

Ulrich Leute

Physik

und ihre Anwendungen
in Technik und Umwelt

mit 614 Abbildungen und 87 Tabellen



Carl Hanser Verlag München Wien

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Was ist Physik?	1
1.2 Struktur und Wechselwirkung	3
1.2.1 Teilchen	4
1.2.2 Kraft und Packung	7
1.3 Messen	9
1.3.1 Maßsysteme	9
1.3.2 Größen und ihre Fehler	11
Kasten 1: Diagramme und Tabellen	14
2 Mechanik der Massenpunkte	16
2.1 Kinematik	16
2.1.1 Begriffe der Bahnbewegung	16
2.1.2 Geradlinige Bewegungen	17
2.1.3 Würfe	20
2.1.4 Kreisbewegung	22
2.2 Dynamik der Massenpunkte	24
2.2.1 Impuls und Trägheit	24
2.2.2 Kraft	25
2.2.3 Rückstoß und Rakete	27
2.2.4 Kraftquellen	29
2.2.5 Reibungskräfte	32
Kasten 2: Verblüffende Flächen	35
2.2.6 Trägheitskräfte	35
Kasten 3: CORIOLIS, d'ALEMBERT und das Wetter	39
2.3 Energie	40
2.3.1 Arbeit und Leistung	41
2.3.2 Energiearten	42
2.3.3 Stöße	44
2.4 Feld und Potential	46
2.4.1 Schwerefeld an Erdoberfläche	47
2.4.2 Gravitationsfeld	48
2.5 Planetenbewegung	50
2.5.1 KEPLERSCHE GESETZE	51
3 Mechanik der starren Körper	53
3.1 Statik	53
3.1.1 Gleichgewicht	53
3.1.2 Handhabung der Gleichgewichtsbedingungen	55
3.1.3 Hebel und Schwerpunkt	57
Kasten 4: Wirtshausschilder	60
3.2 Dynamik starrer Körper	62
3.2.1 Rotation starrer Körper	63
3.2.2 Trägheitsmomente	65
3.2.3 Kreisel	69
3.3 Relativistische Mechanik	74
3.3.1 Bezugssysteme	74

3.3.2 Länge und Zeit	76
3.3.3 Masse, Impuls, Energie	77
3.3.4 Zur allgemeinen Relativitätstheorie	79
4 Schwingungen	81
4.1 Freie Schwingungen	81
4.1.1 Der harmonische Oszillator	81
4.1.2 Oszillatoren	83
4.1.3 Überlagerung von Schwingungen	85
Kasten 5: FOURIER-Reihe und -Integral	87
4.1.4 Gekoppelte und kontinuierliche Schwinger	90
4.1.5 Gedämpfte freie Schwingungen	92
4.2 Swinger mit Anregung	95
4.2.1 Erzwungene Schwingung	96
Kasten 6: Von schädlichen und nützlichen Resonanzen in Technik und Musik	100
4.2.2 Nichtlinearität und Chaos	101
5 Deformation von Materie	103
5.1 Deformation fester Körper	103
5.1.1 Materialgrößen	103
Kasten 7: Vom Biegen und Knicken	106
5.1.2 Reale Werkstoffe	109
5.1.3 Spannungverteilung und Bruch	111
5.2 Ruhende Flüssigkeiten und Gase	112
5.2.1 Druck	112
5.2.2 Schweredruck	113
Kasten 8: Von Diamanten und Meteoriten	114
5.2.3 Auftrieb und Schwimmen	117
5.2.4 Grenz- und Oberflächen	119
5.3 Strömungen	123
5.3.1 Strömung idealer Fluide	123
Kasten 9: Quellen und Wirbel	124
5.3.2 Laminare Strömung	127
Kasten 10: Farben und Schmelzen	129
5.3.3 Turbulente Strömung	131
5.4 Viskoelastizität	133
6 Mechanik und Wärme	136
6.1 Temperatur und ihre Auswirkungen	136
6.1.1 Wärmekapazität von Flüssigkeiten und Festkörpern	137
6.1.2 Wärmeausdehnung	139
6.1.3 Verhalten der Gase	141
6.2 Statistische Gastheorie	142
6.2.1 Mittelwerte	142
Kasten 11: Vom leeren Raum	145
6.2.2 Verteilungen	146
7 Thermodynamik	150
7.1 Hauptsätze	150

7.1.1	Der Erste Hauptsatz	150
7.1.2	Kreisprozesse	152
7.1.3	Der Zweite Hauptsatz	154
7.1.4	Entropie	156
7.2	Phasenübergänge in Einstoffsystmen	157
7.2.1	Verdampfen.	158
7.2.2	Weitere Umwandlungen	160
7.2.3	Keime und Kinetik	162
7.3	Mehrstoffsysteme	163
7.3.1	Lösungen.	164
7.3.2	Feste Mischungen	166
8	Wärme und ihr Transport	170
8.1	Wärmetransport	170
8.1.1	Wärmestrahlung.	171
8.1.2	Wärmeleitung	174
	Kasten 12: Treibhausklima	175
8.1.3	Konvektion und latente Wärme	180
8.2	Weitere Transportvorgänge	182
8.2.1	Diffusion	182
9	Elektrisches Feld	185
9.1	Elektrostatisches Feld im leeren Raum	186
9.1.1	Ladung Feldstärke, Potential	186
9.1.2	Felder mehrerer Punktladungen	188
9.1.3	Felder von geladenen Leitern	191
9.1.4	Kapazitäten	194
9.2	Dielektrika	196
9.2.1	Phänomenologische Beschreibung.	196
9.2.2	Mechanismen der Polarisation	199
9.2.3	Polarisationseffekte	201
	Kasten 13: Flaschen, Dosen, Chips und Wickel	203
10	Elektrischer Strom	205
10.1	Phänomenologische Beschreibung	205
10.1.1	Strom und Widerstand	205
10.2	Leitungsmechanismen	207
10.2.1	Festkörper	207
10.2.2	Strom über Grenzflächen	210
10.2.3	Flüssigkeiten	213
10.2.4	Galvanische Elemente	214
10.2.5	Gase	217
11	Magnetismus	222
11.1	Magnetisches Feld im leeren Raum	222
11.1.1	Kraft und Feld	222
11.1.2	Magnetfelder von verschiedenen Leitern	225
11.1.3	Magnetische Momente	229
	Kasten 14: Eisenerz und Abfallgruben	231
11.1.4	Das Magnetfeld der Erde	231

11.2 Materie im Magnetfeld	234
11.2.1 Dia- und Paramagnetismus	235
11.2.2 Domänen in magnetischen Stoffen	236
11.2.3 Magnetische Kenngrößen	239
11.2.4 Magnetischer Kreis	242
Kasten 15: Von langen Dünnen und kurzen Dicken	245
12 Zeitabhängige elektromagnetische Vorgänge.	247
12.1 Induktion	247
12.1.1 Induktionsgesetz	247
Kasten 16: Schirme	250
12.1.2 Induktivität	251
12.2 Schaltungen	254
12.2.1 Ein- und Ausschalten	254
12.2.2 Wechselstrom	256
12.2.3 Schwingkreise	259
12.3 MAXWELLSche Gleichungen	262
13 Wellen.	264
13.1 Allgemeine Wellenlehre	264
13.1.1 Auslenkung und Ausbreitung	264
13.1.2 Geschwindigkeiten	266
13.1.3 Überlagerung	270
13.1.4 Bewegung von Quelle und Empfänger	273
13.1.5 Brechung und Reflexion	275
13.1.6 Beugung	277
Kasten 17: Der Erde Kern	278
13.2 Akustik	281
13.2.1 Schallfeldgrößen	281
13.2.2 Schallempfinden	284
Kasten 18: Vom Tuten und Blasen	286
13.3 Elektromagnetische Wellen	287
13.3.1 Erzeugung	288
13.3.2 Ausbreitung	291
14 Optik	295
14.1 Strahlenoptik.	295
14.1.1 Spiegeloptik	295
14.1.2 Brechung an Grenzflächen	299
Kasten 19: Lichtwellenleiter	300
Kasten 20: Regenbogen, Halo und Fata Morgana	303
14.1.3 Linsenoptik	302
14.1.4 Einige optische Instrumente	308
14.2 Wellenoptik	311
14.2.1 Polarisierung	311
14.2.2 Interferenz	316
14.3 Licht und Farbe	320
14.3.1 Photometrie	320
Kasten 21: Räumliche Bilder	321
14.3.2 Farbe und ihre Messung	324

15 Quantenphysik	327
15.1 Wellen und Quanten	327
15.1.1 Lichtquanten	327
15.1.2 Materiewellen.	329
15.1.3 Gebundene Zustände.	333
15.2 Atomphysik	337
15.2.1 Wasserstoff und Ähnliches	338
15.2.2 Atombau und Periodensystem	341
15.2.3 Röntgenstrahlen.	345
Kasten 22: Spurensuche.	348
15.2.4 Moleküle	349
15.2.5 Laser.	351
Kasten 23: Licht und Werkzeug	354
15.3 Kernphysik	354
15.3.1 Aufbau und Eigenschaften	355
15.3.2 Instabile Kerne	358
Kasten 24: Radioaktive Uhren	364
15.3.3 Strahlen- und Kerntechnik	365
16 Festkörperphysik	370
16.1 Aufbau der Festkörper	370
16.1.1 Bindungen	370
16.1.2 Kristallstruktur	373
Kasten 25: Vom Sandkorn zum Wafer	377
16.1.3 Defekte.	378
16.1.4 Kristallstrukturanalyse	381
16.1.5 Überstruktur, Gefüge, Verbund	384
16.1.6 Flüssigkristalle	386
16.2 Gitterschwingungen	388
16.2.1 Wärmekapazität und -ausdehnung	388
16.2.2 Phononen.	390
16.3 Elektronen in Festkörpern.	391
16.3.1 Klasseneinteilung	391
16.3.2 Supraleiter	395
17 Halbleiterphysik	399
17.1 Homogene Halbleiter	399
17.1.1 Eigenleitung	399
Kasten 26: Zustandsdichte der Elektronen im Leitungsband.	402
17.1.2 Störstellenleitung	403
17.1.3 Bauelemente	406
17.2 Heterogene Halbleiter	409
17.2.1 Der pn-Übergang	409
17.2.2 Die pn-Gleichrichter-Diode.	412
17.2.3 Dioden mit Tunnelstrom	413
17.2.4 Dioden mit Licht	416
Kasten 27: Photovoltaik.	419
17.2.5 Transistoren	420
Kasten 28: Planartechnik	425

Anhang	427
Anhang 1: Physikalische Konstanten	427
Anhang 2: Einige Umrechnungsfaktoren zu unüblichen, in der Technik aber noch auftretenden Einheiten	428
Anhang 3: Einige mathematische Hilfsmittel	429
Anhang 4: Einige physikalische Fachwörter in Englisch und Französisch	431
Anhang 5: Abkürzungen für wichtige Kunststoffe	438
Anhang 6: Literaturhinweise	439
Anhang 7: Lösungen der Übungsaufgaben	440
Anhang 8: Periodensystem der Elemente (hinterer Buchdeckel)	442
Stichwortverzeichnis	443
Personenverzeichnis	449