

Theorie, Modelle und Experimente zur
Physik

Kurztheorie und Aufgaben

Autoren

Prof. Dr. Stephan Scheidegger
Zentrum für Angewandte Mathematik und Physik
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

scst@zhaw.ch

mit Beiträgen von

Prof. Dr. Ruedi Füchslin
Zentrum für Angewandte Mathematik und Physik
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

furu@zhaw.ch

1. Auflage 2008 (Theorie, Simulationen und Experimente zur Physik)
2. revidierte Auflage 2009
3. revidierte und ergänzte Auflage 2010
4. revidierte und ergänzte Auflage 2011
5. revidierte und ergänzte Auflage 2012
6. revidierte und ergänzte Auflage 2015
7. leicht revidierte Auflage 2016

Vorwort

Dieser Grundkurs in Physik beinhaltet viele verschiedene Themen. Ziel ist es, einen Überblick zur Physik als wissenschaftliche Disziplin zu geben. Das vorliegende Skript mit Kurztheorie und Aufgaben soll dabei die Orientierung unterstützen.

Die einzelnen Gebiete werden nicht erschöpfend behandelt, sondern es werden Beispiele exemplarisch dargestellt – mit dem Ziel, grundlegende Konzepte und Methoden der Physik zu vermitteln. Insbesondere stehen Computersimulation und Modellierung physikalischer Prozesse im Vordergrund.

Die vorliegenden Aufgaben mit Kurztheorie ersetzen kein Lehrbuch. Die Theorie ist absichtlich knapp gehalten. Die aktive Beteiligung am Unterricht und selbstständiges Repetieren des Stoffs ist unabdingbare Voraussetzung für das Verständnis.

Viele Aufgaben sind mit Musterlösungen versehen. Dies verleitet, bei Schwierigkeiten direkt die Musterlösung anzuschauen. Um jedoch auf Prüfungen gut vorbereitet zu sein, genügt es nicht, die Aufgaben einfach nachzuvollziehen können. Deshalb einige Tipps für die Prüfungsvorbereitung:

- Lösen Sie die Aufgaben begleitend zum Unterricht – wer seine Hausaufgaben regelmässig macht, erspart sich lange Abende vor der Prüfung!
- Führen Sie ein Theorieheft (gebunden), wo Sie nicht nur Theorie und Aufgaben hineinschreiben, sondern auch Fragen schriftlich festhalten.
- Lösen Sie vor der Prüfung eigene Aufgaben. Ändern Sie z.B. in den vorliegenden Aufgabe die Zahlen oder versuchen Sie, die Aufgabenstellung umzukehren.
- Orientieren Sie sich an Fragen: Was bedeutet eine bestimmte physikalische Grösse? Warum wird eine bestimmte Formel verwendet? Gilt etwas allgemein oder ist es nur für eine spezielle Situation gültig? Wie ist ein Problem strukturiert?

Im Skript sind auch Praktikumsaufträge enthalten. Diese beinhalten unter anderem Aufträge zu Modellbildung und Computersimulationen. Dabei soll einerseits anhand von Simulation und Modellbildung eine wichtige Technik in der Physik erlernt werden. Andererseits dienen die Simulationen als virtuelle Experimente, welche die Physik veranschaulichen. Viele Simulationen können mittels Tabellenkalkulationsprogrammen (GNUmeric, Excel) realisiert werden.

Einige Simulationen erfordern ein Systemdynamikprogramm (e.g. Vensim, Berkeley-Madonna etc.).

Als mathematische Kenntnisse wird das Rechnen mit Potenz-, Exponential- und Logarithmusfunktionen sowie mit trigonometrischen Funktionen vorausgesetzt. Weitere Voraussetzung für das Verständnis sind die Grundzüge der Vektorgeometrie und Vektorrechnung.

Vorwort zur 5. Auflage

Bei der Weiterentwicklung dieses Grundkurses für Physik wurde versucht, gezielt sinnvolle Ergänzungen mit illustrativen Beispielen zur Physik bzw. zur Methodik zu finden. Dabei stellte und stellt sich immer wieder die Frage nach den Inhalten, welche in einer Grundvorlesung in technisch, naturwissenschaftlich oder medizinisch orientierten Studiengängen behandelt werden sollen. Insbesondere aus Sicht von anwendungsorientierten Studiengängen ist diese Frage nicht immer einfach zu beantworten. Zum Einen sind gewisse Grundlagen im Sinn von Definitionen und Methoden wichtig, zum Anderen muss im Rahmen der üblicherweise vorhandenen Zeitbudgets auf eine umfassende Behandlung der einzelnen Gebiete verzichtet werden. Wichtig dürfte deshalb vor allem der orientierende und einführende Charakter eines Grundkurses sein. Es wird in diesem Grundkurs auch auf eine historisierende Behandlung der Physik bewusst verzichtet. Historische Entwicklungen in der Physik sind faszinierend, ihnen aber in einem zeitlich stark begrenzten Unterricht gerecht zu werden, ist unmöglich. Deshalb werden im hier vorliegenden Physik-Kurs die Zugänge zu einigen Themen unkonventionell, manchmal durchaus etwas rudimentär gewählt. Im Vordergrund stehen jedoch Konzepte, welche sich durchaus auf biologische, chemische, technische oder sogar ökonomische Systeme übertragen lassen.

Winterthur, im Frühling 2012

Stephan Scheidegger

Inhalt

100 Kinematik: Wurfbewegungen	1
110 <i>Raum und Zeit</i>	2
120 <i>Berechnung von Bahnkurven</i>	18
200 Dynamik: Kräfte und Impuls	27
210 <i>Ursache von Kräften</i>	28
220 <i>Fall- und Wurfbewegungen mit Luftwiderstand</i>	42
230 <i>Impuls</i>	50
300 Arbeit, Energie und Potential	72
310 <i>Arbeit und Leistung</i>	73
320 <i>Felder und Potentiale</i>	82
400 Schwingungen	109
410 <i>Pendel</i>	110
420 <i>Untersuchung von oszillierenden Systemen</i>	135
500 Rotation des starren Körpers	157
510 <i>Drehungen und Drehmomente</i>	158
520 <i>Rotationsenergie und Drehimpuls</i>	168
600 Mechanik der Kontinua	183
610 <i>Feste Körper</i>	184
620 <i>Flüssigkeiten und Gase</i>	201
700 Thermodynamik	246
710 <i>Temperatur</i>	247
720 <i>Wärme und Energie</i>	258
730 <i>Chemische Reaktionen</i>	282
740 <i>Wärmetransport und Transportphänomene</i>	295
800 Elektrodynamik	308
810 <i>Materie im elektrischen Feld</i>	309
820 <i>Schaltungen im Gleichstromkreis</i>	317
830 <i>Geladene Teilchen im Magnetfeld</i>	328
840 <i>Induktivitäten und Kapazitäten im Wechselstromkreis</i>	343
850 <i>elektromagnetische Feldgleichungen</i>	376
900 Wellen, Strahlen und Teilchen	392
910 <i>geometrische Optik</i>	393
920 <i>Wellenoptik</i>	403
930 <i>Quantenmechanische Modelle</i>	410
940 <i>Kerne und Teilchen</i>	439
000 Anhänge	456
010 <i>Mathematische Grundlagen</i>	456
020 <i>Strukturen und Definitionen in der Physik</i>	463