

1 Schall und Wechselwirkung 7

- 1.1 Schallquellen und Schallempfänger 8
- 1.2 Schwingungen 10
- 1.3 Schnelle Schwingungen 12
- 1.4 Schallwahrnehmung 14
- 1.5 Schallausbreitung 16
 - › Kommunizieren – Hören in Natur und Technik 18
 - › Experimentieren – Wir nehmen eine Hörkurve auf 19
- 1.6 Lärm und Lärmschutz 20
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 22

2 Licht und Sehen 25

- 2.1 Lichtquellen und Lichtempfänger 26
- 2.2 Wahrnehmen 28
- 2.3 Lichtausbreitung 30
- 2.4 Licht und Materie 32
- 2.5 Licht und Schatten 34
 - › Experimentieren – Schattengröße und Schattenform 36
 - › Licht als Schutz und Gefahr 37
- 2.6 Licht und Schatten im Weltraum 38
- 2.7 Finsternisse 40
- 2.8 Lochkamera 42
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 44

3 Licht an Grenzflächen 47

- 3.1 Reflexion von Licht 48
- 3.2 Spiegelbilder 50
 - › Experimentieren – Reflexion 52
 - › Experimentieren – Eigenschaften von Spiegelbildern 53
- 3.3 Die Brechung des Lichts 54
 - › Dokumentieren – Das schreibe ich mir auf 56
 - › Argumentieren – Anwendung von physikalischem Wissen 57
- 3.4 Optische Linsen 58
- 3.5 Lichtleitung durch Totalreflexion 60
- 3.6 Abbildung durch Sammellinsen 62
 - › Dokumentieren – Konstruktion des Bildes einer Sammellinse 64
 - › Experimentieren – Erzeugung scharfer Bilder mit Sammellinsen 65
 - › Modellieren – Bildkonstruktion mit dynamischer Geometriesoftware 66
 - › Das Auge 68
 - › Der Fotoapparat 68
 - › Korrektur von Fehlsichtigkeit 69
- 3.7 Licht und Farbe 70
- 3.8 Farbadaddition und Farbsubtraktion 72
 - › Entstehung eines Regenbogens 74
 - › Modellieren – Analogien bei Schall und Licht 75
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 76

› Methode › Exkurs

4 Temperatur und Materie 79

- 4.1 Temperaturmessung 80
 - › Dokumentieren – Diagramme erstellen 82
 - › Dokumentieren – Diagramme mit dem Computer erstellen 83
- 4.2 Aggregatzustände 84
- 4.3 Ausdehnung von festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen 86
 - › Experimentieren – Temperaturänderungen bei festen Körpern 88
 - › Experimentieren – Temperaturänderungen bei Flüssigkeiten und Gasen 89
- 4.4 Zustandsgrößen 90
 - › Regelwidriges Verhalten bei Wasser 91
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 92

5 Bewegungen 95

- 5.1 Ruhe und Bewegung 96
- 5.2 Bestimmung von Geschwindigkeiten 98
 - › Experimentieren – Einsatz von Apps zur Messung physikalischer Größen 100
 - › Geschwindigkeiten in Natur und Technik 101
 - › Mathematisieren – Auswertung von Zeit-Ort-Diagrammen 102
- 5.3 Beschleunigung 104
 - › Mathematisieren – Bewegungsrichtung und Vektoren 106
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 108

6 Kraft und Masse 111

- 6.1 Kräfte und ihre Wirkungen 112
- 6.2 Messung von Kräften 114
- 6.3 Verformung durch Kräfte 116
- 6.4 Gewichtskraft und Masse 118
- 6.5 Trägheit 120
- 6.6 Wechselwirkung von Körpern 122
- 6.7 Der Impuls 124
 - › Über den Impuls zur Kraft 126
 - › Mathematisieren – Über die Beschleunigung zur Kraft 127
- 6.8 Mehrere Kräfte wirken zusammen 128
 - › Konstruieren – Kraftzerlegung 130
 - › Präsentieren – Erstellen eines Erklärvideos 131
- 6.9 Reibungskräfte 132
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 134

7 Elektrizität und Energie 137

- 7.1 Elektrischer Strom und Ladung 138
- 7.2 Messung der elektrischen Stromstärke 140
- 7.3 Parallel- und Reihenschaltung 142
 - › Messen – Von der Beobachtung zur Messung 144
 - › Experimentieren – Der Umgang mit dem Multimeter 145
- 7.4 Elektrische Spannung 146
 - › Modellieren – Modellvorstellungen zum elektrischen Stromkreis 148
 - › Potenzial und Nullpotenzial 149
- 7.5 Elektrische Energie, Spannung und Stromstärke 150
 - › Präsentieren – Elektrische Energie und Elektronenbewegung 152
 - › Experimentieren – Energie und Spannung 153
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 154

8 Elektromagnetismus 157

- 8.1 Motor und Generator als Energiewandler 158
- 8.2 Magnetfelder elektrischer Ströme 160
- 8.3 Die elektromagnetische Induktion 162
- 8.4 Der Generator 164
- 8.5 Der Transformator 166
 - › Gleich- und Wechselstrom 168
 - › Verteilung elektrischer Energie 169
 - › Bereitstellung und Transport elektrischer Energie 170
 - › Die Entdeckung der Elektrotechnik 171
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 172

9 Radioaktivität und Materie 175

- 9.1 Atome 176
- 9.2 Atome und ihre Hülle 178
- 9.3 Atome und ihre Kerne 180
- 9.4 Strahlung radioaktiver Stoffe 182
 - › Nachweis radioaktiver Strahlung 184
 - › Experimentieren – Radioaktivität wird gemessen 185
- 9.5 Strahlungsarten 186
 - › Einheiten der radioaktiven Strahlung 188
 - › Biologische Strahlenwirkung 189
- 9.6 Schutz vor radioaktiver Strahlung 190
 - › Strahlenbelastung des Menschen 192
 - › Nutzen radioaktiver Strahlung 193
- 9.7 Zerfallsgesetz 194
 - › Energie aus Kernkraftwerken 196
 - › Argumentieren – Meinungsbildung: Pro und Contra 198
 - › Aus dem Leben der Marie Curie 199
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 200

10 Kosmos und Forschung 203

- 10.1 Unsere Sonne – ein Stern 204
- 10.2 Die Sonne – unser wichtigster Energielieferant 205
- 10.3 Das Sonnensystem 206
- 10.4 Lichtgeschwindigkeit und Lichtjahr 208
- 10.5 Nutzen der Raumfahrt 210
 - › Recherchieren – Englische Sachtexte lesen und verstehen 212
 - › Von der Milchstraße zum Universum 214
- 10.6 Erkenntnisse über das Universum gewinnen 216
 - › Die Spektren von Sternen 218
 - › Entwicklung von Sternen 219
 - › Weltmodelle 220
 - › Was ist Licht? 222
 - › Teilchen oder Welle? 223
 - › Modellieren – Doppelspaltexperimente 224
 - › Experimentieren – Interferometer selbst gebaut 225
- 10.7 Die Einstein'schen Prinzipien 226
 - › Modellieren – Gedankenexperiment Lichtuhr 227
 - › Uhren auf Weltreise 227
- 10.8 Messen und Wahrnehmen 228
 - › Bilder bewegter Körper 228
- 10.9 Allgemeine Relativitätstheorie 229
- 10.10 Elementarteilchen 230
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 234

11 Wärmeleitung und System 237

- 11.1 Speicherung und Transport von Energie 238
 - › Experimentieren – Energietransportarten 240
 - › Experimentieren – Energie unterwegs 241
 - › Projekt – Das warme Haus 242
 - › Temperaturunterschiede, Energieströme und Diffusion 243
- 11.2 Thermische Energie 244
 - › Mathematisieren – Spezifische Wärmekapazität von Wasser 246
 - › Experimentieren – Bestimmung der thermischen Energie 247
 - › Ein Haus gibt ständig Energie ab 248
 - › Präsentieren – Das Energiesparhaus 250
- 11.3 Kreisprozesse 252
 - › Kühlen und Heizen durch Verdampfen 254
 - › Entropie – keine Erhaltungsgröße 256
 - › Strom – Antrieb – Widerstand 257
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 258

12 Elektrizität und System 261

- 12.1 Der elektrische Widerstand 262
 - › Experimentieren – Erfassung und Darstellung einer Kennlinie 264
 - › Dokumentieren – Auswertung von Daten und Diagrammen 265
 - › Experimentieren – Der Widerstand von Leitungen 266
 - › Technische Widerstände 267
 - › Supraleitung 267

- 12.2 Parallel- und Reihenschaltung 268
 - › Experimentieren – Widerstände in Reihe geschaltet 270
 - › Experimentieren – Widerstände parallel geschaltet 271
- 12.3 Elektrische Energie und Leistung 272
 - › Argumentieren – Energietransport in Parallel- und Reihenschaltung 274
 - › Experimentieren – Leistung in Parallel- und Reihenschaltung 275
 - › Elektrische Leistung und Energie von Akkus 276
 - › Elektrische Leistung und Energie im Alltag 277
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 278

13 Maschinen und Energie 281

- 13.1 Höhenenergie 282
- 13.2 Bewegungsenergie 284
- 13.3 Energieübertragung, Energieerhaltung und Spannenergie 286
 - › Kommunizieren – Aufgaben mit dem Energieerhaltungsprinzip lösen 288
 - › Bewerten – Energie und Kraft 290
 - › Argumentieren – Zwei Sichtweisen 291
- 13.4 Arbeit und Wärme 292
 - › Mathematisieren – Was Diagramme aussagen 294
 - › Schiefe Ebene und Goldene Regel der Mechanik 295
- 13.5 Seil – Rolle – Flaschenzug 296
- 13.6 Hebel 298
 - › Dokumentieren – Protokollieren 300
 - › Hebel überall! 301
- 13.7 Der Wirkungsgrad 302
 - › Wirkungsgrad bei Tauchsieder und Lampen 304
 - › Experimentieren – Wirkungsgrad einer Energieübertragung 305
- 13.8 Effiziente Energienutzung 306
 - › Experimentieren – Wirkungsgrade 308
 - › Perpetuum mobile 309
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 310

14 Information und Signal 313

- 14.1 Elektrische Leitung und Energie 314
 - › Modellieren – Elektrische Leitung im Kristallgittermodell 316
 - › Modellieren – Dotierte Halbleiter im Kristallgittermodell 317
- 14.2 Dioden und Leuchtdioden 318
 - › Modellieren – Diode im Kristallgittermodell 320
 - › Transistoren 321
- 14.3 Solarzellen 322
 - › Projekt – Der Mensch auf dem Prüfstand 324
 - Rückblick – Teste dich selbst – Training 326

Anhang SI-Einheiten 329 Lösungen der „Teste dich selbst“-Aufgaben 330
 Übersicht über die verschiedenen Energieformen 333 Tabellen 334
 Stichwort- und Personenverzeichnis 337 Bildquellen 342