

# INHALT

## 10 EINLEITUNG

### MESSUNG UND BEWEGUNG

#### PHYSIK UND DIE ALLTAGSWELT

- 18 Der Mensch ist das Maß aller Dinge**  
Längen messen
- 20 Klug fragen können ist die halbe Weisheit**  
Die wissenschaftliche Methode
- 24 Alles ist Zahl**  
Die Sprache der Physik
- 32 Körper erfahren keinen Widerstand als durch die Luft**  
Der freie Fall
- 36 Eine neue Maschine zur Vervielfachung der Kraft**  
Druck
- 37 Bewegung bleibt erhalten**  
Der Impuls

### 38 Die wunderbarsten Erzeugnisse der mechanischen Künste

Zeit messen

### 40 Aktion und Reaktion

Die Bewegungsgesetze

### 46 Die Pfeiler des Welten-systems

Die Gravitationsgesetze

### 52 Überall hin und her

Harmonische Schwingungen

### 54 Die Kraft lässt sich nicht vernichten

Kinetische und potenzielle Energie

### 55 Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden

Die Energieerhaltung

### 56 Ein neuer Ansatz der Mechanik

Energie und Bewegung

### 58 Wir müssen in den Himmel schauen, um Maße für die Erde zu bekommen

SI-Einheiten und Naturkonstanten

## ENERGIE UND MATERIE STOFFE UND WÄRME

### 68 Die Grundprinzipien des Universums

Modelle der Materie

### 72 Wie die Dehnung, so die Kraft

Dehnen und Strecken

### 76 Die kleinen Bausteine der Stoffe bewegen sich schnell

Fluide

### 80 Das Geheimnis des Feuers wird gelüftet

Wärme und ihre Übertragung

### 82 Das Federn der Luft

Die Gasgesetze

### 86 Die Energie des Universums ist konstant

Innere Energie und der erste Hauptsatz der Thermodynamik

### 90 Wärme kann Bewegung auslösen

Wärmekraftmaschinen

### 94 Die Entropie des Universums strebt immer einem Maximum zu

Die Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik

### 100 Die Flüssigkeit und ihr Dampf werden eins

Zustandsänderungen und Bindungen

### 104 Stoßende Billardkugeln in einer Box

Die Entwicklung der statistischen Mechanik

### 112 Heiße schwarze Körper

Wärmestrahlung

## **ELEKTRIZITÄT UND MAGNETISMUS**

### **ZWEI KRÄFTE WERDEN VEREINIGT**

- 122 Wundersame Kräfte**  
Magnetismus
- 124 Die Anziehung durch Elektrizität**  
Die elektrische Ladung
- 128 Potenzielle Energie wird zu fühlbarer Bewegung**  
Elektrisches Potenzial
- 130 Elektrischer Strom fließt nur durch leitfähiges Material**  
Elektrischer Strom und Widerstand
- 134 Jedes Metall hat eine bestimmte Kraft**  
Magnetherstellung
- 136 Elektrizität in Bewegung**  
Die motorische Wirkung
- 138 Die Herrschaft magnetischer Kräfte**  
Induktion und Generatoreffekt
- 142 Das Licht selbst ist eine elektromagnetische Störung**  
Kraftfelder und Maxwell'sche Gleichungen
- 148 Der Mensch wird die Kraft der Sonne einfangen**  
Stromerzeugung
- 152 Ein kleiner Schritt in der Kontrolle der Natur**  
Elektronik
- 156 Tierische Elektrizität**  
Bioelektrizität
- 157 Eine völlig unerwartete wissenschaftliche Entdeckung**  
Datenspeicherung

- 158 Eine Enzyklopädie auf einem Stecknadelkopf**  
Nanoelektronik
- 159 Ein einzelner Pol, entweder Nord oder Süd**  
Magnetische Monopole

## **SCHALL UND LICHT**

### **DIE EIGENSCHAFTEN DER WELLEN**

- 164 Es liegt Geometrie im Summen der Saiten**  
Musik
- 168 Licht nimmt den schnellsten Weg**  
Reflexion und Brechung
- 170 Eine neue sichtbare Welt**  
Fernrohr und Mikroskop
- 176 Licht ist eine Welle**  
Welle oder Teilchen?
- 180 Licht beugt sich nie in den Schatten**  
Beugung und Interferenz
- 184 Die Nord- und Südseite des Strahls**  
Polarisation
- 188 Die Trompeter und der Wellenzug**  
Doppler-Effekt und Rotverschiebung

- 192 Mysteriöse Wellen ..., die wir ... nicht sehen können**  
Elektromagnetische Wellen
- 196 Die Sprache der Spektren ist eine wirkliche Sphärenmusik**  
Licht aus dem Atom
- 200 Sehen mit Schall**  
Piezoelektrizität und Ultraschall
- 202 Ein großes fluktuierendes Echo**  
Über das Licht hinaus

## **DIE QUANTENWELT**

### **UNSER UNSCHARFES UNIVERSUM**

- 208 Die Lichtenergie ist diskontinuierlich im Raum verteilt**  
Energiequanten
- 212 Sie verhalten sich anders als alles, was man je gesehen hat**  
Teilchen und Wellen
- 216 Eine neue Idee der Realität**  
Quantenzahlen
- 218 Alles ist Welle**  
Matrizen und Wellen
- 220 Die Katze ist zugleich lebendig und tot**  
Die Heisenberg'sche Unschärferelation
- 222 Spukhafte Fernwirkung**  
Quantenverschränkung

**224 Das Juwel der Physik**  
Quantenfeldtheorie

**226 Parallelle Zusammenarbeit**  
Quantenanwendungen

---

## KERN- UND TEILCHENPHYSIK IM INNERN DES ATOMS

---

**236 Materie ist nicht unendlich teilbar**  
Atomtheorie

**238 Eine echte Transformation der Materie**  
Kernstrahlen

**240 Der Aufbau der Materie**  
Der Atomkern

**242 Die Bausteine der Atome**  
Subatomare Teilchen

**244 Kleine Wolkenfetzen**  
Teilchen in der Nebelkammer

**246 Gegensätze können explodieren**  
Antimaterie

**247 Auf der Suche nach dem atomaren Kleber**  
Die starke Kraft

**248 Schreckliche Mengen an Energie**  
Atombomben und Kernenergie

**252 Ein Fenster zur Schöpfung**  
Teilchenbeschleuniger

**256 Die Jagd nach dem Quark**  
Der Teilchenzoo und die Quarks

**258 Identische Kernteilchen verhalten sich nicht immer gleich**  
Trägerteilchen

**260 Die Natur ist absurd**  
Quantenelektrodynamik

**261 Das Rätsel der verschwundenen Neutrinos**  
Neutrinos mit Masse

**262 Ich glaube, wir haben es**  
Das Higgs-Boson

**264 Wo ist all die Antimaterie hin?**  
Materie-Antimaterie-Asymmetrie

**265 Sterne werden geboren und sterben**  
Kernfusion in Sternen

**280 Eine Union von Raum und Zeit**  
Gekrümmte Raumzeit

**281 Die Schwerkraft entspricht einer Beschleunigung**  
Das Äquivalenzprinzip

**282 Warum ist der reisende Zwilling jünger?**  
Paradoxien der speziellen Relativitätstheorie

**284 Die Entwicklung der Sterne**  
Masse und Energie

**286 Wo die Raumzeit einfach endet**  
Schwarze Löcher und Wurmlöcher

**290 Die Grenze des bekannten Universums**  
Entdeckung anderer Galaxien

**294 Die Zukunft des Universums**  
Statisches oder expandierendes Universum?

**296 Das kosmische Ei, das im Moment der Entstehung explodiert**  
Der Urknall

**302 Es gibt nicht nur sichtbare Materie**  
Dunkle Materie

**306 Ein unbekannter Bestandteil dominiert das Universum**  
Dunkle Energie

**308 Fäden in einem Wandteppich**  
Die Stringtheorie

**312 Kräuselungen der Raumzeit**  
Gravitationswellen

**318 WEITERE PHYSIKER**

**324 GLOSSAR**

**328 REGISTER**

**335 ZITATNACHWEIS**

**336 DANK**

---

## RELATIVITÄTSTHEORIE UND DAS UNIVERSUM

---

### UNSER PLATZ IM KOSMOS

---

**270 Die Schleifen der Himmelskörper**  
Himmelsmechanik

**272 Die Erde ist nicht der Mittelpunkt der Welt**  
Modelle des Universums

**274 Keine wahre Zeit, keine wahre Länge**  
Von Galileis Relativitätsprinzip zur speziellen Relativitätstheorie

**275 Die Sonne, wie sie vor acht Minuten war**  
Die Lichtgeschwindigkeit

**276 Hält Oxford an diesem Zug?**  
Spezielle Relativitätstheorie