

DUDEN

POCKET
TEACHER
PHYSIK

Abi

FAHRPLAN ZUM ABI

1. Noch 2 Jahre bis zum Abitur

Fächer- bzw. Kurswahl abklären

Beratung durch Oberstufenbetreuer ♦ Gegengewichte zum Lernstress schaffen

Zeitplan erstellen

Klausuren, Prüfungen, ggf. schriftliche Facharbeit
♦ Projekte, Präsentationen ♦ Lernzeiten am Nachmittag festlegen ♦ Ferien, Pausen, Freizeitaktivitäten planen

Ablage einrichten

Schreibtisch: für jedes Fach eine getrennte Ablage
♦ Ordnerstruktur im Computer ♦ Internetlinkliste

Lernorte klären

Arbeitsplatz: zu Hause? Schule? Bibliothek?

Lerngemeinschaften organisieren

Unterschiedliche Lerntypen ergänzen sich!

Lernstrategie entwickeln

Persönliche Stärken-/Schwächenanalyse, evtl. mit Hilfe von Fachlehrern, erstellen ♦ Hindernisse benennen und Strategien zur Überwindung erproben

2. Noch 1½ Jahre bis zum Abitur

Zeitpläne kritisch überprüfen

Wöchentlich: Lernzeiten, Pausen ♦ Monatlich: Stoffverteilung, Wiederholung, Lerngruppentermine
♦ Klausur- und Referatstermine

Ggf. Facharbeit planen und durchführen

Fach festlegen ♦ Thema suchen und bearbeiten

Lernhilfen und Lernmaterial organisieren

Nachschlagewerke und Trainingsbücher Abiturwissen ♦ Unterrichtsmitschriften ♦ Abiturvorbereitungskurse

3.

Nach dem letzten Halbjahreszeugnis

Zeitplan anpassen

Lernzeiten anpassen ♦ Wiederholungsschritte planen ♦ Klausur- und Referatstermine im Blick behalten ♦ Facharbeits-/Seminararbeitstermine einhalten

Lernfortschritte dokumentieren

Stärken-/Schwächenanalyse anhand alter Klausuren durchführen und konkrete Konsequenzen daraus ableiten ♦ Lerntagebuch führen

Motivationsarbeit verstärken

Gespräche mit Prüflingen des Vorjahrs führen ♦ Beratungsgespräch mit Oberstufenbetreuer/Fachlehrkräften führen ♦ Ziele fest ins Auge fassen ♦ regelmäßige Arbeit mit dem Lern- oder Arbeitstagebuch

Berufs-/Studienentscheidung vorbereiten

Studienführer organisieren ♦ Gespräche mit Studien-/Berufsanfängern ♦ Agentur für Arbeit: Beratungstermine wahrnehmen ♦ Abiturkassen besuchen ♦ Tag der offenen Tür in Universitäten nutzen

Blocklernen

Abiturvorbereitungskurs ♦ Lernwochenende(n) mit Lerngruppe ♦ Prüfungsaufgaben des Vorjahrs beschaffen und damit üben

4.

Zu Beginn des Abiturschuljahres

Zeitplan anpassen

Alle Abiturtermine notieren ♦ Lernzeiten: Wiederholung strukturieren, Schwerpunkte setzen ♦ ggf. Präsentationsprüfung planen und sich mit allen Themen befassen ♦ Freizeit von Arbeitszeit trennen

Motivation tanken

Lern- oder Arbeitstagebuch auswerten ♦ Mut-mach-Gespräche in Lerngruppe, mit Eltern und Freunden führen ♦ Antistresstraining ♦ Belohnung nach dem Abistress planen: Abschlussfeier, Reise u. Ä.

Blocklernen

Klausuren der Vorjahre durcharbeiten ♦ Prüfungssimulation (mit Zeitbegrenzung)

Notenverbesserung nach dem schriftlichen Abi

Evtl. Teilnahme an einer freiwilligen mündlichen Prüfung

Der Autor

Hans-Peter Götz unterrichtete Physik und Mathematik an einem Gymnasium.
Er hat an zahlreichen Physik-Lehrbüchern mitgearbeitet.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Wort **Duden** ist für den Verlag Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

© Duden 2018 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH, Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

Projektleitung: Juliane Maaß

Konzeption der Karteikarten: Martin Radke

Herstellung: Uwe Pahnke

Umschlaggestaltung: Büroecco, Augsburg

Layout und Satz: LemmeDESIGN, Berlin

Sachzeichnungen: Stefan Giertzsch und Lennart Fischer, beide Berlin

Druck und Bindung: Heenemann GmbH & Co. KG

Bessemersstraße 83–91, 12103 Berlin

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-87218-3

Inhalt

Vorwort	7
1 Mechanik des Massenpunkts	9
1.1 Bewegung ohne Einwirkung einer Kraft	9
1.2 Bewegungen unter der Einwirkung von Kräften	12
Wenn die Kraft weder ihren Betrag noch ihre Richtung ändert	13
Wenn Kräfte von konstantem Betrag einwirken und ihre Richtung stets rechtwinklig zur augenblicklichen Bewegungsrichtung ist	25
1.3 Erhaltungssätze der Mechanik	34
Energieerhaltung	34
Impulserhaltung	41
2 Thermodynamik	45
2.1 Die Gasgesetze	47
Das Gasthermometer, absolute Temperatur	48
2.2 Thermische Energie, innere Energie	53
2.3 Die Hauptsätze der Wärmelehre	55
2.4 Die Strahlungsgesetze	62
3 Mechanische Schwingungen und Wellen	70
3.1 Schwingungen	70
Charakteristische Größen zur Beschreibung einer Schwingung	70
Die harmonische Schwingung	72
Physikalische Bedingungen für eine harmonische Schwingung	75

3.2 Mechanische Wellen	80
Das Überlagerungsprinzip bei Wellen, Interferenz	83
Reflexion von Wellen, stehende Wellen	86
Brechung und Beugung von Wellen	89
4 Elektrizitätslehre	91
4.1 Die Ursache elektrischer Erscheinungen:	
Ladungen	91
Die Eigenschaften ruhender elektrischer Ladungen (Elektrostatik)	93
Das elektrische Feld	95
Die elektrische Spannung	98
Der Kondensator	100
4.2 Magnetische und elektrische Felder	104
Das Magnetfeld von Strömen	104
Die magnetische Kraft auf Ströme	106
4.3 Bewegungen geladener, freier Teilchen in Feldern	110
Bewegungen in elektrischen Feldern	110
Bewegungen in magnetischen Feldern	114
Die Messung von Ladung und Masse bei Ionen	116
4.4 Elektromagnetische Induktion	120
Das Induktionsgesetz	120
Die Selbstinduktion	127
4.5 Wechselstrom	132
Der Transformator	132
Größen in Wechselstromkreisen	136
Effektivwerte von Wechselspannungen und Wechselströmen	138
Induktive und kapazitive Widerstände	140

5	Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	147
5.1	Wie Wellen entstehen	147
5.2	Schwingungserreger für elektrische Ladungen	150
6	Wellentheorie des Lichts	157
6.1	Historische Vorstellungen von der Natur des Lichts	157
6.2	Die ersten Wellenvorstellungen für Licht	160
6.3	Interferenzerscheinungen bei Licht	165
	Das optische Gitter	169
7	Die Photonentheorie des Lichts, Wahrscheinlichkeitswellen	180
7.1	Lichtquanten	180
	Der äußere Fotoeffekt	180
	Weitere Lichteffekte, die mit einer Photonentheorie gedeutet werden können	187
	Die kurzweilige Grenze der Röntgenbremsstrahlung	189
7.2	Elektronenwellen, Wahrscheinlichkeitswellen	193
8	Atomphysik	197
8.1	Historische Atommodelle	198
	Das Atommodell von RUTHERFORD	198
	Das Atommodell von BOHR	200
	Der FRANCK-HERTZ-Versuch	202
8.2	Das Orbitalmodell	205
8.3	Die Schrödingergleichung	207
	PAULI-Prinzip und Schalenmodell	208

9	Kurze Einblicke in die Physik des 20./21. Jahrhunderts	210
9.1	Relativitätstheorie	211
	Zeitdilatation: Bewegte Uhren gehen langsamer	214
	Längenkontraktion: Die Länge einer bewegten Strecke erscheint verkürzt	216
	Relativistische Masse, Masse-Energie-Äquivalenz	217
9.2	Kernphysik	221
	Radioaktivität	221
	Kernzerfall	226
	Gefahren der Kernstrahlung	231
	Energie aus Kernspaltung, Kernfusion	234
9.3	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	239
	Wechselwirkungen und Austauschteilchen	240
10	Größen und Einheiten	242
10.1	Mechanik	242
10.2	Thermodynamik, Wärmelehre	244
10.3	Schwingungen und Wellen	245
10.4	Elektrizitätslehre	245
10.5	Wellentheorie des Lichts	248
10.6	Photonentheorie des Lichts	248
10.7	Spezielle Relativitätstheorie (SRT)	249
10.8	Naturkonstanten	251
	Stichwortverzeichnis	252

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser!

Der Pocket Teacher Abi Physik eignet sich als Wegbegleiter durch die gesamte Oberstufe bis zum Abitur. Er hilft nicht nur beim Endspurt vor dem Abitur, sondern ebenso gut bei Hausaufgaben und Referaten oder bei der Vorbereitung von Klausuren und Tests. Selbst wer glaubt, schon fit zu sein, kann hier mit Gewinn noch einmal ein Kapitel querlesen und sein Wissen auffrischen. Vor allem aber werden die Zusammenhänge übersichtlich und anschaulich präsentiert. Dazu tragen auch die zahlreichen Grafiken und Schaubilder bei.

Gewünschte Infos können am schnellsten über das Stichwortverzeichnis am Ende des Bandes gefunden werden. Am besten ins Inhaltsverzeichnis schauen und im entsprechenden Kapitel nach dem Begriff suchen! Stichwörter sind hier durch Fettdruck hervorgehoben (z. B. *Wirkungsgrad*, S. 41). Farbige Pfeile ► verweisen auf andere Stellen im Buch zum gleichen Thema.

BEISPIEL Bewegungsenergie (► S. 35)

Geht man den Pfeilen nach, bekommt man zu diesen Fachbegriffen weitere Informationen.

◆ Mehrere Beispielaufgaben oder Aufzählungen zu einem Thema sind meist durch kleine farbige Quadrate übersichtlich gegliedert (► S. 49).

Wichtige, wesentliche Informationen sind besonders hervorgehoben:

► **ANMERKUNGEN** (► S. 37)

Auch die folgenden Hervorhebungen verdienen Ihre besondere Aufmerksamkeit:

MERKE

In diesen Kästen wird in konzentrierter Form Grundsatzwissen vermittelt

ACHTUNG

Hiermit wird auf besondere Aspekte wie leichte Verwechslungen u. Ä. hingewiesen.

BEACHTEN

(► S. 37)

Diese Rubrik kennzeichnet Merksätze und Definitionen (► S. 59).

Mechanik des Massenpunkts

1

Die Mechanik beschreibt den Ablauf verschiedenartiger Bewegungen von Körpern (Kinematik) und stellt Fragen nach der Ursache von Bewegungen (Dynamik). Die Erfahrung zeigt, dass es für die Beantwortung vieler Fragen genügt, den Körper, der sich relativ zu einem ruhenden Beobachter bewegt, als „punktförmig“ zu betrachten. In dieser *Punktmechanik* spielt die wirkliche Gestalt des Körpers keine Rolle; man rechnet so, als ob die ganze Masse in seinem Schwerpunkt konzentriert wäre. In dieser Modellvorstellung greifen alle äußeren Kräfte am Schwerpunkt des Körpers an. Verformungen der Körper und Drehbewegungen um Achsen des Körpers treten in diesem Teil der Mechanik nicht auf; Begriffe und Größen wie Drehmasse (= Trägheitsmoment), Drehimpuls, Rotationsenergie ... fehlen deshalb in diesem Band. Je nachdem, ob und in welcher Richtung eine Kraft (oder mehrere Kräfte) auf einen Körper der Masse m einwirkt, unterscheidet man verschiedene Bewegungsarten.

1.1 Bewegung ohne Einwirkung einer Kraft

Die geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

In diesem Fall gilt das *Trägheitsprinzip* (auch 1. Newton'sches Gesetz): Aufgrund seiner Masse (= Trägheit, *Beharrungsvermögen*) ist jeder Körper „von sich aus“ bestrebt, seinen augenblicklichen Bewegungszustand beizubehalten. Ist er momentan in Ruhe, so wird er in diesem Zustand verharren, wenn ihn nicht Kräfte zwingen, dies zu ändern. Aber auch ein schon bewegter Körper behält seine Bewegung bei – selbst ohne weitere Antriebskraft.

Ein kräftefreier Körper bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit längs einer Geraden; diese einfachste Bewegungsart wird auch als *gleichförmige Bewegung* bezeichnet.

Der Quotient aus der Streckenlänge Δs , die ein Körper während der Zeitspanne Δt zurücklegt, und dieser Zeitspanne, wird als Geschwindigkeit bezeichnet:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

und in den Einheiten $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ oder $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ angegeben. Es ist $1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$,
 $1 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

(mittlere) Geschwindigkeit: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Da bei der *gleichförmigen Bewegung* die Geschwindigkeit konstant ist, spielt es keine Rolle, wie groß oder wie klein die Wegstücke Δs gewählt werden. Für diese Bewegung gilt daher auch $v = \frac{s}{t}$ oder $s = v \cdot t$, wo s den in der Zeit t zurückgelegten Gesamtweg bezeichnet.

BEISPIEL Führt ein Auto vom Ort A in $\Delta t = 30 \text{ min}$ in den $\Delta s = 9 \text{ km}$ entfernten Ort B, so beträgt seine *mittlere*

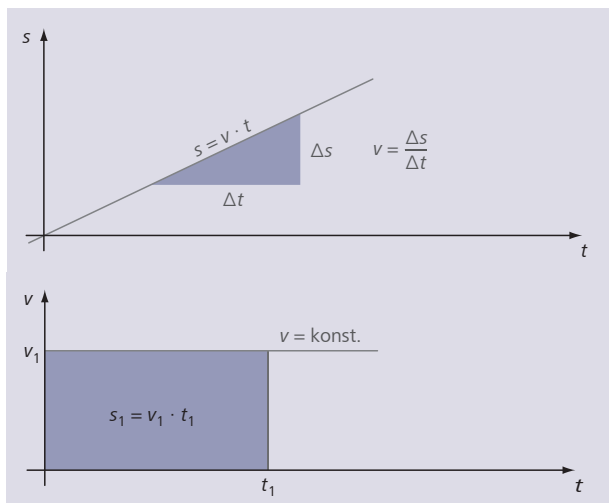
Geschwindigkeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{9000 \text{ m}}{1800 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Nehmen wir an, dass dieses Auto stets mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ fahre (was in Wirklichkeit sicher nicht längere Zeit einzuhalten ist), so bewegt es sich gleichförmig und legt beispielsweise in $t = 5$ Stunden Fahrzeit den Gesamtweg $s = v \cdot t = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 18000 \text{ s} = 90000 \text{ m} = 90 \text{ km}$ zurück.

► **ANMERKUNG** Selbstverständlich benötigt das Auto für sein Fortkommen eine ständig einwirkende Kraft. Der Motor übt über das Getriebe und die Räder eine Kraft auf die Straße aus; die Gegenkraft dazu treibt das Auto vorwärts. Im Fall einer gleichförmigen Bewegung ist der Betrag dieser Kraft exakt gleich

der Summe aller Reibungskräfte, die das Auto von der Straße und der Luft erfährt. Da die Reibungskräfte der Antriebskraft entgegengerichtet sind, „kompensieren“ sich die Kräfte und die Physiker bezeichnen auch diesen Zustand als „kräftefrei“.

Trägt man den zurückgelegten Weg s und die Zeit t in ein Schaubild ein, so ergibt sich – wenn zum Zeitpunkt $t = 0$ auch der Weg $s = 0$ ist – eine Ursprungsgerade. Sie beschreibt das **Weg-Zeit-Gesetz** der gleichförmigen Bewegung. Die Steigung ist ein Maß für die Geschwindigkeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$. In das gleiche Schaubild eingetragen, gehört zu einem schnelleren Fahrzeug eine steilere Gerade.



Trägt man in ein weiteres Schaubild die Geschwindigkeit v und die Zeit t ein, so erhält man eine Parallele zur t -Achse: $v = \text{konst.}$ Diese Gerade beschreibt das **Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz**. Der

Flächeninhalt unter dem Schaubild (in diesem Fall ein Rechteck) ist ein Maß für den zurückgelegten Weg.

Bewegungsgesetze der gleichförmigen Bewegung:

Weg-Zeit-Gesetz: $s = v \cdot t$

bzw. $s = v \cdot t + s_0$, wenn zum Zeitpunkt $t = 0$ bereits ein Wegvorsprung s_0 besteht.

Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz: $v = \text{konst.}$

1.2 Bewegungen unter der Einwirkung von Kräften

Wirkt auf einen (frei beweglichen) Körper eine Kraft ein, so ändert er seinen Bewegungszustand je nach *Betrag* und *Richtung* der Kraft:

- ◆ Seine Geschwindigkeit kann zu- oder abnehmen, man sagt: Der Körper wird beschleunigt oder abgebremst.
- ◆ Er kann aber auch lediglich seine Bewegungsrichtung ändern und den Betrag der Geschwindigkeit beibehalten.
- ◆ Sowohl der Betrag der Geschwindigkeit als auch seine Bewegungsrichtung können sich ändern.

BEISPIELE

- ◆ Ein 100-m-Läufer beschleunigt auf den ersten 20 m der Strecke nach dem Start. Die Muskeln seiner Beine üben dabei große Kräfte auf die Bahn aus; die Gegenkraft dazu erteilt ihm die Beschleunigung. Auf den restlichen 80 m versuchen die Sprinter, die nach der Beschleunigungsphase erreichte Höchstgeschwindigkeit beizubehalten. Zu dieser eher gleichförmigen Bewegung ist weniger Krafteinsatz erforderlich, lediglich die Reibungskräfte müssen kompensiert werden.
- ◆ Die Erde übt auf den Mond eine ständig einwirkende Kraft aus. Diese Kraft führt dazu, dass der Mond fortwährend zu einer

Richtungsänderung gezwungen wird. Anstatt aufgrund seiner Trägheit geradlinig fortzufliegen, wird er durch die Anziehungskraft der Erde auf eine Kreisbahn genötigt. Da die Kraftrichtung immer rechtwinklig zur Bewegungsrichtung einwirkt, ändert diese Kraft den Betrag seiner Geschwindigkeit nicht!

◆ Wirft man einen Ball seinem Mitspieler zu, so wirkt auch während des freien Flugs die Gewichtskraft auf den Ball ein. Sie bewirkt, dass der Ball auf einer gekrümmten Bahn (einem Parabelbogenstück) fliegt, also ständig seine Richtung ändert, und gleichzeitig, dass sich der Betrag der Geschwindigkeit ändert.

Kräfte, Wege, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen besitzen eine Richtung im Raum. Solche gerichteten Größen – im Gegensatz zu Größen, denen man keine Richtung zuordnen kann, wie beispielsweise der Masse m – werden in der Physik als *vektorielle Größen* bezeichnet und erhalten zur Kennzeichnung einen Pfeil über das Größensymbol: \vec{F} , \vec{s} , \vec{v} , \vec{a} ...

In den Fällen, wo es auf die Richtung nicht ankommt, oder wo diese aus der Anschauung her klar ist, verzichtet man häufig auf diese umständliche Schreibweise und versteht unter F , s , v , a ... (ohne Pfeil darüber) die Beträge dieser Größen. In diesem Band verwenden wir nur in Ausnahmefällen die vektorielle Schreibweise.

Wenn die Kraft weder ihren Betrag noch ihre Richtung ändert

Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Ist ein Körper zuvor in Ruhe oder bereits in Bewegung und wirkt dann eine Kraft parallel zur Bewegungsrichtung ein, so wird der Körper beschleunigt oder – wenn die Kraft entgegenwirkt – abgebremst.

Diesen Sachverhalt kennen wir aus typischen Alltagssituationen: Bei der Anfahrbewegung eines Autos nimmt seine Geschwindigkeit ständig zu. Man meint damit, dass seine Momentangeschwindigkeit wächst.

Unter der **Momentangeschwindigkeit** versteht man den Grenzwert der Durchschnittsgeschwindigkeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ für „unendlich“ kleine Zeitspannen $\Delta t (\Delta t \rightarrow 0)$.

So versucht z. B. die Polizei bei einer Geschwindigkeitskontrolle mit der Lichtschranken-Methode möglichst genau die Momentangeschwindigkeit zu ermitteln, indem sie die Messstrecke Δs sehr klein wählt und damit kleine Zeitspannen Δt misst.

Sind der Betrag und die Richtung der beschleunigenden Kraft konstant, so nimmt die Geschwindigkeit in gleichen Zeitspannen Δt jeweils um den gleichen Betrag Δv zu (oder ab). Diese ebenfalls geradlinig verlaufende Bewegung wird als **gleichmäßig beschleunigte** (bzw. gleichmäßig verzögerte) **Bewegung** bezeichnet.

Unter der Beschleunigung (bzw. Verzögerung) a versteht man den Quotienten $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ aus einer Geschwindigkeitsänderung Δv und der Zeitspanne Δt , in der diese stattfindet:

Beschleunigung: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

(Vereinbart man, dass jede Änderung mit dem Δ -Zeichen als Differenz „neuer Wert minus altem Wert“ berechnet wird, so können negative Beschleunigungen auftreten; in diesem Fall wird der Betrag $|a|$ auch als Verzögerung bezeichnet.)

Beschleunigungen und Verzögerungen werden üblicherweise in der Einheit $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gemessen.

BEISPIEL Beschleunigt ein Fahrzeug beim Anfahren aus dem

Stand mit einer konstanten Beschleunigung $a = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, so beträgt seine Momentangeschwindigkeit nach der 1. Sekunde $v_1 = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nach der 2. Sekunde $v_2 = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nach der 3. Sekunde $v_3 = 9,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ usw.

Wirkt auf einen frei beweglichen Körper der Masse m eine konstante Kraft F ein, so erfährt er die konstante Beschleunigung: $a = \frac{F}{m}$ in Richtung der Kraft.

Diese Ursache und Wirkung verknüpfende Beziehung wird als **NEWTON'sches Grundgesetz der Mechanik** oder auch **2. NEWTON'sches Gesetz** bezeichnet:

$$a = \frac{F}{m} \text{ bzw. } F = m \cdot a.$$

1

BEISPIEL Soll ein Auto der Masse $m = 1200 \text{ kg}$ mit $a = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ beschleunigen, so muss der Motor hierfür die Kraft:

$$F = m \cdot a = 1200 \text{ kg} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4800 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4800 \text{ N aufbringen.}$$

Für die gleiche Beschleunigung eines Lkw mit $m = 12000 \text{ kg}$ Masse muss der Motor eine Kraft von 48000 N aufbringen. Ist seine Kraft jedoch weiterhin auf 4800 N begrenzt, so ist die maximal erreichbare Beschleunigung des Lkw:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4800 \text{ N}}{12000 \text{ kg}} = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2},$$

d. h., seine Momentangeschwindigkeit beim Startvorgang beträgt nach 1 Sekunde $0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nach 2 Sekunden $0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nach 3 Sekunden $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ usw.

Bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist das $v(t)$ -Schaubild eine Ursprungsgerade, wenn zum Zeitpunkt $t = 0$ die Bewegung beginnt, oder eine „verschobene Gerade“, wenn aus einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 heraus beschleunigt wird („fliegender Start“). In jedem Fall ist die Steigung ein Maß für die Beschleunigung $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ und der Flächeninhalt unter dem Schaubild ein Maß für den zurückgelegten Weg. Geschwindigkeits-Zeit-Schaubilder werden auch als Tachogramme bezeichnet.

Stichwortverzeichnis

Aggregatzustand 54

Aktivität 228

Amplitude 71

Äquivalentdosis 233

Atommodelle, historische 198 ff.

–, nach Bohr 200 f.

–, nach Rutherford 198

Atomphysik 197 ff.

Ausbreitungsgeschwindigkeit
von Wellen 81

Auslenkung 71

Austauschteilchen 241

Bäuche einer stehenden Welle 87

Baryon 240

Beharrungsvermögen 9

Beschleunigung 14, 242

β -Zerfall 225

Beugung von Wellen 89, 161

Bewegungen

–, gleichförmige 10 ff.

–, gleichmäßig beschleunigte 13 ff.

Bewegungsarbeit 39

Bewegungsgesetze

–, der gleichförmigen Bewegung 12

–, der gleichmäßig beschleunigten
Bewegung 16

–, des freien Falls 16, 20

–, des vertikalen Wurfs 20

Bohr'sche Quantenbedingung
201

Braun'sche Röhre 110 ff.

Brechung von Wellen 89, 162

Brechungsgesetz 159, 164

Compton-Effekt 191

De-Broglie-Wellenlänge 193

Dielektrikum 101

Dielektrizitätszahl 101

Dipol, hertzscher 149

Dispersion 159

Doppelspalt 165

Edison-Effekt 110

Effektivwert einer Wechsel-
spannung 138 f.

Eigenfrequenz 79

Eigenfrequenzen einer Saite
89, 245

Einstein-Gerade 185

Einstein-Gleichung 185

Elastischer Stoß 43

Elektrische Feldstärke E 97, 245

Elektrische Influenz 94

Elektrische Ladung 91

Elektrische Spannung 98, 246

Elektrizitätslehre 91 ff.

Elektromagnetische Induktion 120

Elektronenwellen 193

Elektronenvolt (eV) 183

Elektrostatik 93

Elementarladung e 118, 251

Elementarwelle 162

Elongation 71

Energie

–, Bewegungsenergie (= kinetische
Energie) 35, 243

–, des elektrischen Felds 102

–, des magnetischen Felds 130

–, innere 54

–, Lageenergie (= potenzielle
Energie) 35, 243

–, Spann(ungs-)energie
einer Feder 35, 243

–, thermische 54

Energiedosis 232

Energieerhaltungssatz 34
Erhaltungssätze der Mechanik 34 f.

Fadenpendel 70, 78
Fadenstrahlröhre 116
Farad (F) 100, 246
Farbe 240
Federpendel 70, 76
Feld
–, elektrisches 91, 93 ff., 110 ff.
–, homogenes elektrisches 96 f.
–, magnetisches 104 ff., 114 ff.
Flavor 241
Feldkonstante
–, elektrische - ϵ_0 101, 251
–, magnetische - μ_0 108, 251
Fotoeffekt 180
Fotozelle 181
Franck-Hertz-Versuch 202
Frequenz 26, 72

Galilei-Transformation 212
Gangunterschied 85, 175
Gasgleichung
–, allgemeine 51
–, universelle 52
Generator 60, 120
Geschwindigkeit
–, Bahngeschwindigkeit 25
–, mittlere 10, 239
–, Momentangeschwindigkeit
14, 242
Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz 11
Gesetz von Gay-Lussac 49
Gitter, optisches 169
Glühelektrischer Effekt 110
Gravitationsgesetz 30
Grundgesetz der Mechanik
(Newton) $F = m \cdot a$ 15

Halbwertszeit 226
Hadron 240
Hall-Effekt 114
Hall-Sonde 114
Hangabtriebskraft 16
Harmonischer Oszillator 79
Hauptquantenzahl 208
Hauptsatz der Wärmelehre
–, 1. Hauptsatz 56
–, 2. Hauptsatz 59
Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation 196
Heißluftmotor 58, 60
Henry (H) 129, 247
Hertz'scher Dipol 149
Hubarbeit 39
Huygens'sches Prinzip 162

Ideales Gas 49
Impedanz Z 141
Impuls 41, 243
Impulserhaltungssatz 42
Impulssumme 42
Induktionsgesetz 122
–, in der Fluss-Schreibweise 126
Induktivität L einer Spule 129 f., 247
Influenz, elektrische 94
Innere Energie 54
Interferenz des Lichts 165
Interferenz von Wellen 83 ff.
–, konstruktive 85
–, destruktive 85

Joule (1 J) 37, 243

Kapazität C 100, 246
Kapazität eines Plattenkondensators 100 ff., 246
Kelvin (K) 50 f., 244
Kepler'sche Gesetze 32

Kernfusion 239 ff.
 Kernzerfall 226 ff.
 Knotenstellen einer stehenden Welle 87
 Kondensator 100 ff.
 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit 213
 Kraft
 –, auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld 109, 247
 –, elektrische Feldkraft 97, 246
 –, Haftreibungskraft 18
 –, Hangabtriebskraft 17
 –, Lorentz-Kraft 114, 247
 –, nach Newton 15, 242
 –, Normalkraft 17
 –, Reibungskraft 17, 242
 –, Zentrifugalkraft 27
 –, Zentripetalkraft 25, 243
 –, Ziehkraft 27
 Kreisbewegungen, gleichmäßige 25
 Kreisfrequenz 73, 137

Ladung, elektrische 91 ff., 245
 Längenkontraktion 216 ff.
 Längswelle 81
 Leistung 40, 243
 Lenz'sche Regel 123
 Leptonen 240
 Lichtquant 184
 Lichtuhr 214
 Longitudinalwelle 81
 Lorentz-Kraft 114 f.

Magnetfeld 104 f.
 Magnetische Flussdichte B 107, 246

Magnetische Flussdichte im Innern einer Spule 107, 246
 magnetischer Fluss Φ 125, 247
 Masse-Energie-Beziehung 198
 Masse-Energie-Äquivalenz 217
 Mechanik 9 ff.
 Meson 240
 Messung der Lichtwellenlänge
 –, beim Doppelspalt 166 ff.
 –, beim Gitter 169 ff.
 Millikan-Versuch 118 ff.
 Modulation 154
 Myon 216

Neutralisation 92
 Normalkraft 17

Orbitalmodell 205 f.
 Oszillator 150
 –, harmonischer 79
 Oszillogramm 75, 138
 Oszilloskop 112

Pauli-Prinzip 209
 Periode 72
 Periodendauer 72
 –, eines Fadenpendels 78, 245
 –, eines Federschwingers 76, 245
 –, eines harmonischen Schwingers 79
 Photon 184
 Photonentheorie des Lichts 180 ff.
 Planck'sche Konstante h 185, 251
 Planetenbewegungen 30 ff.
 Polarisation 94
 Polarisation des Lichts 178 f.
 Potenzialtopf 207
 Probeladung q 97
 Punktmechanik 9

Quantenzahl 208

Quarks 240

Querwelle 81, 178

Radialfeld 96

Radioaktivität 221 ff.

Reibungsarbeit 39

Reibungskraft 17 f.

Relativistische Masse 217

Relativitätstheorie 211 ff.

Relative Dielektrizitätszahl ϵ_{rel}
101

Relative Permeabilitätszahl μ_{rel}
108

Resonanz 80

Röntgenbremsstrahlung 189

Röntgenstrahlung 178

Ruheenergie 219

Ruhemasse des Elektrons m_0
119, 251

Schalenmodell 209

Scheitelwert einer Wechsel-
spannung 137

Schrödingergleichung 207 f.

Schwingkreis, elektrischer 150

Schwingungen

–, eines Fadenpendels 78

–, eines Federpendels 76

–, elektromagnetische 147 ff.

–, erzwungene 79

–, harmonische 72

–, mechanische 70 ff.

–, ungedämpfte, elektrische 152

Schwingungsformel,
thomsonsche 151

Selbstinduktion 127 ff.

Selbstinduktionsspannung
129, 247

Solarzelle 188

Spektrometer 173

–, Gitterspektrometer 173

–, Massenspektrometer 118

–, Prismenspektrometer 173

Spektrum 171

–, kontinuierliches 174

–, Linienspektrum 174

Sperrkreis 146

spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$
112, 116 f., 251

spezifische Wärmekapazität 54

Standardmodell 239

Stefan-Boltzmann'sches
Gesetz 64

Stehende Welle 86 f.

Stirling-Motor 58, 60

Stoß

–, unelastischer 43

–, vollelastisch, zentraler 42

Strahlungsintensität 63 f., 244

Temperaturskala

–, absolute 50, 244

–, nach Celsius 47, 244

Tesla (T) 107, 246

Thermische Energie 54

Thermodynamik 45 ff.

Thomson'sche Schwingungs-
formel 151

Trägheitsprinzip 9

Transformator 132 ff.

–, Transformatorgleichung 133

Transversalwelle 81

Tröpfchenmodell 236

Tunneleffekt 224

Umlaufdauer 26

Unbestimmtheitsrelation 196

Unelastischer Stoß 43

Wahrscheinlichkeitswellen 193 ff.

Wärmelehre 45 ff.

Wärmepumpe 60

Wärmetransport 62

Watt (W) 40, 243

Wechselspannung 132 ff., 247

Wechselstrom 132 ff.

Weg-Zeit-Gesetz 11

Wellen

–, elektromagnetische 147 ff.

–, mechanische 80 ff.

–, stehende 86

Wellenformel 82

Wellenfunktion 207

Wellenlänge λ 82

Wellentheorie des Lichts

157 ff., 161

Widerstand

–, induktiver X_L 141, 247

–, kapazitiver X_C 144, 247

Wien'sches Verschiebungsgesetz
66

Winkelgeschwindigkeit ω 26, 242

Wirbelfeld, magnetisches 105

Wirkungsgrad

–, mechanischer 41, 243

–, thermodynamischer 59, 244

Wurf 19 ff.

–, schiefer 22

–, vertikaler 20

–, waagrechter 21

Zeitdilatation 214 ff.

Zentrifugalkraft 27

Zentripetalkraft 25

Zerfallsreihe 228

Bildnachweis

S. 1–160 und 162–207: angefertigt von Stefan Giertzsich, bearbeitet durch Lennart Fischer;

S. 161: Hans-Peter Götz;

S. 208–256: Lennart Fischer

Newton'sche Gesetze

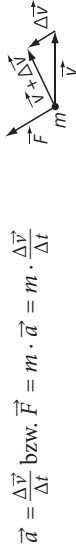
1. Newton'sches Gesetz

Eine Masse, auf die keine Kraft einwirkt, ruht oder bewegt sich geradlinig mit gleichförmiger, konstanter Geschwindigkeit. Diese Eigenschaft wird als Trägheit der Masse bezeichnet.

2. Newton'sches Gesetz

Wirkt eine Kraft \vec{F} auf eine Masse m , so ändert sich in der Zeit Δt die Geschwindigkeit \vec{v} um $\Delta \vec{v}$.

Die Änderung $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{a}$ nennt man Beschleunigung. Sie ist proportional zur Kraft und hat dieselbe Richtung:



$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ bzw. } \vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

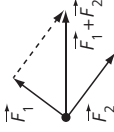
3. Newton'sches Gesetz

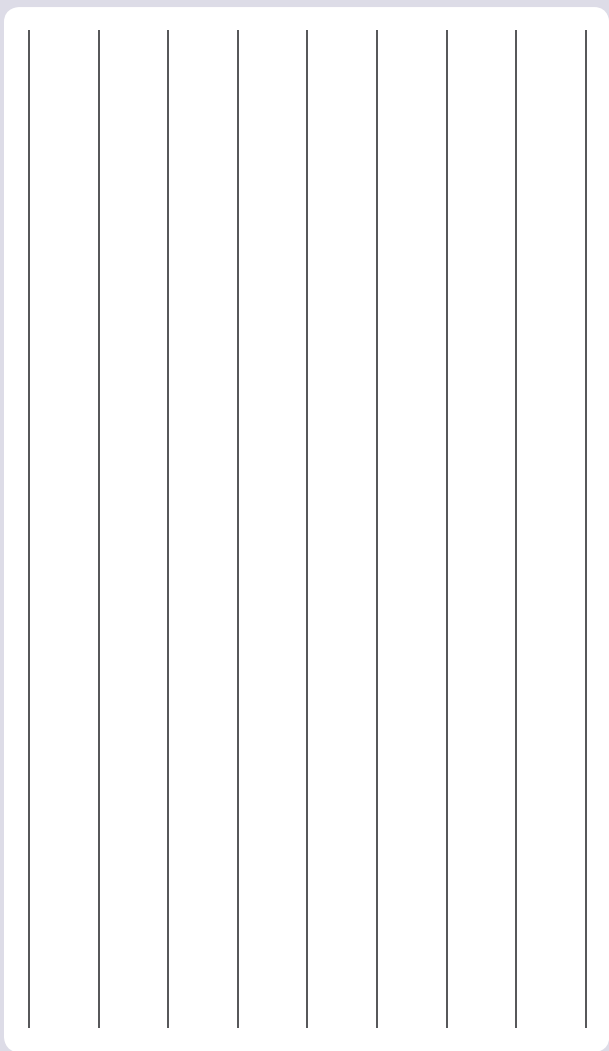
Jeder Kraft ist eine gleich große Kraft entgegengesetzt: Wirkt Körper A mit einer Kraft \vec{F} auf Körper B, so wirkt dieser mit der Kraft $-\vec{F}$ auf den Körper A. Man bezeichnet dies als „*actio gleich reactio*“.



Superpositionsprinzip

Mehrere Kräfte addieren sich entsprechend der Regeln der Vektoraddition. Eine Kraft kann stets in eine Summe von Kräften zerlegt werden.





Bewegung bei konstanter Krafteinwirkung

Betrag und Richtung der Kraft konstant, freier Fall

Ist die Kraft konstant – wie im freien Fall ohne Luftreibung –, erhält man im eindimensionalen Fall:

Geschwindigkeit: $v = v_0 + at$ Weg (oder Ort): $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$

Dabei ist a die Beschleunigung, m die Masse und t die Zeit. s_0 ist der Ort und v_0 die Geschwindigkeit bei $t = 0$.

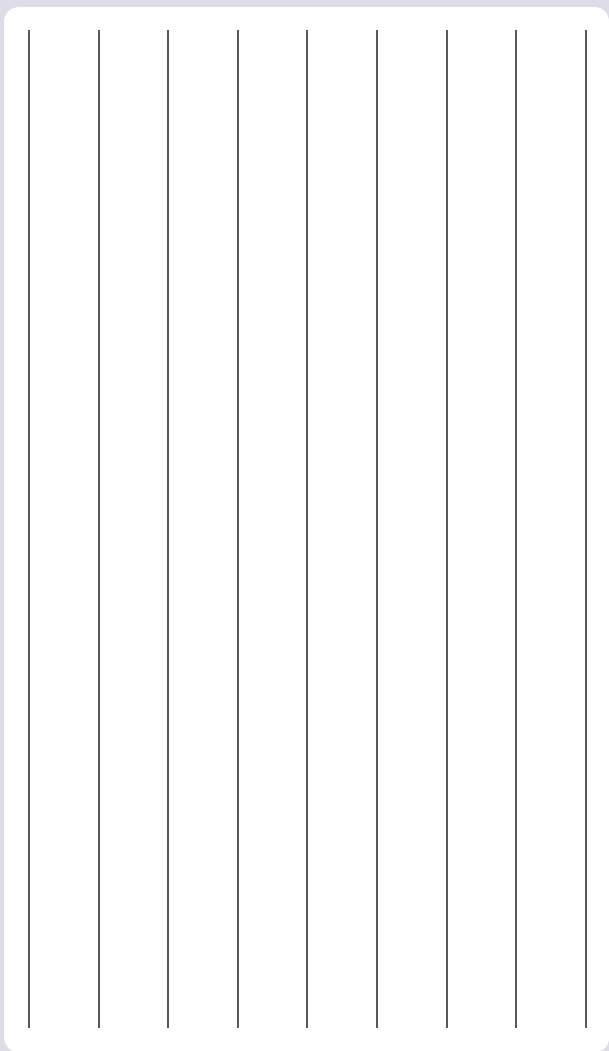
Im dreidimensionalen Raum werden die Gleichungen entsprechend mit Vektoren geschrieben.

Kreisbewegung

Bewegt sich eine Masse auf einer Kreisbahn, so erfährt sie eine konstante Kraft, die stets senkrecht zu der momentanen Bewegung in Richtung des Kreismittelpunkts wirkt (Zentripetalkraft). Dabei ändert sich nicht der Betrag der Geschwindigkeit, sondern nur ihre Richtung. Diese Beschleunigung spürt man z. B. als Zentrifugalkraft in einem Karussell. Die Zentrifugalkraft ist genau entgegengesetzt zur Zentripetalkraft und hat dieselbe Größe.

Als weitere Bewegungsgrößen neben der Bahngeschwindigkeit v führt man den Radius r der Kreisbahn, die Umlaufzeit T , die Frequenz $f = \frac{1}{T}$ und die Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi f = \frac{v}{r}$ ein. Mit diesen Größen ergeben sich folgende Formeln, um die Zentrifugalkraft F_z zu berechnen:

$$F_z = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot 4\pi^2 f^2 \cdot r = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r$$



Energie und Impuls

Energie und Energieerhaltung

Die Einheit für Energie ist Joule (J). Es gibt viele verschiedene Formen von Energie. Mechanische Energie wird oft auch als Arbeit bezeichnet. Für diese gilt allgemein: $W_{\text{mech}} = F \cdot s$ (F ist die Kraft, s der Weg).

Typische Energieformen in der Mechanik sind:

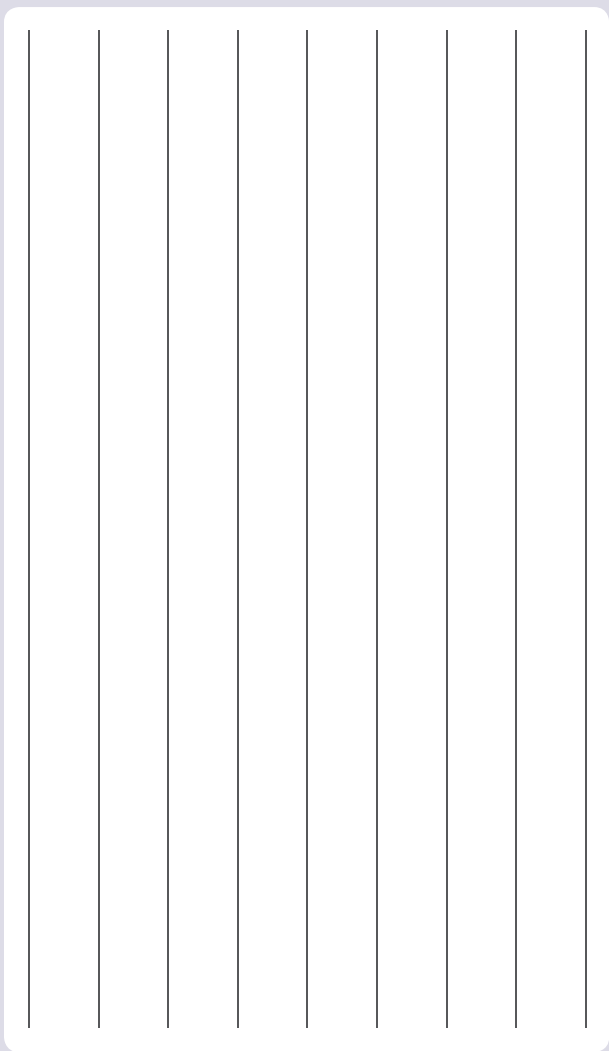
die kinetische Energie $W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ (m ist die Masse, v die Geschwindigkeit), die potenzielle Energie $W_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ (g ist die Erdbeschleunigung, h die Höhe) und die Federenergie $W_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$ (D ist die Federkonstante, s die Auslenkung der Feder).

Die Summe aller Energien in einem reibungsfreien, abgeschlossenen System ist konstant:

$$W_{\text{gesamt}} = W_{\text{kin}} + W_{\text{pot}} + W_{\text{spann}} = \text{konstant.}$$

Impuls und Impulserhaltung

Der Impuls \vec{p} einer Masse m mit der Geschwindigkeit \vec{v} ergibt sich zu: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$. In einem abgeschlossenen System ist die Summe der Impulse aller Massen konstant: $\vec{p}_{\text{gesamt}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots = \text{konstant.}$



Gravitationsgesetz und Kepler'sche Gesetze

Schwerkraft

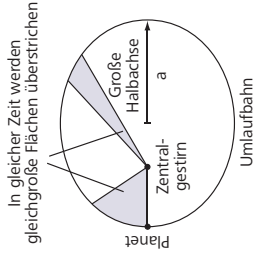
Zwischen zwei Massen m_1 und m_2 mit dem Abstand r besteht eine Anziehungskraft: $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$.

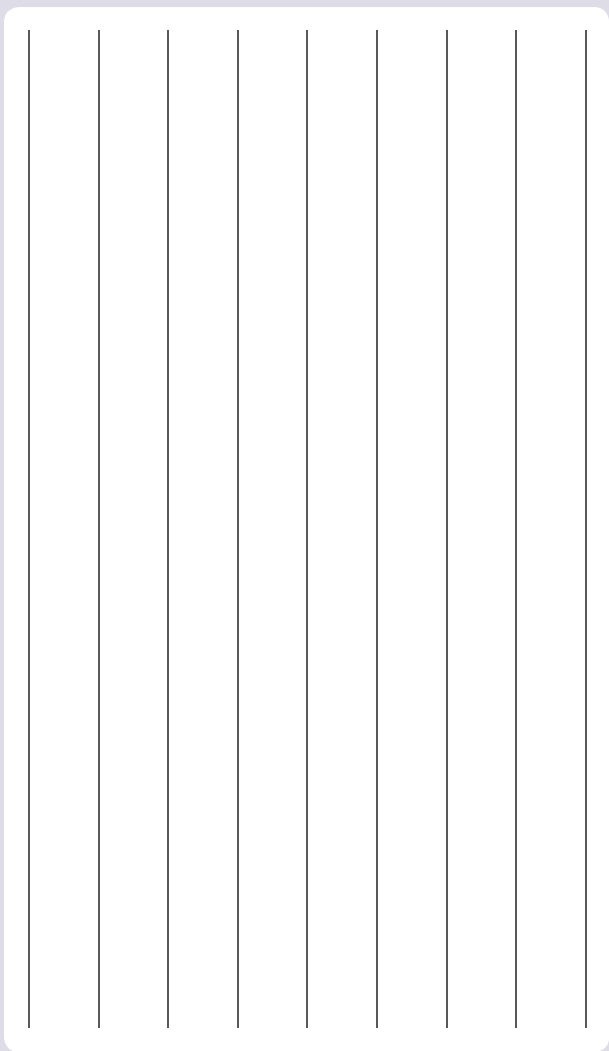
Die Gravitationskonstante ist sehr klein, $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$. Da es bei der Gravitation keine Abstoßung gibt und die Kraft nur mit $\frac{1}{r^2}$ abnimmt, ist sie die einzige Kraft, die über sehr große Entfernungen noch wirken kann. Ganze Galaxienhaufen mit Millionen von Lichtjahren im Durchmesser können gravitativ gebunden sein.

Kepler'sche Gesetze

Für die Bewegung von Planeten um ein Zentralgestirn hat Kepler folgende Gesetze entdeckt:

1. Alle Planeten laufen um das Gestirn auf einer Ellipse oder einem Kreis. Das Gestirn steht jeweils in einem Brennpunkt der Ellipsen.
2. Die Verbindungslinie Gestirn–Planet überstreicht in gleicher Zeit eine gleich große Fläche.
3. Für die Umlaufzeiten T_1 und T_2 sowie die großen Halbachsen a_1 und a_2 zweier Planeten gilt folgende Beziehung: $\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$.





Mechanische Schwingungen

Harmonische Schwingung (Sinusschwingung)

Existiert eine rücktreibende Kraft, die proportional zur Auslenkung e ist, dann kann eine Masse harmonisch um einen Ruhepunkt schwingen:

$$e(t) = A \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \phi)$$

Dabei ist A die Amplitude (maximale Auslenkung), f die Frequenz der Schwingung (Einheit Hertz, $1 \text{ Hz} = \frac{1}{s}$), t die Zeit und ϕ die Phase, die bestimmt, in welchem Zustand die Schwingung bei $t = 0$ ist. Für die Frequenz f findet man folgende Formeln.

Federpendel: $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}}$ mit Federkonstante D und Masse m

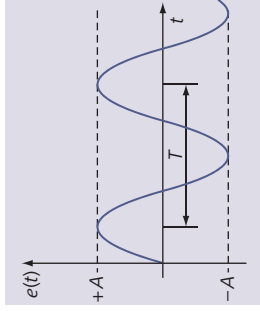
Fadenpendel: $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$ mit Erdbeschleunigung g und Fadenlänge l

Gedämpfte Schwingung

Wegen Reibung kommt jedes freie Pendel früher oder später zur Ruhe. Durch geeignete Anregung von außen kann die Reibung ausgeglichen werden (Beispiel Uhrenpendel).

Erzwungene Schwingung

Wird ein Pendel periodisch von außen angeregt, so schwingt das Pendel mit der Anregungsfrequenz. Ist diese gleich der Eigenfrequenz, schaukelt sich die Schwingung immer weiter auf.



DER KLASSIKER LERNEN MIT KARTEIKARTEN

Eine effektive Technik, um den nötigen Merkstoff schnell und pointiert in den stressgeplagten Kopf zu bekommen, ist das **Lernen mit Karteikarten**.

Insbesondere für die Vorbereitung auf die mündliche Abi-Prüfung bzw. für Referate ist diese Methode geeignet, weil hierbei die wichtigsten Fakten und Zusammenhänge aufs Kürzeste verdichtet werden.

Eine Auswahl an relevanten Prüfungsthemen finden Sie auf den 20 Karteikarten in diesem Buch. Die jeweiligen Vorderseiten sind dabei von den Autoren des Buches konzipiert und die Rückseiten bewusst frei gelassen worden, damit Sie hier Ihre individuellen Notizen zum Thema aufschreiben können. Ob Sie die Rückseite nutzen, um dort eigene Geschichten, Eselsbrücken oder Abbildungen zu platzieren, bleibt Ihnen überlassen.

Die Karten im Buch sollen Ihnen als Impuls dienen, um sich gegebenenfalls selbst weitere Karteikarten nach eigenen Bedürfnissen zu erstellen. Hier gibt's die entsprechenden Vorlagen zum Ausdrucken: **www.duden.de/pocket-teacher-abi**

Tipps zum Lernen mit Karteikarten

Strukturierung und Themenwahl

- ◆ je nach Sachverhalt sind Karteikarten mit reinem Lernstoff ebenso denkbar wie solche mit Fragen und Abbildungen
- ◆ bei Fragen auf den Karten beschränken Sie sich auf maximal 5
- ◆ das Aufschreiben und Sortieren von Themen führt bereits zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem Lernstoff

Individuelle Komponente

- ◆ eigene Notizen und Eselsbrücken helfen oftmals, um sich Merkstoff einzuprägen

Systematisches Lernen

- ◆ der Sinn des Lernens mit Karteikarten besteht darin, sich den komprimierten Lernstoff regelmäßig anzuschauen
- ◆ man sorgt dadurch für ein stetiges Auffrischen des Gelernten (bevor es aus dem Kurzzeitgedächtnis verschwindet)
- ◆ der Fokus liegt bei den Themen, die am meisten Schwierigkeiten bereiten

Training mit Methode

- ◆ regelmäßiges Anschauen oder gegenseitiges Abfragen zu bestimmten Tageszeiten
- ◆ gelernte Karten durch ein Häkchen oder Kreuzchen markieren

Mobiles Lernen

- ◆ das handliche Format des Buches und der Karteikarten sind ideal für unterwegs

DUDEN

POCKET TEACHER PHYSIK

Abi

**Dein Lernstoff für die gesamte
Oberstufe – kurz und knackig:**

- › Mechanik des Massenpunkts
- › Thermodynamik, mechanische Schwingungen und Wellen
- › Elektrizitätslehre, elektromagnetische Schwingungen und Wellen
- › Wellen- und Photonentheorie des Lichts
- › Atomphysik und Einblick in die Physik des 20. und 21. Jahrhunderts

Für den optimalen Endspurt vor Prüfungen und Klausuren.

EXTRA Mit Do-it-yourself-Lernkarten
zum Herausnehmen

ISBN 978-3-411-87218-3
8,99 € (D) · 9,30 € (A)



www.duden.de