

David Mills (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit
Charles Adler, Edward Whittaker, George Zober, Patricia Zober

Arbeitsbuch zu Tipler/Mosca

Physik

Für Wissenschaftler und Ingenieure

Zweite deutsche Auflage
herausgegeben von Michael Zillgitt

Aus dem Amerikanischen übersetzt von
Michael Zillgitt und Michael Basler



Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG

Inhalt

1	Einheitensysteme	1	• Konzepte der Zentripetalkraft	51
	• Maßeinheiten	1	• Widerstandskräfte	52
	• Dimensionen physikalischer Größen	2	6 Arbeit und Energie	70
	• Exponentialschreibweise und signifikante Stellen	2	• Arbeit und kinetische Energie	71
Teil I	Mechanik	7	• Arbeit durch eine ortsabhängige Kraft	71
			• Das Skalarprodukt	71
			• Potenzielle Energie	72
2	Eindimensionale Bewegung	9	7 Energieerhaltung	80
	• Tempo, Verschiebung und Geschwindigkeit	11	• Die Erhaltung der mechanischen Energie	81
	• Beschleunigung	11	• Energieerhaltung	82
	• Gleichförmig beschleunigte Bewegung und freier Fall	11	• Masse und Energie	82
	• Integration der Bewegungsgleichungen	12	8 Teilchensysteme und die Erhaltung des linearen Impulses	94
3	Bewegung in zwei und drei Dimensionen	25	• Bestimmung des Massenmittelpunkts	95
	• Vektoren, Vektoraddition und Koordinatensysteme	26	• Bestimmung des Massenmittelpunkts durch Integration	95
	• Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren	26	• Bewegung des Massenmittelpunkts	95
	• Der schräge Wurf	26	• Impulserhaltung	95
4	Die Newton'schen Axiome	36	• Kinetische Energie eines Teilchensystems	96
	• Das erste und das zweite Newton'sche Axiom: Masse, Trägheit und Kraft	36	• Kraftstoß und zeitliches Mittel einer Kraft	96
	• Masse und Gewicht	37	• Schwerpunktsystem	97
	• Kräftediagramme: Statisches Gleichgewicht	37	• Systeme mit kontinuierlich veränderlicher Masse: Strahlantrieb	97
5	Anwendungen der Newton'schen Axiome	48	9 Drehbewegungen	110
	• Reibung	49	• Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung	111
	• Krummlinige Bewegung	51		

• Drehmoment, Trägheitsmoment und das zweite Newton'sche Axiom für Drehbewegungen	111	• Leitern	160
• Berechnung von Trägheitsmomenten	111	• Spannung und Dehnung	161
• Kinetische Energie der Rotation	112	13 Fluide	171
• Rollen, Fallmaschinen und herabhängende Teile	112	• Dichte	172
10 Die Drehimpulserhaltung	129	• Druck	172
• Der Vektorcharakter der Rotation	130	• Auftrieb	172
• Drehmoment und Drehimpuls	130	• Strömung viskoser Flüssigkeiten	173
• Drehimpulserhaltung	131	Teil II Schwingungen und Wellen	182
• Quantisierung des Drehimpulses	131	14 Schwingungen	183
R Die spezielle Relativitätstheorie	140	• Harmonische Schwingungen	183
• Längenkontraktion und Zeitdilatation	140	• Energie eines harmonischen Oszillators	184
• Die Relativität der Gleichzeitigkeit	140	• Erzwungene Schwingungen und Resonanz	186
• Relativistische Energie und relativistischer Impuls	141	15 Ausbreitung von Wellen	202
11 Gravitation	146	• Die Wellengleichung	203
• Die Kepler'schen Gesetze	147	• Wellen in drei Dimensionen, Intensität	203
• Das Newton'sche Gravitationsgesetz	147	• Der Doppler-Effekt	204
• Potenzielle Energie der Gravitation	147	16 Überlagerung und stehende Wellen	215
• Das Gravitationsfeld	148	• Überlagerung und Interferenz	215
• Das Gravitationsfeld sphärischer Körper	148	• Stehende Wellen	216
12 Statisches Gleichgewicht und Elastizität	158	Teil III Thermodynamik	227
• Gleichgewichtsbedingungen	158	17 Temperatur und die kinetische Gastheorie	228
• Der Schwerpunkt	159	18 Wärme und der Erste Hauptsatz der Thermodynamik	235
• Einige Beispiele für statisches Gleichgewicht	159	• Wärmekapazität, spezifische Wärme, latente Wärme	236
		• Kalorimetrie	236
		• Erster Hauptsatz der Thermodynamik	236
		• Arbeit und das P - V -Diagramm eines Gases	236

• Wärmekapazitäten von Gasen und der Gleichverteilungssatz	236	• Ladung und Feld an Leiteroberflächen	282
• Reversible adiabatische Expansion eines Gases	237	23 Das elektrische Potenzial	295
19 Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik	246	• Potenzialdifferenz	296
• Wärmekraftmaschinen und Kältemaschinen	247	• Das Potenzial eines Punktladungssystems	296
• Der Zweite Hauptsatz	247	• Berechnung des elektrischen Felds aus dem Potenzial	296
• Carnot-Maschinen	247	• Berechnung des Potentials ϕ kontinuierlicher Ladungsverteilungen	296
• Wärmepumpen	248	24 Elektrostatische Energie und Kapazität	309
• Entropieänderungen	248	• Die elektrische Energie	309
• Entropie und entwertete Energie	248	• Kapazität	310
20 Thermische Eigenschaften und Vorgänge	257	• Die Speicherung elektrischer Energie	310
• Wärmeausdehnung	258	• Dielektrika	311
• Van-der-Waals-Gleichung, Flüssigkeits-Dampf-Isothermen und Phasendiagramme	258	25 Elektrischer Strom – Gleichstromkreise	324
• Wärmeleitung	258	• Elektrischer Strom und die Bewegung von Ladungsträgern	325
• Wärmestrahlung	258	• Widerstand und Ohm'sches Gesetz	325
Teil IV Elektrizität und Magnetismus	265	• Temperaturabhängigkeit des Widerstands	325
21 Das elektrische Feld I: Diskrete Ladungsverteilungen	267	• Energie in elektrischen Stromkreisen	326
• Elektrische Ladung	268	• Zusammenschaltungen von Widerständen	326
• Coulomb'sches Gesetz	268	• Kirchhoff'sche Regeln	326
• Elektrisches Feld	268	• Strom- und Spannungsmessgeräte	327
• Bewegung von Punktladungen in elektrischen Feldern	269	• RC-Stromkreise	327
22 Das elektrische Feld II: Kontinuierliche Ladungsverteilungen	280	26 Das Magnetfeld	343
• Berechnung von E aus dem Coulomb'schen Gesetz	280	• Die magnetische Kraft	343
• Gauß'sches Gesetz	281	• Die Bewegung einer Punktladung in einem Magnetfeld	344
• Kugelsymmetrie	281		
• Zylindersymmetrie	281		

• Das auf Leiterschleifen und Magnete ausgeübte Drehmoment	344	• Maxwell'sche Gleichungen und elektromagnetisches Spektrum	400
• Der Hall-Effekt	345	• Die Wellengleichung für elektromagnetische Wellen	400
27 Quellen des Magnetfelds	352	Teil V Licht	409
• Das Magnetfeld sich bewegender Punktladungen	353	31 Eigenschaften des Lichts	410
• Das Magnetfeld von Strömen: das Biot-Savart'sche Gesetz	353	• Die Lichtgeschwindigkeit	411
• Das Magnetfeld einer Leiterschleife	353	• Reflexion und Brechung	411
• Das Ampère'sche Gesetz	354	• Polarisierung	412
• Magnetische Momente von Atomen	355	32 Optische Instrumente	419
28 Die magnetische Induktion	369	• Ebene Spiegel	420
• Der magnetische Fluss	370	• Sphärische Spiegel	420
• Induktionsspannung und Faraday'sches Gesetz	370	• Dünne Linsen	420
• Induktion durch Bewegung	370	• Abbildungsfehler	421
• Induktivität	371	• Das Auge	421
• Die Energie des Magnetfelds	371	• Die Lupe	421
• <i>RL</i> -Stromkreise	372	• Das Mikroskop	421
29 Wechselstromkreise	382	• Das Teleskop	422
• Wechselstromgeneratoren	383	33 Interferenz und Beugung	431
• <i>LC</i> - und <i>RLC</i> -Stromkreise ohne Wechselspannungsquelle	383	• Phasendifferenz und Kohärenz	431
• <i>RL</i> -Stromkreise mit Wechselspannungsquelle	383	• Interferenz an dünnen Schichten	431
• Filter und Gleichrichter	383	• Newton'sche Ringe	432
• <i>LC</i> -Stromkreise mit Wechselspannungsquelle	384	• Interferenzmuster beim Doppelspalt	432
• <i>RLC</i> -Stromkreise mit Wechselspannungsquelle	385	• Beugungsmuster beim Einzelspalt	432
• Der Transformator	386	• Vektoraddition harmonischer Wellen	432
30 Die Maxwell'schen Gleichungen – Elektromagnetische Wellen	399	• Beugung und Auflösung	433
• Der Maxwell'sche Verschiebungsstrom	399	• Beugungsgitter	433
		Teil VI Moderne Physik: Quantenmechanik, Relativitätstheorie und die Struktur der Materie	441
		34 Welle-Teilchen-Dualismus und Quantenphysik	443

• Die Teilchennatur des Lichts: Photonen	443	• Eine mikroskopische Betrachtung der elektrischen Leitfähigkeit	473
• Elektronen und Materiewellen	444	• Das Fermi-Elektronengas	473
• Welle-Teilchen-Dualismus	444	• Die Quantentheorie der elektrischen Leitfähigkeit	473
• Ein Teilchen im Kasten	444	• Das Bändermodell der Festkörper	473
• Berechnung von Aufenthaltswahrscheinlichkeiten und Erwartungswerten	444	• Halbleiter	473
35 Anwendungen der Schrödinger-Gleichung	451	• Halbleiterübergänge und Bauelemente	474
• Die Schrödinger-Gleichung	451	• Die BCS-Theorie	474
• Der harmonische Oszillator	451	• Die Fermi-Dirac-Verteilung	474
• Reflexion und Transmission von Elektronenwellen: Barrierendurchdringung	451	39 Relativitätstheorie	480
• Die Schrödinger-Gleichung in drei Dimensionen	451	• Zeitdilatation und Längenkontraktion	480
• Die Schrödinger-Gleichung für zwei identische Teilchen	452	• Die Lorentz-Transformation, Uhrensynchronisation und Gleichzeitigkeit	481
36 Atome	457	• Die Geschwindigkeits- transformation	481
• Das Bohr'sche Modell des Wasserstoffatoms	457	• Relativistischer Impuls und relativistische Energie	481
• Quantentheorie des Wasserstoffatoms	458	• Die allgemeine Relativitätstheorie	482
• Spin-Bahn-Kopplung und Feinstruktur	458	40 Kernphysik	491
• Das Periodensystem der Elemente	458	• Eigenschaften der Kerne	491
• Optische Spektren und Röntgenspektren	458	• Radioaktivität	492
37 Moleküle	466	• Kernreaktionen	492
• Chemische Bindung	466	• Kernspaltung und Kernfusion	492
• Energieniveaus und Spektren zweiatomiger Moleküle	467	41 Elementarteilchen und die Entstehung des Universums	500
38 Festkörper	472	• Spin und Antiteilchen	500
• Die Struktur von Festkörpern	473	• Die Erhaltungssätze	500
		• Quarks	501
		• Die Entwicklung des Universums	501