Die Addition von Geschwindigkeiten und der Doppler-Effekt . . . . .	738
V.7	Masse, Impuls und kinetische Energie . . . . .	739
V.8	Die Äquivalenz von Masse und Energie . . . . .	739
	Anhang . . . . .	741
A	Das Internationale Einheitensystem (SI) . . . . .	741
B	Einige Fundamentalkonstanten der Physik . . . . .	745
C	Einige Angaben über Sonne, Erde und Mond . . . . .	746
D	Das Planetensystem der Sonne . . . . .	747
E	Periodensystem der Elemente . . . . .	749
F	Die Elementarteilchen der Physik . . . . .	750
G	Umrechnungsfaktoren. Gegenüberstellung anglo-amerikanischer mit metrischen Einheiten . . . . .	752
H	Mathematische Symbole. Griechisches Alphabet . . . . .	756
I	Mathematische Formeln . . . . .	757
J	Nobelpreisträger der Physik . . . . .	760
	Sach- und Namenverzeichnis . . . . .	767