

A	Mechanik der festen Körper	1
A1	Aufgaben und Methoden der Physik	1
1.1	Naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen	1
1.2	Klassische Physik und moderne Physik	1
1.3	Der physikalische Erkenntnisprozess	3
1.4	Regeln für die physikalische Arbeit	4
A2	Physikalische Größen und Ihre Einheiten	5
2.1	Messbarkeit der physikalischen Größen	5
2.2	Die Bestandteile einer physikalischen Größe	5
2.3	Das SI-Einheitensystem	6
2.4	Umrechnung alter Einheiten in SI-Einheiten	7
A3	Die Körper	9
3.1	Definition des Begriffes Körper in der Physik	9
3.2	Verhalten der Körper als Folge von Molekularkräften	9
A4	Messungen an Körpern und Körpersystemen	13
4.1	Technik des Messens	13
4.2	Wahl geeigneter Maßeinheiten	13
4.3	Das Messen der mechanischen Größen	13
4.4	Messfehler	17
A5	Die Teilgebiete der Mechanik	19
5.1	Die Begriffe Statik, Kinematik, Kinetik und Dynamik	19
5.2	Die Bewegungskriterien fester Körper	20
5.3	Die Freiheitsgrade fester Körper	20
A6	Gleichförmige geradlinige Bewegung	21
6.1	Der Begriff der Geschwindigkeit	21
6.2	Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit	22
A7	Ungleichförmige geradlinige Bewegung	25
7.1	Merkmale einer ungleichförmigen Bewegung	25
7.2	Die ungleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung	25
7.3	Die gleichmäßig beschleunigte geradlinige Bewegung	25
7.4	Verzögerte geradlinige Bewegungen	28
7.5	Freier Fall und senkrechter Wurf nach oben	29
7.6	Weitere Formeln zur gleichmäßig beschleunigten (verzögerten) Bewegung	30
A8	Zusammensetzen von Geschwindigkeiten	33
8.1	Vektoren und Skalare	33
8.2	Das Überlagerungsprinzip bei geradlinigen Bewegungen und Vektoraddition	33
8.3	Das Überlagerungsprinzip bei kreisförmigen Bewegungen	34
8.4	Führungs- Relativ- und Absolutgeschwindigkeit	35

A9	Freie Bewegungsbahnen	37
9.1	Der Grundsatz der Unabhängigkeit	37
9.2	Der schiefe Wurf	37
9.3	Der waagerechte Wurf	39
A10	Beschleunigende Wirkung der Kraft	41
10.1	Das erste Newton'sche Axiom	41
10.2	Das zweite Newton'sche Axiom	41
10.3	Das dritte Newton'sche Axiom	42
A11	Verformende Wirkung der Kraft	45
11.1	Arten der Verformung eines festen Körpers	45
11.2	Das Gesetz von Hooke	45
11.3	Die Messung von Kräften	46
A12	Die Kraft als Vektor	48
12.1	Die Einzelkraft	48
12.2	Zusammensetzen von Einzelkräften	48
A13	Das Kraftmoment und seine Wirkungen	50
13.1	Kraftmoment als physikalische Größe	50
13.2	Der Hebel	51
13.3	Der Schwerpunkt als Massenmittelpunkt	52
13.4	Gleichgewicht und Kippen	53
13.5	Kraftübersetzung mit einfachen Maschinen	54
A14	Kurzzeitig wirkende Kräfte	57
14.1	Die Bewegungsgröße (Impuls)	57
14.2	Der Stoß	58
A15	Reibungskräfte	61
15.1	Äußere und innere Reibung	61
15.2	Haft- und Gleitreibung	61
15.3	Das Reibungsgesetz nach Coulomb	61
A16	Reibung auf der schiefen Ebene	64
16.1	Bestimmung der Reibungszahlen	64
16.2	Selbsthemmung	65
A17	Prinzip von d'Alembert	66
17.1	Erweitertes dynamisches Grundgesetz	66
A18	Arbeit und Energie	69
18.1	Die mechanische Arbeit	69
18.2	Energiearten und Energiespeicherung	70
18.3	Die Gleichwertigkeit der mechanischen Arbeit und der mechanischen Energie	71
18.4	Der Energieerhaltungssatz und Beispiele der Energieerhaltung	74
18.5	Weitere Formen der mechanischen Arbeit	76
A19	Mechanische Leistung	79
19.1	Leistung als Funktion von Energie und Zeit	79
19.2	Leistung als Funktion von Kraft und Geschwindigkeit	80
A20	Reibungsarbeit und Wirkungsgrad	82
20.1	Reibungsarbeit	82
20.2	Energieumwandlung bei der Reibung	83
20.3	Der mechanische Wirkungsgrad	83
20.4	Die Reibungsleistung	84
A 21	Drehleistung	86
21.1	Rotationsbewegung	86

21.2	Drehzahl und Umfangsgeschwindigkeit	86
21.3	Berechnung der Drehleistung bei gleichförmiger Drehbewegung	87
A22	Rotationskinematik	89
22.1	Die Bewegungszustände bei Rotation	89
22.2	Analogien zwischen Translation und Rotation	91
A 23	Rotationsdynamik	95
23.1	Die Fliehkraft	95
23.2	Coriolisbeschleunigung und Corioliskraft.	97
A 24	Kinetische Energie rotierender Massen	100
24.1	Rotationsenergie als kinetische Energie.	100
24.2	Das Massenträgheitsmoment.	100
24.3	Dynamisches Grundgesetz der Drehbewegung	106
24.4	Dreharbeit in Abhängigkeit von Drehmoment und Drehwinkel	107
24.5	Drehimpuls und Drehstoß	108
A25	Gravitation	113
25.1	Himmelsmechanik.	113
25.2	Das Gravitationsgesetz	114
B	Mechanik der Fluide	118
B1	Wirkungen der Molekularkräfte	118
1.1	Fluide und Fluidmechanik	118
1.2	Verhalten der Fluide als Folge der Molekularkräfte	119
B2	Druck in Flüssigkeiten	122
2.1	Pressdruck und hydrostatischer Druck	122
2.2	Druckeinheiten	123
2.3	Kompressibilität	124
2.4	Die ideale Flüssigkeit.	124
B3	Druck in Gasen	126
3.1	Gesetz von Boyle Mariotte.	126
3.2	Der Schweredruck von Gasen	126
3.3	Der Normzustand eines Gases bzw. Dampfes	128
3.4	Die Gasdichte bzw. Dampfdichte	128
B4	Druckkraft	131
4.1	Druckverteilung in Fluiden	131
4.2	Druckkraft auf Flächen	131
4.3	Die hydraulische Druckübersetzung	134
B5	Flüssigkeitsgewicht und hydrostatischer Druck	137
5.1	Druckverteilung bei zunehmender Eintauchtiefe.	137
5.2	Die Bodendruckkraft	138
5.3	Seitendruckkraft und Druckmittelpunkt	138
5.4	Die Aufdruckkraft	140
5.5	Verbundene Gefäße	141
5.6	Die Saugwirkung	141
5.7	Flüssigkeitsmanometer, Flüssigkeitsvakuummeter, Piezometer	143
B6	Der statische Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen	146
6.1	Das Archimedische Prinzip.	146
6.3	Sinken, Schweben, Schwimmen.	147
6.4	Gleichgewichtslagen schwimmender Körper	147
6.5	Anwendung des Archimedischen Prinzips zur Bestimmung von Dichten	148
B7	Flüssigkeitsoberflächen in bewegten Behältern	151
7.1	Flüssigkeit in einem mit konstanter Geschwindigkeit bewegten Gefäß	151

B8	Geschwindigkeitsänderungen inkompressibler Fluide	154
8.1	Kompressibilität von Fluiden	154
8.2	Die stationäre Rohrströmung ohne Reibungsverluste	154
B9	Energieerhaltung inkompressibler strömender Fluide	157
9.1	Die drei Energieformen eines strömenden Fluids	157
9.2	Die Energiegleichung nach Bernoulli	157
9.3	Anwendungen zur Kontinuitäts- und Energiegleichung	160
B10	Fluidreibung	164
10.1	Äußere und innere Reibung	164
10.2	Fluidität und Zähigkeit, Newton'sches Fluid	164
B11	Kräfte am umströmten Körper	169
11.1	Definition des umströmten Körpers.	169
11.2	Der Strömungswiderstand.	169
11.3	Der dynamische Auftrieb.	171
11.4	Der Magnus-Effekt	171
B12	Kontinuität des kompressiblen Massenstromes	173
12.1	Kompressibilität in der „Technischen Strömungslehre“	173
12.2	Die allgemeine Kontinuitätsgleichung	173
C	Wärmelehre	175
C1	Temperatur und Temperaturmessung	175
1.1	Temperatur als Zustandsgröße	175
1.2	Temperaturskalen	175
1.3	Messung der Temperatur.	179
C2	Wärme als Energieform	182
2.1	Energiearten und Energieumwandlungen.	182
2.2	Wärmeenergie und absoluter Nullpunkt.	184
C3	Wärmeausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe	185
3.1	Wärmeausdehnung fester Körper	185
3.2	Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten	188
3.3	Wärmeausdehnung von Gasen und Dämpfen.	189
C4	Gasgemische in Umwelt und Technik	195
4.1	Die Gasdichte in Abhängigkeit von Druck und Temperatur	195
4.2	Spezifische Gaskonstante und allgemeine Zustandsgleichung der Gase	195
4.3	Ideales und reales Gas	196
C5	Durchmischung verschiedener idealer Gase	204
5.1	Die Anwendbarkeit der Gasgesetze	204
5.2	Ermittlung des Partialdruckes eines Gasanteiles.	206
C6	Diffusion, Osmose, Dialyse und feuchte Luft	209
6.1	Diffusion	209
6.2	Osmose und Dialyse	212
6.3	Feuchte Luft als Gasgemisch.	213
C7	Wärmekapazität fester und flüssiger Stoffe	217
7.1	Die spezifische Wärmekapazität.	217
7.2	Wärmemenge-Wärmekapazität.	218
7.3	Kalorimeter	219
7.4	Die Mischungsregel	220
7.5	Wärmequellen	221

C8	Änderung des Aggregatzustandes	225
8.1	Schmelzen und Erstarren	225
8.2	Verdampfen und Kondensieren, Sublimieren	226
C9	Technische Möglichkeiten der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Arbeit und umgekehrt	233
9.1	Technische Anlagen zur Energieumwandlung	233
C10	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	235
10.1	Äquivalenz von Wärmeenergie und mechanischer Arbeit	235
10.2	Darstellung der Volumenänderungsarbeit im p, V -Diagramm	236
10.3	Innere Energie und Enthalpie	237
10.4	Die spezifische Wärme von Gasen und Dämpfen	237
C11	Thermodynamische Zustandsänderungen	240
11.1	Die isobare Zustandsänderung	240
11.2	Die isochore Zustandsänderung	241
11.3	Die isotherme Zustandsänderung	241
11.4	Die isentrope (adiabate) Zustandsänderung	242
11.5	Die polytrope Zustandsänderung	242
C12	Die Kreisprozesse im p, V-Diagramm (Arbeitsdiagramm) und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	244
12.1	Begriff des Kreisprozesses	244
12.2	Der Betrag der Nutzarbeit	244
12.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	245
12.4	Der thermische Wirkungsgrad	245
12.5	Ideale Kreisprozesse und deren Wirkungsgrade	245
12.6	Linkslaufende Kreisprozesse und die Zustandsgröße Entropie	247
C13	Beziehungen der Wärmeenergie zur elektrischen Energie	250
13.1	Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie	250
13.2	Umwandlung von elektrischer Energie in Wärmeenergie	251
C14	Zweiter Hauptsatz und Wärmetransport	253
14.1	Wärmeleitung	253
14.2	Wärmeübergang	254
14.3	Wärmedurchgang	256
14.4	Wärmestrahlung	258
D	Schwingungs- und Wellenlehre	262
D1	Schwingungen	262
1.1	Die Schwingung als periodische Bewegung	262
1.2	Das Auslenkung, Zeit-Gesetz (Weg, Zeit-Gesetz)	263
1.3	Schwingungsdauer des Federpendels	266
1.4	Energieumwandlungen bei einer harmonischen Federschwingung	267
D2	Pendelschwingungen	269
2.1	Mathematisches Pendel (Fadenpendel)	269
2.2	Physikalisches Pendel	270
D3	Dämpfung von Schwingungen	273
3.1	Freie gedämpfte Schwingungen	273
3.2	Dämpfungssysteme	275
D4	Anregung von Schwingungen	277
4.1	Erzwungene Schwingungen	277
D5	Überlagerung von Schwingungen	279
5.1	Überlagerung und resultierende Schwingungen	279
5.2	Sonderfälle bei der Überlagerung harmonischer Schwingungen	279

D6	Wellen	283
6.1	Physikalische Grundlagen der Wellenausbreitung	283
6.2	Physikalische Größen zur Beschreibung einer Welle	284
6.3	Wellenarten	285
6.4	Gleichung der fortschreitenden, linearen sinusförmigen Welle	286
6.5	Ausbreitungsgeschwindigkeit in verschiedenen Medien	287
6.6	Interferenz	288
6.7	Doppler-Effekt	291
6.8	Mach'scher Kegel	291
6.9	Reflexion und Brechung ebener Wellen	292
E	Optik und Akustik	295
E1	Geometrische Optik	295
1.1	Gliederung der Optik	295
1.2	Reflexion des Lichtes	295
1.3	Brechung des Lichtes	298
1.4	Abbildung durch Linsen	302
E2	Wellenoptik	306
2.1	Licht als Welle	306
2.2	Spektrum der elektromagnetischen Wellen	313
E3	Photoeffekt, Photometrie und Farbenlehre	315
3.1	Photoeffekt (Lichtelektrischer Effekt) und Lichtquanten	315
3.2	Photometrie	316
3.3	Die Spektralfarben des Lichtes und die Lehre von den Farben	321
E4	Akustik	326
4.1	Schallwellen	326
4.2	Schallfeldgrößen	326
4.3	Die verschiedenen Schallpegel	329
E5	Schallempfindung und Schallbewertung	332
5.1	Aufbau und Empfindlichkeit des Ohres	332
5.2	Lautstärke und Lautheit	332
5.3	Immissionsschutz	334
5.4	Schallausbreitung und Schalldämmung	335
5.5	Schalldämmung und Schalldämpfung	336
5.6	Schallbewertung	337
E6	Ultraschall	339
6.1	Das Schallspektrum	339
6.2	Erzeugung und Empfang von Ultraschall	339
6.3	Anwendung von Ultraschall	339
F	Elektrizitätslehre	341
F1	Elektrophysikalische Grundlagen	341
1.1	Reibungselektrizität	341
1.2	Die elektrische Ladung und deren Nachweis	341
1.3	Der elektrische Strom	343
1.4	Wirkungen des elektrischen Stromes	346
1.5	Elektrischer Widerstand und Leitwert	351
1.6	Elektrische Spannung	352
F2	Gesetzmäßigkeiten im elektrischen Stromkreis	362
2.1	Das Ohm'sche Gesetz	362
2.2	Graphische Darstellung des Ohm'schen Gesetzes	363
2.3	Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	364
2.4	Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes	366

2.5	Elektrische Arbeit und elektrische Leistung	367
2.6	Umwandlung der Energien und Wirkungsgrad	370
F3	Gesetzmäßigkeiten in Widerstandsschaltungen	375
3.1	Parallelschaltung von Widerständen	375
3.2	Reihenschaltung von Widerständen	378
3.3	Gemischte Widerstandsschaltungen	381
3.4	Spannungsteiler	382
3.5	Messbereichserweiterung von elektrischen Messinstrumenten	385
3.6	Widerstandsmessung	387
3.7	Innenwiderstand von Spannungserzeugern	389
F4	Das elektrische Feld	394
4.1	Grundlegende Betrachtungen über elektrische Felder	394
4.2	Coulomb'sches Gesetz	395
4.3	Elektrische Influenz.	396
4.4	Die elektrische Feldstärke	397
4.5	Die Spannung und Feldstärke im homogenen Feld	399
4.6	Kapazität eines Kondensators	400
F5	Das magnetische Feld	404
5.1	Grundlegende Betrachtungen über magnetische Felder.	404
5.2	Magnetische Größen.	407
5.3	Kraftwirkung eines Magnetfeldes auf einen stromdurchflossenen Leiter.	410
F6	Elektromagnetische Induktion	417
6.1	Spannungserzeugung durch Induktion	417
6.2	Selbstinduktion	421
F7	Elektromagnetische Schalter und Messgeräte	426
7.1	Elektromagnete	426
7.2	Elektromagnetische Schalter	426
7.3	Elektrische Messgeräte	428
F8	Der Wechselstromkreis	432
8.1	Erzeugung von sinusförmigen Wechselspannungen und Wechselströmen.	432
8.2	Darstellung und Berechnung von sinusförmigen Wechselgrößen	432
8.3	Wirkwiderstand, Kondensator und Spule im Wechselstromkreis	435
F9	Dreiphasenwechselspannung	443
9.1	Erzeugung einer Dreiphasenwechselspannung	443
9.2	Stern- und Dreieckschaltung	445
9.3	Bedeutung des Drehstromes für die elektrische Energieübertragung	449
9.4	Technische Anwendungen der Stern- und der Dreieckschaltung	449
F10	Transformatoren	453
10.1	Aufbau und Wirkungsweise eines Einphasen-Transformators.	453
10.2	Aufbau und Wirkungsweise eines Drehstrom-Transformators	457
10.3	Energieversorgung und Energieverteilung	458
F11	Elektrische Maschinen	462
11.1	Gleichstrommotoren	462
11.2	Drehstrommotoren	466
11.3	Synchronmotoren	469
11.4	Drehstrom-Asynchronmotoren	469
F12	Elektromagnetische Schwingungen	471
12.1	Resonanzerscheinung	471
12.2	Elektrischer Schwingkreis	471
12.3	Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.	475
F13	Grundlagen der Halbleitertechnik	479
13.1	Kurze Entstehungsgeschichte der Halbleiterphysik	479

13.2	Halbleiterwerkstoffe	479
13.3	Bauelemente mit Halbleiterwerkstoffen	487

F14 Erneuerbare Energien 493

14.1	Solartechnik	493
14.2	Sonnenkollektoren	493
14.3	Fotovoltaik	494
14.4	Windenergieanlagen (WEA)	500

G Atom- und Kernphysik 505

G1 Physik der Atomhülle 505

1.1	Rutherford'sches Atommodell	505
1.2	Gesetzliche Einheit der Energie in der Atomphysik	507
1.3	Bohr'sches Atommodell	508
1.4	Das Wasserstoffatom	509
1.5	Spektren	512
1.6	Röntgenstrahlung	517

G2 Physik des Atomkerns 522

2.1	Natürliche radioaktive Strahlung	522
2.2	Nachweis und Messung der radioaktiven Strahlung	523
2.3	Radioaktiver Zerfall	525
2.4	Eigenschaften des Atomkerns	528
2.5	Kernumwandlungen beim radioaktiven Zerfall	530
2.6	Künstliche Kernumwandlungen	532
2.7	Kernspaltung	534
2.8	Kernverschmelzung (Kernfusion)	535
2.9	Massendefekt und Bindungsenergie	536

G3 Kernenergie 538

3.1	Zusammensetzung der Kernenergie bei der Kernspaltung	538
3.2	Kontrollierte Kernspaltung	538
3.3	Kernreaktoren	540
3.4	Reaktorsicherheit	544
3.5	Entsorgung	545

G4 Dosimetrie und Strahlenschutz 547

4.1	Biologische Wirkung radioaktiver Strahlung	547
4.2	Dosisbegriffe	547
4.3	Abschirmung radioaktiver Strahlung	550
4.4	Dosismessung	550
4.5	Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung	551
4.6	Dosisgrenzwerte	552

Lösungsgänge und Lösungen zu den Übungsaufgaben 554

Ergebnisse der Vertiefungsaufgaben 586

Im Buch genannte Wissenschaftler, Techniker und Forscher 607

Verwendete physikalische Größen, deren Formelzeichen und Einheiten 615

Naturkonstanten 619

Sachwortverzeichnis 620