

**DUDEN**

**BASISWISSEN**  
**SCHULE**



# PHYSIK

**5. bis 10. Klasse**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Physik – eine Naturwissenschaft</b>	<b>7</b>	
<b>1.1</b>	<b>Gegenstand und Teilgebiete der Physik</b>	<b>8</b>	
1.1.1	Die Naturwissenschaft Physik	8	
1.1.2	Die Physik und die anderen Naturwissenschaften	12	
1.1.3	Die Teilgebiete der Physik	15	
1.1.4	Physik, Technik und Alltag	16	
<b>1.2</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen in der Physik</b>	<b>18</b>	
1.2.1	Begriffe und Größen in der Physik	18	
1.2.2	Gesetze, Modelle und Theorien in der Physik	27	
1.2.3	Erkenntniswege in der Physik	31	
1.2.4	Tätigkeiten in der Physik	42	
1.2.5	Lösen physikalischer Aufgaben	56	
<b>2</b>	<b>Mechanik</b>	<b>67</b>	
<b>2.1</b>	<b>Eigenschaften von Körpern und Stoffen</b>	<b>68</b>	
2.1.1	Das Volumen von Körpern	68	
2.1.2	Die Masse von Körpern	70	
2.1.3	Die Dichte von Stoffen	72	
2.1.4	Der Aufbau der Stoffe aus Teilchen	74	■ Überblick 77
<b>2.2</b>	<b>Bewegung von Körpern</b>	<b>78</b>	
2.2.1	Mechanische Bewegungen	78	
2.2.2	Die Geschwindigkeit von Körpern	81	
2.2.3	Die Beschleunigung von Körpern	83	
2.2.4	Gleichförmige Bewegungen	84	
2.2.5	Ungleichförmige Bewegungen	87	
2.2.6	Die Überlagerung von Bewegungen	90	■ Überblick 94
<b>2.3</b>	<b>Kräfte und ihre Wirkungen</b>	<b>95</b>	
2.3.1	Die Größe Kraft	95	
2.3.2	Die newtonschen Gesetze	101	
2.3.3	Die Gewichtskraft	102	
2.3.4	Die Radialkraft	104	
2.3.5	Reibung und Reibungskräfte	105	
2.3.6	Das Drehmoment	108	
2.3.7	Schwerpunkt von Körpern und Standfestigkeit	109	
2.3.8	Kraftumformende Einrichtungen	110	
2.3.9	Der Auflagedruck	116	
2.3.10	Gravitation	117	■ Überblick 122
<b>2.4</b>	<b>Mechanische Arbeit, Energie und Leistung</b>	<b>123</b>	
2.4.1	Die mechanische Arbeit	123	
2.4.2	Die mechanische Energie	126	
2.4.3	Die mechanische Leistung	130	
2.4.4	Der Wirkungsgrad	131	■ Überblick 132
<b>2.5</b>	<b>Mechanische Schwingungen und Wellen</b>	<b>133</b>	
2.5.1	Mechanische Schwingungen	133	
2.5.2	Mechanische Wellen	139	
2.5.3	Schall und Lärm	143	■ Überblick 149

	<b>2.6 Mechanik der Flüssigkeiten und Gase</b>	<b>150</b>
	2.6.1 Der Druck in Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	150
	2.6.2 Auftrieb in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	158
■ Überblick 162	2.6.3 Strömende Flüssigkeiten und Gase . . . . .	159
	<b>3 Wärmelehre</b>	<b>163</b>
	<b>3.1 Temperatur und Wärme</b>	<b>164</b>
	3.1.1 Die Temperatur von Körpern . . . . .	164
	3.1.2 Wärme und Energie . . . . .	167
	3.1.3 Die thermische Leistung von Wärmequellen . . . . .	171
	<b>3.2 Volumenänderung von Körpern bei Temperaturänderung</b>	<b>172</b>
	3.2.1 Volumenänderung von Körpern . . . . .	172
	3.2.2 Längenänderung von festen Körpern . . . . .	174
	3.2.3 Zustandsänderung von Gasen . . . . .	175
	<b>3.3 Aggregatzustandsänderungen</b>	<b>177</b>
	<b>3.4 Wärmeübertragung</b>	<b>182</b>
	<b>3.5 Hauptsätze der Wärmelehre und Wärmekraftmaschinen</b>	<b>187</b>
■ Überblick 193, 194	3.5.1 Hauptsätze der Wärmelehre . . . . .	187
	3.5.2 Wärmekraftmaschinen . . . . .	189
	<b>4 Elektrizitätslehre</b>	<b>195</b>
	<b>4.1 Der elektrische Stromkreis</b>	<b>196</b>
	4.1.1 Elektrische Ladungen . . . . .	196
	4.1.2 Elektrische Stromkreise . . . . .	200
	<b>4.2 Der Gleichstromkreis</b>	<b>206</b>
	4.2.1 Die elektrische Stromstärke . . . . .	206
	4.2.2 Die elektrische Spannung . . . . .	208
	4.2.3 Der elektrische Widerstand . . . . .	211
	4.2.4 Elektrische Energie und Arbeit . . . . .	215
	4.2.5 Die elektrische Leistung . . . . .	218
■ Überblick 226	4.2.6 Gesetze im Gleichstromkreis . . . . .	220
	<b>4.3 Elektrische und magnetische Felder</b>	<b>227</b>
	4.3.1 Das elektrische Feld . . . . .	227
	4.3.2 Das magnetische Feld . . . . .	233
■ Überblick 249	4.3.3 Die elektromagnetische Induktion . . . . .	240
	<b>4.4 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen</b>	<b>250</b>
	4.4.1 Spannung und Stromstärke im Wechselstromkreis . . . . .	250
	4.4.2 Elektromagnetische Schwingungen . . . . .	251
■ Überblick 262	4.4.3 Elektromagnetische Wellen . . . . .	254
	<b>4.5 Elektrische Leitungsvorgänge</b>	<b>263</b>
	4.5.1 Elektrische Leitung in festen Körpern . . . . .	263
	4.5.2 Elektrische Leitung in Flüssigkeiten . . . . .	264
	4.5.3 Elektrische Leitung in Gasen . . . . .	265
	4.5.4 Elektrische Leitung im Vakuum . . . . .	266
■ Überblick 274	4.5.5 Elektrische Leitung in Halbleitern . . . . .	268
	<b>5 Optik</b>	<b>275</b>
	<b>5.1 Lichtquellen und Lichtausbreitung</b>	<b>276</b>
	<b>5.2 Reflexion des Lichts</b>	<b>281</b>
	5.2.1 Reflexion an verschiedenen Oberflächen . . . . .	281
	5.2.2 Bildentstehung an Spiegeln . . . . .	284

<b>5.3 Brechung des Lichts</b>	<b>288</b>
5.3.1 Brechungsgesetz und Totalreflexion . . . . .	288
5.3.2 Brechung des Lichts durch verschiedene Körper . . . . .	292
5.3.3 Bildentstehung durch Linsen . . . . .	296
<b>5.4 Optische Geräte</b>	<b>302</b>
<b>5.5 Welleneigenschaften des Lichts</b>	<b>312</b>
<b>5.6 Licht und Farben</b>	<b>318</b>
5.6.1 Dispersion von Licht . . . . .	318
5.6.2 Spektren und Spektralanalyse . . . . .	320
5.6.3 Mischung von farbigem Licht und Körperfarben . . . . .	322
<b>6 Atom- und Kernphysik</b>	<b>327</b>
<b>6.1 Aufbau von Atomen</b>	<b>328</b>
<b>6.2 Kernumwandlungen und Radioaktivität</b>	<b>333</b>
6.2.1 Arten von Kernumwandlungen . . . . .	333
6.2.2 Gesetz des Kernzerfalls und Kernreaktionen . . . . .	336
6.2.3 Radioaktive Strahlung . . . . .	338
<b>6.3 Anwendungen kernphysikalischer Erkenntnisse</b>	<b>346</b>
<b>6.4 Grenzen der klassischen Physik</b>	<b>352</b>
<b>7 Energie in Natur und Technik</b>	<b>355</b>
<b>7.1 Energie, Energieträger und Energieformen</b>	<b>356</b>
<b>7.2 Umwandlung und Übertragung von Energie</b>	<b>359</b>
<b>7.3 Energie in der belebten und unbelebten Natur</b>	<b>363</b>
<b>A Anhang</b>	<b>372</b>
Referate . . . . .	372
Register . . . . .	380
Bildquellenverzeichnis . . . . .	392

■ Überblick 311

■ Überblick 326

■ Überblick 354

■ Überblick 371

# Die Physik – eine Naturwissenschaft

# 1



Pendel 133  
 Periodendauer 24, 134  
 Periodensystem der Elemente 351  
 Permanentmagnet 233  
 Perpetuum mobile 360  
 Perspektiven der Energiegewinnung 370  
 Pfeife  
 – geschlossene 145  
 – offene 145  
 p-Halbleiter 268  
 Phasen des MONDS 280  
 Physik 11  
 – Begriffe 18  
 – Größen 20  
 physikalische Gesetze  
 – anwenden 34  
 – erkennen 31  
 physikalische Theorie 30  
 physische Geografie 14  
 PIXII, HIPPOLYTE 244  
 Planartechnik 273  
 PLANCK, MAX 353  
 planparallele Platte 292  
 plastische Verformung 31, 96  
 Platte  
 – planparallele 292  
 Plattenkondensator 228, 230, 232  
 pnp-Transistor 225  
 pn-Übergang 270  
 Pole 233  
 positiv geladenes Elektroskop 200  
 positiv geladenes Proton 328  
 potenzielle Energie 126, 127, 357  
 Potenziometerschaltung 221  
 Primärenergie 359  
 Primärenergieträger 359  
 Primärenergieverbrauch 368  
 Primärspule 245  
 Prinzip  
 – Huygenssches 142  
 Prisma 318  
 Proton 329  
 – positiv geladenes 328  
 Proton-Proton-Zyklus 335  
 Prozessgröße 167  
 PTC-Widerstand 225  
 punktförmige Lichtquelle 279  
 Punktladung 228  
 Punktmasse 78

**Q**  
 qualitative Gesetzesaussage 28  
 Qualitätsfaktor 343  
 Quantenobjekt 353  
 Quantentheorie 352, 353  
 quantitative Gesetzesaussage 28  
 Quarks 331  
 Quecksilberbarometer 156  
 Quelle  
 – elektrische 201, 205  
 Querwellen 139, 140, 255

**R**  
 Radar 258  
 Radialkraft 104  
 radioaktives Nuklid 333  
 radioaktive Strahlung 338  
 – Ablenkung 339  
 – Arten 338  
 – Eigenschaften 339  
 – Erfassung 342  
 – Nachweis 340  
 Radioaktivität 333, 334  
 Radionuklide 333  
 Radius 24  
 Randstrahlen 279  
 Reaktion  
 – chemische 364  
 realer Transformator 245  
 reales Gas 175  
 RÉAUMUR, RÉNE-ANTOINE 164  
 Reaumurskala 164  
 Rechte-Hand-Regel 237, 240  
 reelles Bild 286, 300  
 Reflektor 257  
 Reflexion 142, 262, 282, 311  
 – diffuse 281  
 – reguläre 281  
 Reflexionsgesetz 142, 257, 281  
 Reflexionsgitter 316  
 regelbarer elektrischer Widerstand 214, 215  
 Regeln der Gleichungslehre 57  
 Regelstäbe 349  
 Regen  
 – saurer 366  
 Regenbogen 319  
 regenerativer Energieträger 368  
 reguläre Reflexion 281  
 Reibung 105  
 Reibungsarbeit 125  
 Reibungselektrizität 199  
 Reibungskraft 23, 97, 105  
 – vergrößert 107  
 – verkleinert 107

Reibungszahl 24, 107  
 Reichweite 370  
 Reihenschaltung 205  
 Reihenschaltung von Spannungsquellen 221  
 Reihenschaltung von Widerständen 221  
 Rekombination 268  
 Relais 236  
 Relativbewegung 249  
 relative Atommasse 22  
 Relativitätstheorie 352  
 – spezielle 352  
 Reserve 370  
 Resonanz 137, 254  
 Ressource 370  
 RICHMANN, GEORG WILHELM 186  
 richmannsche Mischungsregel 186  
 Röhre  
 – braunsche 267  
 Rolle 114  
 – feste 114  
 – lose 114  
 Rollreibung 105, 106  
 RÖMER, OLAF 277  
 Röntgenröhre 267  
 Röntgenstrahlung 261  
 Rückkopplung 253  
 Rückkopplungsschaltung  
 – meißnersche 254  
 Rückwirkung 246  
 Ruhe 78  
 RUTHERFORD, ERNEST 328

**S**  
 Sammellinse 294  
 Satellit 86  
 Sauerstoffatom 328  
 saurer Regen 366  
 Schäden  
 – genetische 345  
 – somatische 345  
 Schall 146, 147  
 – Erzeugung 144  
 Schalldämpfer 147  
 Schallpegelmessers 146  
 Schallwelle 149, 314  
 Schalter 201, 205, 225, 273  
 Schaltnetzgerät 246, 248  
 Schaltnetzteil 246, 248  
 Schaltplan 202  
 Schaltung mit Innenwiderstand 223  
 Schaltzeichen 202, 225

- scharfes Bild 298  
 Schatten 18, 279  
 scheinbare Bilder 285, 300  
 Schicht  
   – fotografische 340  
 Schichtwiderstand 214  
 Schlauchwaage 154  
 schlechte Wärmeleiter 182, 183  
 Schmelzen 177, 194  
 Schmelztemperatur 177, 178  
 Schmelzwärme  
   – spezifische 178  
 Schnellkochtopf 181  
 schräger Wurf 92, 93  
 Schubkraft 96, 97  
 Schutzerdung 225  
 Schutzisolierung 225  
 Schutzkontaktstecker 202  
 Schweben 159, 162  
 schweißen  
   – elektrisch 248  
 Schwellenspannung 270  
 Schweredruck 153, 155, 162  
 Schwerelosigkeit 104  
 Schwerpunkt 109  
 Schwimmen 159, 162  
 Schwingkreis 251, 262  
   – geschlossener 251  
   – offen 254  
 Schwingung 79, 149  
   – elektromagnetische 251  
   – erzwungene 136, 253  
   – freie 253  
   – gedämpfte 136, 253  
   – harmonische 136  
   – mechanische 133  
   – nicht harmonische 136  
   – nicht sinusförmige 136  
   – sinusförmige 136  
   – ungedämpfte 136, 253  
 Schwingungsdauer 24, 134, 140, 262  
 Schwingungsgleichung  
   – thomsonsche 252, 262  
 Sehen  
   – farbiges 304  
 Sehfehler 304, 305  
 Sehhilfe 305  
 Sehschärfe 305  
 Sehweite  
   – deutliche 303  
 Sekundärenergie 359  
 Sekundärenergieträger 359  
 Sekundärspule 245  
 Selbstinduktion 241  
 Sendedipol 259  
 Sender  
   – Prinzip 260  
 senkrechter Wurf 92  
 Sicherung 201, 204, 225  
 Sicherungsautomat 238  
 sichtbares Licht 261  
 Sieden 179, 194  
 Siedetemperatur 179, 180  
 SIEMENS, WERNER VON 244  
 SIEVERT, ROLF 343  
 Silicium 268  
 Sinken 159, 162  
 sinusförmig 250  
 sinusförmiger Wechselstrom 250  
 sinusförmige Schwingung 136  
 skalare Größe 21  
 Smog 366, 367  
 Solarkonstante 184, 363  
 Solarzelle 271  
 Solarzellen 184, 368  
 somatische Schäden 345  
 Sonne  
   – Energie 363  
 Sonnenfinsternis 279, 280  
 Sonnenkollektor 184, 185  
 Sonnenofen 283  
 Source 273  
 Spannung 220, 226  
   – elektrische 24, 208, 210, 226, 229  
 Spannungsmesser 209, 225  
   – Messbereichserweiterung 223  
 Spannungsquelle 225  
   – Parallelschaltung 221  
   – Reihenschaltung 221  
 spannungsrichtige Messschaltung 212, 224  
 Spannungsteilerschaltung 221  
 Spannungsübersetzung  
   – Gesetz 246  
 Spartransformator 247  
 Spektralanalyse 320  
 Spektralfarben 318, 322, 326  
 Spektrum 322  
   – elektromagnetisches 261  
   – kontinuierliches 318, 320  
 Sperrrichtung 270  
 spezielle Relativitätstheorie 352  
 spezifischer elektrischer Widerstand 24, 213  
 spezifische Schmelzwärme 178  
 spezifische Verdampfungswärme 180  
 spezifische Wärmekapazität 24, 168  
 Spiegel 284  
 Spontanzerfall 333  
 Spraydose 188  
 Spule 225  
   – stromdurchflossene 236  
 stabiles Gleichgewicht 109, 110  
 Stabmagnet 234, 235, 236  
 Standfestigkeit 110  
 Stecker 225  
 Steigen 159, 162  
 Stempeldruck 152  
 Stimmgabel 133  
 Stirlingmotor 191  
 Stoff  
   – ferromagnetischer 233  
 Stoffmenge 24  
 Stoffmengenkonzentration 24  
 Störstelle 268  
 Störstellenleitung 268  
 Stoßionisation 266  
 Strahlenbelastung 344  
 Strahlenoptik 311, 317  
 Strahltriebwerk 189  
 Strahlung  
   – ionisierende 345  
   – kosmische 261  
   – radioaktive 338, 354  
 Strahlungsart 343  
 STRASSMANN, FRITZ 334  
 Strom  
   – elektrischer 200  
 stromdurchflossene Leiter 237  
 stromdurchflossene Spule 236  
 Stromkreis  
   – Arten 204  
   – elektrischer 200  
   – geschlossener 200  
   – unverzweigter 204, 220, 226  
   – verzweigter 204, 220, 226  
 Stromlinienbilder 159  
 stromrichtige Messschaltung 212, 224  
 Stromrichtung 238  
 Stromstärke 220, 223, 226, 249  
   – elektrische 24, 206, 226, 229, 238  
 Stromstärkemesser 206, 225  
   – Messbereichserweiterung 223  
 Stromstärkeübersetzung  
   – Gesetz 246  
 Strömung 159  
   – glatte 160  
   – laminare 160

- turbulente 160
- verwirbelte 160
- Strömungswiderstand 161
- Strömungswiderstandskraft 161
- Stromverbundnetz 248
- Sublimieren 181
- subtraktive Farbmischung 324
- Südpol 233
- Superposition 90
- Supraleitung 214
- Symbolschreibweise 330
- System
  - abgeschlossenes 187
- systematische Fehler 64

## T

Tabellenkalkulationsprogramm 54

Taster 225

technischer Wechselstrom 261

technischer Widerstand 214

Teilchen 19

Teilchenbewegung 166

Teilchenmodell 74, 77, 151

Telefonhörer 238

Temperatur 24, 164, 166, 193

- gefühlte 165
- messen 165

Temperaturmessung

- Geschichte der 166

Theorie

- physikalische 30

thermische Energie 357

thermische Leistung 171

Thermistor 269

Thermografie 185

Thermometer 165, 264

- elektrisches 166

thomsonische Schwingungs-  
gleichung 252, 262

THOMSON, WILLIAM 252

Ton 144, 147

Tonbandgerät 241

tonfrequenter Wechselstrom 261

Tongenerator 254

Tonhöhe 145

Totalreflexion 290, 291

- Grenzwinkel 291

Trägheitsgesetz 101

Transformator 225, 245

- belasteter 245
- idealer 245
- realer 245
- unbelasteter 245

Transistor 272

- npn 225
- pnp 225

Transistoreffekt 272

Transmissionsgitter 316

Transversalwellen 140

Treibhauseffekt 366

- zusätzlicher 366

turbulente Strömung 160

Türgong 236

## U

Überlagerung zweier gleich-  
förmiger Bewegungen 91

Überlaufmethode 69

Übersetzungsverhältnis 25

übersichtlich 305

Ultraschall 143, 148

Ultraschalldiagnose 148

ultraviolettes Licht 261, 313

Umkehrprisma 293

Umlenkeprisma 293

Umweltbelastung 366

Unabhängigkeitsprinzip 90

unbelasteter Transformator 245

ungedämpfte Schwingung 136, 253

ungesteuerte Kernfusion 336

ungesteuerte Kettenreaktion 335

ungleichförmige Bewegung 80, 82

ungleichmäßig beschleunigte  
Bewegung 83

ungleichnamige Magnetpole 234

Unipolartransistor 273

Universalmotor 238

Universalnetzgerät 246

unmittelbare Beobachtung 50

unscharfes Bild 298

unverzweigter Stromkreis 204, 220, 226

U-Rohr-Manometer 156

Urspannung 210

## V

Vakuum 274

vektorielle Größe 21, 81, 83

Verbrennungsmotor 189

Verbrennungsprozess 366

Verbrennungswärme 169

Verdampfungswärme 180

- spezifische 180

Verdunsten 181

Verdunstungskälte 181

Verformung

- elastische 31, 96
- plastische 31, 96

Verformungsarbeit 125, 128

Vergleichen 31, 45

Vergrößerung 309, 310

Verstärker 273

verwirbelte Strömung 160

verzweigter Stromkreis 204, 220, 226

Videokamera 307

Vielfachmessgerät 207

Vierfarbendruck 325

virtuelle Bilder 285, 300

VOLTA, ALESSANDRO 199, 208

Volta-Element 199

Voltmeter 209

Volumen 20, 25, 77

- berechnen 69
- messen 69
- molares 24

Volumenänderungsarbeit 176, 188

Volumenarbeit 176, 188

Volumenausdehnungs-  
koeffizient 173

Voraussagen 44

Vorbereiten des Experiments 52

## W

Waage 70, 77

waagerechter Wurf 92

WANKEL, FELIX 190

Wärme 25, 167, 194

Wärmeaustausch 186

- Grundgesetz 186

Wärmedämmung 185, 193

Wärmedurchgang 183, 184

Wärmekapazität

- spezifische 24, 168

Wärmekraftmaschine 189

- Wirkungsgrad 192

Wärmekraftwerk 359

Wärmelehre

- 0. Hauptsatz 187
- 1. Hauptsatz 187, 360
- 2. Hauptsatz 188, 362
- Grundgleichung 168

Wärmeleiter

- gute 182, 183
- schlechte 182, 183

Wärmeleitfähigkeit 183

Wärmeleitung 182



Wärmepumpe 189, 369  
 Wärmequelle 169  
 Wärmestrahlung 182, 184  
 Wärmeströmung 182, 184  
 Wärmeübergang 183, 184  
 Wärmeübertragung 182, 193  
 Wärmewirkung 201  
 Wasser  
   – Anomalie 173  
 Wasserkraftwerk 368  
 Wassermodell 203  
 Wasserstoffatom 328  
 Wasserstoffbombe 350  
 WATT, JAMES 215, 216, 218  
 Wechselspannung 225, 250  
 Wechselstrom 201  
   – sinusförmiger 250  
   – technischer 261  
   – tonfrequenter 261  
 Wechselstromgenerator 244  
 Wechselstrommotor 225, 238  
 Wechselstromstärke 250  
 Wechselwirkungsgesetz 101  
 Wechselwirkungsgröße 95  
 Weg 25  
 WEHNELT, ARTHUR 267  
 Weicheisen 234  
 weitsichtig 305  
 Welle 20, 149  
 Wellen  
   – Eigenschaften 141 f.  
   – elektromagnetische 254, 256, 262, 312  
   – hertzsche 258, 259, 261  
   – mechanische 139, 140  
 Welleneigenschaften 141 f., 326  
 Wellenlänge 25, 140, 141, 255, 312  
 Wellenmodell 312

Wellenoptik 317  
 Weltbild  
   – geozentrisches 10, 78  
   – heliozentrisches 78  
 Wert einer Größe 20  
 Wickelkondensator 230  
 Widerstand 25, 214, 220, 225, 226  
   – elektrischer 24, 205, 211, 226  
   – induktiver 25  
   – kapazitiver 25  
   – ohmscher 25  
   – Parallelschaltung 221  
   – regelbarer 215  
   – Reihenschaltung 221  
   – spezifischer elektrischer 24  
   – technischer 214  
 Widerstandsgesetz 213  
 Widerstandsmesser 212  
 WILHELM MAYBACH 190  
 WILSON, C. P. R. 341  
 Windgenerator 368  
 Winkel 25  
 Wirbelstrombremse 243  
 Wirbelströme 243  
 wirkliches Bild 286, 300  
 Wirkung  
   – biologische 345  
   – chemische 201  
   – magnetische 201  
 Wirkung des elektrischen Stroms 202  
 Wirkung einer Kraft 122  
 Wirkungsgrad 25, 131, 171, 368  
 Wirkungsweise technischer Geräte  
   – Beschreiben des Aufbaus 43  
   – Erklären 43

Wölbspiegel 282  
   – kugelförmiger 282  
 Wurf  
   – schräger 92, 93  
   – senkrechter 92  
   – Überlagerung 92  
   – waagerechter 92  
 Wurfparabel 93

## Y

YOUNG, THOMAS 315

## Z

Zählrohr 340  
 Zeit 25  
 Zentralkraft 104  
 Zentrifugalkraft 104, 119  
 Zentripetalkraft 104  
 Zerfallsrate 22  
 Zerlegung einer Kraft 100, 122  
 Zerstreuungslinse 294  
 zufällige Fehler 64  
 Zugkraft 96, 97  
 Zündanlage 248  
 Zusammenhang  
   – Masse und Volumen 28  
 Zusammensetzung zweier Kräfte 99, 122  
 zusätzlicher Treibhauseffekt 366  
 Zustandsgleichung 176  
 Zustandsgröße 167  
 zweiseitige Hebel 111  
 Zweitaktmotor 190  
 Zweiweggleichrichter 271