

Physikalische Größen und Messungen

1 Physikalische Größen und Messungen	1
VERSTÄNDNISAUFGABEN	1
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	1
MASSEINHEITEN	1
UMRECHNEN VON EINHEITEN	1
DIMENSIONEN PHYSIKALISCHER GRÖSSEN	1
EXPONENTIALSCHREIBWEISE UND SIGNIFIKANTE STELLEN	2
ALLGEMEINE AUFGABEN	2

Mechanik

2 Mechanik von Massenpunkten	7
VERSTÄNDNISAUFGABEN	7
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	9
ORTS- UND VERSCHIEBUNGSVEKTOR	9
GESCHWINDIGKEIT	9
BESCHLEUNIGUNG	10
GLEICHFÖRMIG BESCHLEUNIGTE BEWEGUNG IN EINER DIMENSION	10
DER SCHRÄGE WURF	11
KREISBEWEGUNG UND ZENTRIPETALBESCHLEUNIGUNG	12
ALLGEMEINE AUFGABEN	13

3 Die Newton'schen Axiome	37
VERSTÄNDNISAUFGABEN	37
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	37

DAS ERSTE UND DAS ZWEITE NEWTON'SCHE AXIOM: MASSE, TRÄGHEIT UND KRAFT	38
MASSE UND GEWICHT	38
KRÄFTEDIAGRAMME: STATISCHES GLEICHGEWICHT	38
KRÄFTEDIAGRAMME: GENEIGTE EBENEN UND NORMALKRÄFTE	39
KRÄFTEDIAGRAMME: FAHRSTÜHLE	39
KRUMMLINIGE UND KREISBEWEGUNG	39
4 Weitere Anwendungen der Newton'schen Axiome	53
VERSTÄNDNISAUFGABEN	53
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	54
REIBUNG	54
WIDERSTANDSKRÄFTE	56
DIE KEPLER'SCHEN GESETZE	56
DAS NEWTON'SCHE GRAVITATIONSGESETZ	57
SCHWERE MASSE UND TRÄGE MASSE	57
DAS GRAVITATIONSFELD	57
ALLGEMEINE AUFGABEN	58
5 Energie und Arbeit	83
VERSTÄNDNISAUFGABEN	83
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	84
ARBEIT, KINETISCHE ENERGIE UND ANWENDUNGEN	85
LEISTUNG	85
DIE ERHALTUNG DER MECHANISCHEN ENERGIE	86
ENERGIEERHALTUNG	87
ALLGEMEINE AUFGABEN	88

6 Der Impuls	113	9 Mechanik deformierbarer Körper	173
VERSTÄNDNISAUFGABEN	113	VERSTÄNDNISAUFGABEN	173
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	114	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	173
IMPULSERHALTUNG	114	SPANNUNG UND DEHNUNG	173
KRAFTSTOSS UND ZEITLICHES MITTEL EINER KRAFT	114	KOMPRESSION	174
STÖSSE IN EINER RAUMRICHTUNG	115	SCHERUNG	174
*STÖSSE IN MEHR ALS EINER RAUMRICHTUNG	115	BIEGUNG	175
ELASTIZITÄTSZAHL	116		
ALLGEMEINE AUFGABEN	116		
7 Teilchensysteme	131	10 Fluide	183
VERSTÄNDNISAUFGABEN	131	VERSTÄNDNISAUFGABEN	183
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	131	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	184
MEHRKÖRPERPROBLEME	131	DICHTE	184
MASSENMITTELPUNKTSYSTEM	133	DRUCK	184
RAKETEN- UND STRAHLANTRIEB	134	AUFTRIEB	185
ALLGEMEINE AUFGABEN	134	KONTINUITÄTS- UND BERNOULLI-GLEICHUNG	186
		STRÖMUNG VISKOSER FLÜSSIGKEITEN	186
		ALLGEMEINE AUFGABEN	187
8 Drehbewegungen	149	Schwingungen und Wellen	
VERSTÄNDNISAUFGABEN	149	11 Schwingungen	197
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	150	VERSTÄNDNISAUFGABEN	197
WINKELGESCHWINDIGKEIT	UND	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	197
WINKELBESCHLEUNIGUNG	150	HARMONISCHE SCHWINGUNGEN	198
BERECHNUNG VON TRÄGHEITSMOMENTEN	151	HARMONISCHE SCHWINGUNGEN	UND
DREHMOMENT	151	KREISBEWEGUNG	198
KINETISCHE ENERGIE DER ROTATION	152	ENERGIE EINES HARMONISCHEN OSZILLATORS	198
ROLLEN, FALLMASCHINEN UND HERABHÄNGENDE		HARMONISCHE SCHWINGUNGEN UND FEDERSCHWINGER	198
TEILE	152	MATHEMATISCHES PENDEL	199
DREHIMPULS UND DREHIMPULSERHALTUNG	153	PHYSIKALISCHE PENDEL	199
ROLLEN OHNE SCHLUPF	154	GEDÄMPFTE SCHWINGUNGEN	200
ROLLEN MIT SCHLUPF	154	ERZWUNGENE SCHWINGUNGEN UND RESONANZ	200
KREISEL	154	ALLGEMEINE AUFGABEN	201
ALLGEMEINE AUFGABEN	155		

12 Wellen 223	DIE MITTLERE FREIE WEGLÄNGE 254
VERSTÄNDNISAUFGABEN 223	DIE VAN-DER-WAALS-GLEICHUNG FÜR REALE GASE 254
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN 224	ALLGEMEINE AUFGABEN 254
AUSBREITUNGSGESCHWINDIGKEIT VON WELLEN 224	
DIE WELLENGLEICHUNG 224	
HARMONISCHE WELLEN AUF EINER SAITE 224	15 Wärme und der Erste Hauptsatz der Thermodynamik 263
HARMONISCHE SCHALLWELLEN 225	VERSTÄNDNISAUFGABEN 263
INTENSITÄT 225	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN 263
SCHALLPEGEL 225	WÄRMEKAPAZITÄT, SPEZIFISCHE WÄRME, LATENTE WÄRME 263
DOPPLER-EFFEKT 225	KALORIMETRIE 264
REFLEXION UND TRANSMISSION 226	ERSTER HAUPTSATZ DER THERMODYNAMIK 264
ÜBERLAGERUNG UND INTERFERENZ 226	ARBEIT UND DAS P-V-DIAGRAMM EINES GASES 264
SCHWEBUNGEN 227	WÄRMEKAPAZITÄTEN VON GASEN UND DER GLEICH- VERTEILUNGSSATZ 264
STEHENDE WELLEN 227	WÄRMEKAPAZITÄTEN VON FESTKÖRPERN UND DIE DULONG-PETIT'SCHE REGEL 264
*HARMONISCHE ANALYSE 228	REVERSIBLE ADIABATISCHE EXPANSION EINES GA- SES 265
*WELLENPAKETE 228	ZYKLISCHE PROZESSE 265
ALLGEMEINE AUFGABEN 228	ALLGEMEINE AUFGABEN 265
Thermodynamik	
13 Temperatur und der Nullte Hauptsatz der Thermodynamik 249	16 Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik 275
VERSTÄNDNISAUFGABEN 249	VERSTÄNDNISAUFGABEN 275
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE 249	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN 275
TEMPERATURSKALEN 249	WÄRMEKRAFTMASCHINEN UND KÄLTEMASCHINEN 276
WÄRMEAUSDEHNUNG 249	DER ZWEITE HAUPTSATZ 276
ALLGEMEINE AUFGABEN 249	CARNOT-KREISPROZESSE 276
14 Die kinetische Gastheorie 253	WÄRMEPUMPEN 277
VERSTÄNDNISAUFGABEN 253	ENTROPIEÄNDERUNGEN 277
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE 253	ENTROPIE UND ENTWERTETE ENERGIE 277
DIE ZUSTANDSGLEICHUNG FÜR DAS IDEALE GAS 253	ALLGEMEINE AUFGABEN 277
DIE MOLEKULARE GESCHWINDIGKEIT UND DER GLEICHVERTEILUNGSSATZ 254	

17 Wärmeübertragung	287	20 Das elektrische Potenzial	329
VERSTÄNDNISAUFGABEN	287	VERSTÄNDNISAUFGABEN	329
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	287	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	329
WÄRMELEITUNG	287	POTENZIALDIFFERENZ	329
WÄRMESTRAHLUNG	287	DAS POTENZIAL EINES PUNKTLADUNGSSYSTEMS	330
ALLGEMEINE AUFGABEN	288	BERECHNUNG DES ELEKTRISCHEN FELDS AUS DEM POTENZIAL	330
 Elektrizität und Magnetismus			
18 Das elektrische Feld I:		BERECHNUNG DES POTENZIALS ϕ KONTINUIERLI- CHER LADUNGSVERTEILUNGEN	330
Diskrete Ladungsverteilungen	293	ÄQUIPOTENZIALFLÄCHEN	331
VERSTÄNDNISAUFGABEN	293	DIE ELEKTRISCHE ENERGIE	331
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	294	ALLGEMEINE AUFGABEN	332
ELEKTRISCHE LADUNG	294	 21 Die Kapazität	347
DAS COULOMB'SCHE GESETZ	294	VERSTÄNDNISAUFGABEN	347
ELEKTRISCHES FELD	294	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	347
BEWEGUNG VON PUNKTLADUNGEN IN ELEKTRI- SCHEN FELDERN	295	KAPAZITÄT	347
DIPOLE	295	DIE SPEICHERUNG ELEKTRISCHER ENERGIE	347
ALLGEMEINE AUFGABEN	295	PARALLEL- UND REIHENSCHALTUNG VON KONDEN- SATOREN	348
 19 Das elektrische Feld II:		PLATTENKONDENSATOREN	348
Kontinuierliche Ladungsverteilungen	309	ZYLINDERKONDENSATOREN	348
VERSTÄNDNISAUFGABEN	309	KUGELKONDENSATOREN	349
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	309	GETRENNTES UND WIEDER VERBUNDENE KONDENSA- TOREN	349
BERECHNUNG VON E AUS DEM COULOMB'SCHEN GE- SETZ	309	DIELEKTRIKA	349
DAS GAUSS'SCHE GESETZ	310	ALLGEMEINE AUFGABEN	349
ANWENDUNGEN DES GAUSS'SCHEN GESETZES BEI KUGELSYMMETRIE	311	 22 Elektrischer Strom - Gleichstromkreise	365
ANWENDUNGEN DES GAUSS'SCHEN GESETZES BEI ZYLINDERSYMMETRIE	311	VERSTÄNDNISAUFGABEN	365
ELEKTRISCHE LADUNGEN UND FELDER AN LEITERO- BERFLÄCHEN	312	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	365
ALLGEMEINE AUFGABEN	312	ELEKTRISCHER STROM UND DIE BEWEGUNG VON LA- DUNGSTRÄGERN	366
		WIDERSTAND UND OHM'SCHES GESETZ	366

TEMPERATURABHÄNGIGKEIT DES WIDERSTANDS	366	25 Die magnetische Induktion	423
ENERGIE IN ELEKTRISCHEN STROMKREISEN	367	VERSTÄNDNISAUFGABEN	423
ZUSAMMENSCHALTUNG VON WIDERSTÄNDEN	367	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	423
KIRCHHOFF'SCHE REGELN	367	DER MAGNETISCHE FLUSS	423
STROM- UND SPANNUNGSMESSGERÄTE	368	INDUKTIONSSPANNUNG UND FARADAY'SCHES GESETZ	424
RC-STROMKREISE	368	INDUKTION DURCH BEWEGUNG	424
ALLGEMEINE AUFGABEN	369	WECHSELSTROMGENERATOREN	425
 		INDUKTIVITÄT	425
23 Das Magnetfeld	391	DIE ENERGIE DES MAGNETFELDS	425
VERSTÄNDNISAUFGABEN	391	* <i>RL</i> -STROMKREISE	426
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	391	ALLGEMEINE AUFGABEN	427
DIE MAGNETISCHE KRAFT	391	 	
DIE BEWEGUNG EINER PUNKTLADUNG IN EINEM MAGNETFELD	392	26 Wechselstromkreise	443
DIE AUF GELADENE TEILCHEN WIRKENDE MAGNETISCHE KRAFT	392	VERSTÄNDNISAUFGABEN	443
DAS AUF LEITERSCHLEIFEN UND MAGNETE AUSGEÜBTEN DREHMOMENT, MAGNETISCHE MOMENTE	392	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	443
DER HALL-EFFEKT	393	WECHSELSPANNUNG AN OHM'SCHEN WIDERSTÄNDEN, SPULEN UND KONDENSATOREN	443
ALLGEMEINE AUFGABEN	393	STROMKREISE MIT KONDENSATOREN, SPULEN UND WIDERSTÄNDEN OHNE WECHSELSPANNUNGSQUELLE	444
 		<i>RL</i> -KREISE MIT WECHSELSPANNUNGSQUELLE	444
24 Quellen des Magnetfelds	403	FILTER UND GLEICHRICHTER	444
VERSTÄNDNISAUFGABEN	403	<i>LC</i> -STROMKREISE MIT WECHSELSPANNUNGSQUELLE	445
DAS MAGNETFELD VON PUNKTLADUNGEN UND STRÖMEN	403	<i>RLC</i> -STROMKREISE MIT WECHSELSPANNUNGSQUELLE	446
LEITERSCHLEIFEN	404	DER TRANSFORMATOR	447
GERADLINIGE LEITERABSCHNITTE	404	ALLGEMEINE AUFGABEN	447
DAS MAGNETFELD EINER ZYLINDERSPULE	405	 	
DAS AMPÈRE'SCHE GESETZ	405	27 Die Maxwell'schen Gleichungen und Elektromagnetische Wellen	463
MAGNETISIERUNG UND MAGNETISCHE SUSZEPTIBILITÄT	405	VERSTÄNDNISAUFGABEN	463
MAGNETISCHE MOMENTE VON ATOMEN	406	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	463
*PARAMAGNETISMUS	406	DER MAXWELL'SCHE VERSCHIEBUNGSSTROM	463
*FERROMAGNETISMUS	406	MAXWELL'SCHE GLEICHUNGEN UND ELEKTROMAGNETISCHES SPEKTRUM	464
ALLGEMEINE AUFGABEN	406		

ELEKTRISCHE DIPOLSTRAHLUNG 464	30 Interferenz und Beugung 501
ENERGIE UND IMPULS ELEKTROMAGNETISCHER WELLEN 464	VERSTÄNDNISAUFGABEN 501
DIE WELLENGLEICHUNG FÜR ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN 464	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSUFGABEN 501
ALLGEMEINE AUFGABEN 465	PHASENDIFFERENZ UND KOHÄRENZ 501
Optik	INTERFERENZ AN DÜNNEN SCHICHTEN 501
28 Eigenschaften des Lichts 475	NEWTON'SCHE RINGE 501
VERSTÄNDNISAUFGABEN 475	INTERFERENZMUSTER BEIM DOPPELSPALT 502
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSUFGABEN 475	BEUGUNGSGITTER 502
DIE LICHTGESCHWINDIGKEIT 475	BEUGUNGSMUSTER BEIM EINZELSPALT 503
REFLEXION UND BRECHUNG 475	INTERFERENZ- UND BEUGUNGSMUSTER BEIM DOPPELSPALT 503
TOTALREFLEXION 476	VEKTORADDITION HARMONISCHER WELLEN 503
DISPERSION 476	BEUGUNG UND AUFLÖSUNG 503
POLARISATION 476	ALLGEMEINE AUFGABEN 504
ALLGEMEINE AUFGABEN 477	Einstins Relativitätstheorien
29 Geometrische Optik 487	31 Die Relativitätstheorien 513
VERSTÄNDNISAUFGABEN 487	VERSTÄNDNISAUFGABEN 513
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSUFGABEN 487	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSUFGABEN 513
EBENE SPIEGEL 487	ZEITDILATATION UND LÄNGENKONTRAKTION 513
SPHÄRISCHE SPIEGEL 487	DIE LORENTZ-TRANSFORMATION, UHRENSYNCHRONISATION UND GLEICHZEITIGKEIT 513
DURCH BRECHUNG ERZEUGTE BILDER 488	DIE GE SCHWINDIGKEITSTRANSFORMATION UND DER RELATIVISTISCHE DOPPLER-EFFEKT 514
DÜNNE LINSEN UND DIE LINSENGLEICHUNG 488	RELATIVISTISCHER IMPULS UND RELATIVISTISCHE ENERGIE 514
ABBILDUNGSFEHLER 489	*MINKOWSKI-DIAGRAMME 514
DAS AUGE 489	DIE ALLGEMEINE RELATIVITÄTSTHEORIE 515
DIE LUPE 489	ALLGEMEINE AUFGABEN 515
DAS MIKROSKOP 490	Quantenmechanik
DAS TELESKOP 490	32 Einführung in die Quantenphysik 527
ALLGEMEINE AUFGABEN 490	VERSTÄNDNISAUFGABEN 527

SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	527	35 Moleküle	553
DIE TEILCHENNATUR DES LICHTS: PHOTONEN	527	VERSTÄNDNISAUFGABEN	553
DER PHOTOELEKTRISCHE EFFEKT	527	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	553
COMPTON-STREUUNG	527	CHEMISCHE BINDUNG	553
ELEKTRONEN UND MATERIEWELLEN	527	ENERGIENIVEAUS UND SPEKTREN ZWEIATOMIGER MOLEKÜLE	554
BERECHNUNG VON AUFENTHALTSWAHRSCHEINLICH- KEITEN UND ERWARTUNGSWERTEN	528	ALLGEMEINE AUFGABEN	554
ALLGEMEINE AUFGABEN	528		
33 Anwendungen der Schrödinger-Gleichung	535	Festkörperphysik	
VERSTÄNDNISAUFGABEN	535	36 Festkörper	559
DIE SCHRÖDINGER-GLEICHUNG	535	VERSTÄNDNISAUFGABEN	559
DER HARMONISCHE OSZILLATOR	535	DIE STRUKTUR VON FESTKÖRPERN	559
REFLEXION UND TRANSMISSION VON ELEKTRONEN- WELLEN: BARRIERENDURCHDRINGUNG	535	 	
DIE SCHRÖDINGER-GLEICHUNG IN DREI DIMENSIONEN	535	37 Elektrische Eigenschaften von Festkörpern	561
DIE SCHRÖDINGER-GLEICHUNG FÜR ZWEI IDENTI- SCHE TEILCHEN	536	VERSTÄNDNISAUFGABEN	561
ORTHOGONALITÄT VON WELLENFUNKTIONEN	536	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	561
ALLGEMEINE AUFGABEN	536	MIKROSKOPISCHE BETRACHTUNG DER ELEKTRI- SCHEN LEITFÄHIGKEIT	561
 		FREIE ELEKTRONEN IM FESTKÖRPER	561
Atome und Moleküle		DIE QUANTENTHEORIE DER ELEKTRISCHEN LEITFÄ- HIGKEIT	562
34 Atome	543	DAS BÄNDERMODELL DER FESTKÖRPER	562
VERSTÄNDNISAUFGABEN	543	HALBLEITER	562
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	543	HALBLEITERÜBERGÄNGE UND BAUELEMENTE	562
DAS BOHR'SCHE MODELL DES WASSERSTOFFATOMS	543	DIE BCS-THEORIE	563
QUANTENZAHLEN IN POLARKOORDINATEN	543	DIE FERMI-DIRAC-VERTEILUNG	563
QUANTENTHEORIE DES WASSERSTOFFATOMS	543	 	
SPIN-BAHN-KOPPLUNG UND FEinstruktur	544	Kern- und Teilchenphysik	
DAS PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE	544	38 Kernphysik	569
OPTISCHE SPEKTREN UND RÖNTGENSPEKTREN	544	VERSTÄNDNISAUFGABEN	569
LASER	544	SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	569
ALLGEMEINE AUFGABEN	544	EIGENSCHAFTEN DER KERNE	569

RADIOAKTIVITÄT	569
KERNREAKTIONEN	570
KERNSPALTUNG UND KERNFUSION	570
ALLGEMEINE AUFGABEN	570

39 *Teilchenphysik	579
VERSTÄNDNISAUFGABEN	579
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABE	579
SPIN UND ANTITEILCHEN	579
DIE ERHALTUNGSSÄTZE	579
QUARKS	579
ALLGEMEINE AUFGABEN	580

Zusatzmaterial

40 *Spezielle Relativitätstheorie	585
VERSTÄNDNISAUFGABEN	585
SCHÄTZUNGS- UND NÄHERUNGSAUFGABEN	585
LÄNGENKONTRAKTION UND ZEITDILATATION	585
DIE RELATIVITÄT DER GLEICHZEITIGKEIT	586
RELATIVISTISCHE ENERGIE UND RELATIVISTISCHER IMPULS	586
ALLGEMEINE AUFGABEN	587