
Physik für Techniker

und technische Berufe

mit 393 Bildern, 170 Beispielen, 316 Aufgaben mit Lösungen
und einer Formelsammlung (Beilage)

5., aktualisierte Auflage



Fachbuchverlag Leipzig
im Carl Hanser Verlag

Inhaltsverzeichnis

Technik und Physik

1	Physikalische Größen und Einheiten	18
1.1	Größenarten und Größen	18
1.2	Einheiten und Internationales Einheitensystem (SI)	18
1.3	Größengleichungen	20
1.4	Länge, Fläche und Volumen	21
1.5	Zeit	24

Mechanik

2	Kinematik	25
2.1	Kinematik der Punktmasse	27
2.1.1	Bewegung auf gerader Bahn	29
2.1.1.1	Geschwindigkeit und Beschleunigung	31
2.1.1.2	Gleichförmige Bewegung	36
2.1.1.3	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	38
2.1.1.4	Freier Fall	44
2.1.1.5	Relativität der Bewegung und Überlagerung von Bewegungen	45
2.1.2	Bewegung auf der Kreisbahn	50
2.1.2.1	Periodendauer und Frequenz	50
2.1.2.2	Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung	51
2.1.2.3	Radialbeschleunigung	54
2.2	Kinematik des starren Körpers	55
2.2.1	Translation und Rotation	55
2.2.2	Kinematik der Rotation	57
2.2.3	Drehzahlmessung	59

3	Dynamik der Punktmasse	61
3.1	Kräfte	61
3.1.1	Wirkungen von Kräften	61
3.1.2	Wechselwirkung	62
3.1.3	Kraftmessung	64
3.1.4	Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften	65
3.1.5	Trägheit der Körper	69
3.1.6	Grundgesetz der Dynamik	70
3.1.7	Schwere der Körper	73
3.1.8	Reibungskräfte	75
3.1.9	Anwendungen des Grundgesetzes der Dynamik	77
3.1.10	Trägheitskräfte	80
3.1.11	Radialkraft und Zentrifugalkraft	81
3.2	Arbeit, Energie und Leistung	85
3.2.1	Mechanische Arbeit	85
3.2.1.1	Beschleunigungsarbeit	86
3.2.1.2	Hubarbeit	87
3.2.1.3	Federspannarbeit	89
3.2.1.4	Reibungsarbeit	90
3.2.2	Energie	91
3.2.2.1	Kinetische Energie	92
3.2.2.2	Potentielle Energie	92
3.2.3	Energieerhaltungssatz	95
3.2.4	Leistung und Wirkungsgrad	99
3.2.4.1	Leistung	100
3.2.4.2	Wirkungsgrad	101
3.3	Impuls	107
3.3.1	Kraftstoß und Impuls	107
3.3.2	Impulserhaltungssatz	109
3.3.3	Stoßvorgänge	110
3.3.3.1	Elastischer Stoß	110
3.3.3.2	Unelastischer Stoß	112
3.3.4	Raketenantrieb	114
4	Dynamik der Rotation	117
4.1	Drehmoment	118
4.2	Rotationsenergie und Massenträgheitsmoment	123
4.2.1	Rotationsenergie	123
4.2.2	Massenträgheitsmoment	124
4.3	Analogie zwischen Translation und Rotation	128
4.4	Grundgesetz der Dynamik der Rotation	129

4.5	Arbeit und Leistung bei der Rotation	131
4.6	Drehimpulserhaltungssatz	132
5	Statik	135
5.1	Gleichgewicht starrer Körper	135
5.1.1	Gleichgewichtsbedingungen	135
5.1.2	Gleichgewichtsarten	136
5.1.3	Schwerpunkt	137
5.2	Ebene Kraftsysteme	138
5.2.1	Kräfte mit gemeinsamem Angriffspunkt	138
5.2.2	Kräfte mit verschiedenen Angriffspunkten	140
5.2.3	Standsicherheit	145
6	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	147
6.1	Druck	147
6.2	Einige Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen	149
6.2.1	Kompressibilität	150
6.2.2	Flüssigkeitsoberflächen	150
6.2.3	Grenzflächenerscheinungen und Kapillarität	153
6.3	Mechanik ruhender Flüssigkeiten und Gase	154
6.3.1	Kolbendruck	154
6.3.2	Schweredruck	156
6.3.2.1	Schweredruck in Flüssigkeiten	156
6.3.2.2	Schweredruck in Gasen und Luftdruck	159
6.3.3	Druckmessung	160
6.3.3.1	Druckskalen	160
6.3.3.2	Druckmeßgeräte	161
6.3.4	Auftrieb	164
6.3.4.1	Auftrieb in Flüssigkeiten	164
6.3.4.2	Schwimmen	166
6.3.4.3	Auftrieb in Gasen	170
6.4	Mechanik strömender Flüssigkeiten und Gase	170
6.4.1	Strömungsgeschwindigkeit und Stromlinien; Volumenstrom	170
6.4.2	Strömung idealer Flüssigkeiten und Gase	172
6.4.2.1	Kontinuitätsgleichung	172
6.4.2.2	Bernoullische Gleichung	174
6.4.2.3	Anwendungen der Bernoullischen Gleichung	176
6.4.3	Strömung realer Flüssigkeiten und Gase	179
6.4.3.1	Innere Reibung und Viskosität	179
6.4.3.2	Laminare und turbulente Strömungen	180

6.4.3.3	Strömungswiderstände	180
6.4.3.4	Druckverlust in Rohrleitungen	183
6.4.3.5	Viskositätsbestimmungen	183

Thermodynamik

7	Wärme und innere Energie	185
7.1	Thermodynamische Prozesse	185
7.2	Wärmebewegung	186
7.3	Temperatur	187
7.4	Thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper	188
7.5	Temperaturmessung	191
7.6	1. Hauptsatz der Thermodynamik	196
7.7	Wärme und Temperatur	198
7.8	Spezifische Wärmekapazität von Gasen	200
7.9	Änderung des Aggregatzustandes	201
7.10	Wärmebilanzen bei Temperaturlausgleich	205
7.11	Energieumwandlungen	209
8	Zustandsänderungen von Gasen	213
8.1	Thermischer Zustand des idealen Gases	213
8.1.1	Ideales Gas	213
8.1.2	Thermische Zustandsgleichung des idealen Gases	213
8.1.3	Quasistatische Zustandsänderungen	215
8.2	Volumenänderungsarbeit	216
8.3	Spezielle Zustandsänderungen	218
8.3.1	Isotherme Zustandsänderungen	218
8.3.2	Isochore Zustandsänderungen	219
8.3.3	Isobare Zustandsänderungen	221
8.3.4	Adiabatische Zustandsänderungen	222
8.4	Kreisprozesse	224
8.4.1	Prinzip der Wärmekraftmaschine	225
8.4.2	Wärmepumpe und Kältemaschine	226
8.4.3	Carnot-Prozeß	226
8.5	2. Hauptsatz der Thermodynamik	228
8.5.1	Thermodynamischer Wirkungsgrad reversibler Kreisprozesse	228
8.5.2	Irreversible Prozesse	229

8.6	Reale Gase und Dämpfe	230
	8.6.1 Isothermen eines realen Gases	230
	8.6.2 Dämpfe	230
	8.6.3 Luftfeuchte	232
9	Wärmetransport	233
9.1	Wärmetransportprozesse	233
9.2	Wärmedurchgang	235

Elektrik

10	Gleichstrom	239
	10.1 Elektrische Ladungen und Ströme	239
	10.2 Elektrische Spannung	244
	10.3 Ohmsches Gesetz	247
	10.4 Elektrischer Widerstand	249
	10.5 Schaltung von Widerständen	253
	10.5.1 Parallelschaltung	253
	10.5.2 Reihenschaltung	255
	10.6 Elektrische Energie und Leistung	260
	10.7 Reale Stromkreise	261
	10.7.1 Verhalten realer Spannungsquellen	262
	10.7.2 Schaltung von Spannungsquellen	264
	10.7.3 Einfluß von Leitungswiderständen	266
	10.7.4 Knoten- und Maschensatz zur Berechnung elektrischer Netze	267
	10.8 Meßtechnische Anwendungen	268
	10.8.1 Messungen mit Drehspulinstrumenten	269
	10.8.2 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	271
	10.8.3 Spannungskompensation	273
	10.8.4 Meßbrücken	274
	10.8.5 Digitale Meßverfahren	275
11	Elektrische und magnetische Felder	277
	11.1 Elektrische Felder	278
	11.1.1 Kräfte zwischen elektrischen Ladungen	278
	11.1.2 Elektrische Felder im Vakuum	280
	11.1.2.1 Elektrische Flußdichte und elektrische Feldstärke	280

	11.1.2.2	Kapazität	281
	11.1.2.3	Elektrische Feldenergie	282
	11.1.3	Stoffe im elektrischen Feld	283
	11.1.3.1	Influenz	283
	11.1.3.2	Dielektrische Polarisierung	284
	11.1.4	Kondensatoren	285
11.2		Magnetische Felder	287
	11.2.1	Magnetische Felder stromdurchflossener Leiter	287
	11.2.2	Magnetische Felder im Vakuum	288
	11.2.2.1	Magnetische Feldstärke und magnetische Flußdichte	288
	11.2.2.2	Induktivität und magnetische Feldenergie	290
	11.2.3	Stoffe im magnetischen Feld	291
	11.2.4	Kraftwirkungen auf stromdurchflossene Leiter im magnetischen Feld	294
11.3		Bewegung von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern	296
	11.3.1	Erzeugung von Elektronenstrahlen	297
	11.3.2	Ablenkung von Elektronen im elektrischen Querfeld	298
	11.3.3	Elektronen in magnetischen Feldern	300
11.4		Elektromagnetische Induktion	302
	11.4.1	Induktionsgesetz	302
	11.4.2	Transformator- und Generatorprinzip	303
	11.4.2.1	Transformatorprinzip	304
	11.4.2.2	Generatorprinzip	305
	11.4.3	Wirbelströme	306
	11.4.4	Selbstinduktion	307
		Wechselstrom	309
12.1		Wechselspannungen und Wechselströme	309
	12.1.1	Bestimmungsgrößen	309
	12.1.2	Messung von Wechselströmen und Wechselspannungen	312
12.2		Einfache Wechselstromkreise	314
	12.2.1	Wirkwiderstände	314
	12.2.2	Blindwiderstände	315
	12.2.2.1	Induktiver Blindwiderstand	316
	12.2.2.2	Kapazitiver Blindwiderstand	317
12.3		Zusammengesetzte Wechselstromkreise	319
	12.3.1	Reihenschaltung von R und L	321

12.3.2	Reihenschaltung von R , L und C	323
12.3.3	Parallelschaltung von R , L und C	324
12.4	Leistung des Wechselstroms	326
12.4.1	Momentanleistung und Wirkleistung	326
12.4.2	Messung der Wirkleistung	326
12.4.3	Wirk-, Blind- und Scheinleistung	327
12.4.4	Blindleistungskompensation	329
12.5	Transformatoren	331
12.6	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	333
12.7	Schutz vor elektrischen Unfällen	337
13	Halbleiter	339
13.1	Leitungsmechanismen in Halbleitern	340
13.1.1	Eigenleitung	340
13.1.2	Störstellenleitung	341
13.1.2.1	n-Leitung	341
13.1.2.2	p-Leitung	342
13.2	pn-Übergang	343
13.3	Halbleiterdioden	344
13.4	Transistoren	347
13.4.1	Bipolartransistoren	347
13.4.2	Elementarer Spannungsverstärker	349
13.4.3	Feldeffekttransistoren	351

Schwingungen und Wellen

14	Schwingungen	353
14.1	Mechanische Schwingungen	353
14.1.1	Freie ungedämpfte Schwingungen	353
14.1.1.1	Kinematik der Sinusschwingung	355
14.1.1.2	Dynamik der Sinusschwingung	357
14.1.1.3	Dreh- und Pendelschwingungen	360
14.1.2	Freie gedämpfte Schwingungen	363
14.1.3	Erzwungene Schwingungen	366
14.2	Elektrische Schwingungen	368
14.2.1	Elektrischer Schwingkreis	368

14.2.2	Analogie zwischen mechanischen und elektrischen Schwingungen	369
14.2.3	Erzwungene elektrische Schwingungen	370
14.2.3.1	Reihenresonanz	371
14.2.3.2	Parallelresonanz	372
15	Wellen	373
15.1	Wellenausbreitung	373
15.1.1	Arten von Wellen	373
15.1.2	Frequenz und Doppler-Effekt	376
15.1.3	Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit	376
15.1.4	Energiestrom und Amplitude	377
15.1.5	Huygenssches Prinzip	377
15.2	Reflexion und Brechung	378
15.2.1	Reflexion	379
15.2.2	Brechung	380
15.2.3	Totalreflexion	381
15.3	Beugung und Interferenz	382
15.3.1	Beugung	382
15.3.2	Interferenz	383
15.3.3	Beugung und Interferenz am Doppelspalt	386
15.4	Stehende Wellen	390
15.5	Optische Abbildung	391
15.5.1	Bildkonstruktion	391
15.5.2	Bildentstehung an gekrümmten Spiegeln und Linsen	393
15.5.3	Abbildungsgleichung und Abbildungsmaßstab	396
15.5.4	Vergrößerung durch Fernrohr und Mikroskop	397
15.6	Energieübertragung durch Wellen	399
15.6.1	Physikalische Strahlungsgrößen	399
15.6.2	Physiologische Schall- und Lichtempfindungen	402
15.6.2.1	Schallstärke und Lautstärke	402
15.6.2.2	Lichttechnische Größen	403
Atome		
16	Atom- und Kernphysik	407
16.1	Quanten	408
16.1.1	Energiequantelung	408
16.1.2	Welle-Teilchen-Dualismus	409

16.1.3	Äußerer Fotoeffekt	410
16.1.4	Heisenbergsche Unschärferelation	411
16.1.5	Masse und Energie	411
16.2	Atomhülle	413
16.2.1	Bohrsches Atommodell	413
16.2.2	Quantenzahlen	414
16.2.3	Aufbau der Atomhülle der Elemente	415
16.3	Atomkern	416
16.3.1	Aufbau des Atomkerns	416
16.3.2	Radioaktivität	418
16.3.2.1	α -Umwandlung	419
16.3.2.2	β -Umwandlung	419
16.3.2.3	γ -Strahlung	420
16.3.2.4	Gesetz der radioaktiven Umwandlung	421
16.3.2.5	Absorption von ionisierender Strahlung	422
16.3.2.6	Nachweis von Kernstrahlung	425
16.3.2.7	Biologische Wirkungen und Strahlenschutz	427
16.3.3	Kernenergie	428
16.3.3.1	Kernspaltung	429
16.3.3.2	Kernsynthese	432

Aufgaben

2	Kinematik	A 2.1 ... A 2.16	433
3	Dynamik der Punktmasse	A 3.1 ... A 3.57	435
4	Dynamik der Rotation	A 4.1 ... A 4.18	440
5	Statik	A 5.1 ... A 5.10	443
6	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	A 6.1 ... A 6.37	446
7	Wärme und innere Energie	A 7.1 ... A 7.27	450
8	Zustandsänderungen von Gasen	A 8.1 ... A 8.18	453
9	Wärmetransport	A 9.1 ... A 9.5	455
10	Gleichstrom	A 10.1 ... A 10.35	456
11	Elektrische und magnetische Felder	A 11.1 ... A 11.28	460
12	Wechselstrom	A 12.1 ... A 12.19	463
14	Schwingungen	A 14.1 ... A 14.14	465
15	Wellen	A 15.1 ... A 15.18	467
16	Atom- und Kernphysik	A 16.1 ... A 16.14	470

Lösungen	471
---------------------------	-----

Sachwortverzeichnis	516
--------------------------------------	-----

Bildquellennachweis	520
--------------------------------------	-----

Formelsammlung (als Beilage)