



Russell C. Hibbeler

Technische Mechanik 3 Dynamik

12., aktualisierte Auflage



Russell C. Hibbeler

Technische Mechanik 3 Dynamik

12., aktualisierte Auflage

Übersetzung aus dem Amerikanischen:
Georgia Mais, Frank Langenau

Fachliche Betreuung und Erweiterungen:
Jörg Wauer, Wolfgang Seemann

PEARSON

Higher Education
München • Harlow • Amsterdam • Madrid • Boston
San Francisco • Don Mills • Mexico City • Sydney
a part of Pearson plc worldwide

Technische Mechanik 3 Dynamik - PDF

Inhaltsverzeichnis

Technische Mechanik 3 Dynamik

Impressum

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 9

Kapitel 1 - Kinematik eines Massenpunktes 15

1.1 Einführung 17

1.2 Geradlinige Bewegung 18

1.3 Geradlinige, bereichsweise definierte Bewegung 28

1.4 Allgemeine räumliche Bewegung 36

1.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten 38

1.6 Schiefer Wurf 44

1.7 Auswertung in natürlichen Koordinaten 49

1.8 Auswertung in Zylinderkoordinaten 57

1.9 Abhängige Bewegung zweier Massenpunkte 66

1.10 Relativbewegung in translatorisch bewegten Bezugssystemen 72

Kapitel 2 - Kinetik eines Massenpunktes: Bewegungsgleichung 119

2.1 Newton'sche Gesetze der Bewegung 121

2.2 Newton'sches Grundgesetz 124

2.3 Prinzip von d'Alembert 128

2.4 Massenpunktsystem 129

2.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten 131

2.6 Auswertung in natürlichen Koordinaten 143

2.7 Auswertung in Zylinderkoordinaten 150

Kapitel 3 - Kinetik eines Massenpunktes: Arbeit und Energie 193

3.1 Arbeit einer Kraft 195

3.2 Arbeitssatz 200

3.3 Arbeitssatz für ein Massenpunktsystem 202

3.4 Leistung und Wirkungsgrad 210

3.5 Konservative Kräfte und potenzielle Energie 215

3.6 Energieerhaltung 218

3.7 Methode Energieintegral 224

Kapitel 4 - Kinetik eines Massenpunktes: Impuls und Drehimpuls 247

4.1 Impulssatz 249

4.2 Impulssatz für ein Massenpunktsystem 256

4.3 Impulserhaltung für ein System aus Massenpunkten 257

4.4 Stoßvorgänge 266

4.5 Drehimpuls 275

4.6 Drehimpulssatz 275

4.7 Drallsatz für Massenpunktsysteme 285

Inhaltsverzeichnis

4.9 Massenzu- und abfuhr 292

Wiederholung 1: Kinematik und Kinetik eines Massenpunktes 329

Kapitel 5 - Ebene Kinematik eines starren Körpers 345

5.1 Bewegung eines starren Körpers 347

5.2 Translationsbewegung 348

5.3 Rotation um eine feste Achse 349

5.4 Kinematische Zusammenhänge bei der ebenen Bewegung eines Systems mit einem Freiheitsgrad 357

5.5 Allgemein ebene Bewegung – Geschwindigkeit 361

5.6 Momentanpol 370

5.7 Allgemein ebene Bewegung – Beschleunigung 377

5.8 Relativbewegung in rotierenden Bezugssystemen 387

Kapitel 6 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Bewegungsgleichungen 435

6.1 Massenträgheitsmoment 437

6.2 Bewegungsgleichungen 445

6.3 Reine Translation 451

6.4 Rotation um eine feste Achse 458

6.5 Allgemein ebene Bewegung 467

Kapitel 7 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Arbeit und Energie 505

7.1 Kinetische Energie 507

7.2 Arbeit einer Kraft 511

7.3 Arbeit eines Kräftepaars 513

7.4 Arbeitssatz 515

7.5 Energieerhaltungssatz 522

Kapitel 8 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Impuls und Drehimpuls 543

8.1 Impuls und Drehimpuls 545

8.2 Impuls- und Drallsatz 551

8.3 Impuls- und Drehimpulserhaltung 559

8.4 Exzentrischer Stoß 564

Wiederholung 2: Ebene Kinematik und Kinetik eines starren Körpers 585

Kapitel 9 - Räumliche Kinematik eines starren Körpers 601

9.1 Drehung um einen raumfesten Punkt 603

9.2 Zeitableitungen in ruhenden und in bewegten Bezugssystemen 610

9.3 Allgemein räumliche Bewegung 615

9.4 Relativbewegung in allgemein bewegten Bezugssystemen 618

Kapitel 10 - Räumliche Kinetik eines starren Körpers 641

10.1 Massenträgheitsmomente 643

10.2 Drehimpuls 649

10.3 Kinetische Energie 652

10.4 Bewegungsgleichungen 657

10.5 Kreiselbewegung 674

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 11 - Analytische Prinzipien 709

- 11.1 Virtuelle Verrückungen, virtuelle Geschwindigkeiten 711
- 11.2 Prinzip von d'Alembert in Lagrange'scher Fassung 718
- 11.3 Lagrange'sche Gleichungen 1. Art 728
- 11.4 Lagrange'sche Gleichungen 2. Art 733

Kapitel 12 - Schwingungen 765

- 12.1 Schwinger mit einem Freiheitsgrad: Erscheinungsformen 767
- 12.2 Freie ungedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems 774
- 12.4 Freie gedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems 786
- 12.5 Erzwungene Schwingungen eines ungedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems 790
- 12.6 Erzwungene Schwingungen eines gedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems 796
- 12.7 Frequenzgangrechnung 803
- 12.9 Schwingungen eines Systems mit mehreren Freiheitsgraden 808

Wiederholung 3: Kreiseldynamik, Analytische Prinzipien, Schwingungslehre 839

Anhang A - Mathematische Ausdrücke 849

Anhang B - Vektorrechnung 853

- B.1 Darstellung von Vektoren 854
- B.2 Produkte von Vektoren 855
- B.3 Differenziation und Integration von Vektorfunktionen 857

Anhang C - Lösungen ausgewählter Aufgaben 859

Literatur 897

Register 899

Einleitung

Kapitel 1 - Kinematik eines Massenpunktes

- 1.1 Einführung
- 1.2 Geradlinige Bewegung
- 1.3 Geradlinige, bereichsweise definierte Bewegung
- 1.4 Allgemeine räumliche Bewegung
- 1.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten
- 1.6 Schiefer Wurf
- 1.7 Auswertung in natürlichen Koordinaten
- 1.8 Auswertung in Zylinderkoordinaten
- 1.9 Abhängige Bewegung zweier Massenpunkte
- 1.10 Relativbewegung in translatorisch bewegten Bezugssystemen

Kapitel 2 - Kinetik eines Massenpunktes: Bewegungsgleichung

- 2.1 Newton'sche Gesetze der Bewegung
- 2.2 Newton'sches Grundgesetz
- 2.3 Prinzip von d'Alembert
- 2.4 Massenpunktsystem

Inhaltsverzeichnis

2.5 Auswertung in kartesischen Koordinaten

2.6 Auswertung in natürlichen Koordinaten

2.7 Auswertung in Zylinderkoordinaten

*2.8 Zentralkräfte und Himmelsmechanik

Kapitel 3 - Kinetik eines Massenpunktes: Arbeit und Energie

3.1 Arbeit einer Kraft

3.2 Arbeitssatz

3.3 Arbeitssatz für ein Massenpunktsystem

3.4 Leistung und Wirkungsgrad

3.5 Konservative Kräfte und potenzielle Energie

3.6 Energieerhaltung

3.7 Methode Energieintegral

Kapitel 4 - Kinetik eines Massenpunktes: Impuls und Drehimpuls

4.1 Impulssatz

4.2 Impulssatz für ein Massenpunktsystem

4.3 Impulserhaltung für ein System aus Massenpunkten

4.4 Stoßvorgänge

4.5 Drehimpuls

4.6 Drehimpulssatz

4.7 Drallsatz für Massenpunktsysteme

*4.8 Stationäre (eindimensionale) Strömungen

4.9 Massenzu- und abfuhr

Wiederholung 1: Kinematik und Kinetik eines Massenpunktes

Kapitel 5 - Ebene Kinematik eines starren Körpers

5.1 Bewegung eines starren Körpers

5.2 Translationsbewegung

5.3 Rotation um eine feste Achse

5.4 Kinematische Zusammenhänge bei der ebenen Bewegung eines Systems mit einem Freiheitsgrad

5.5 Allgemein ebene Bewegung – Geschwindigkeit

5.6 Momentanpol

5.7 Allgemein ebene Bewegung – Beschleunigung

5.8 Relativbewegung in rotierenden Bezugssystemen

Kapitel 6 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Bewegungsgleichungen

6.1 Massenträgheitsmoment

6.2 Bewegungsgleichungen

6.3 Reine Translation

Inhaltsverzeichnis

6.4 Rotation um eine feste Achse

6.5 Allgemein ebene Bewegung

Kapitel 7 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Arbeit und Energie

7.1 Kinetische Energie

7.2 Arbeit einer Kraft

7.3 Arbeit eines Kräftepaars

7.4 Arbeitssatz

7.5 Energieerhaltungssatz

Kapitel 8 - Ebene Kinetik eines starren Körpers: Impuls und Drehimpuls

8.1 Impuls und Drehimpuls

8.2 Impuls- und Drallsatz

8.3 Impuls- und Drehimpulserhaltung

8.4 Exzentrischer Stoß

Wiederholung 2: Ebene Kinematik und Kinetik eines starren Körpers

Kapitel 9 - Räumliche Kinematik eines starren Körpers

9.1 Drehung um einen raumfesten Punkt

9.2 Zeitableitungen in ruhenden und in bewegten Bezugssystemen

9.3 Allgemein räumliche Bewegung

9.4 Relativbewegung in allgemein bewegten Bezugssystemen

Kapitel 10 - Räumliche Kinetik eines starren Körpers

10.1 Massenträgheitsmomente

10.2 Drehimpuls

10.3 Kinetische Energie

10.4 Bewegungsgleichungen

10.5 Kreiselbewegung

*10.6 Kräftefreie Kreisel

*10.7 Systeme starrer Körper

Kapitel 11 - Analytische Prinzipien

11.1 Virtuelle Verrückungen, virtuelle Geschwindigkeiten

11.2 Prinzip von d'Alembert in Lagrange'scher Fassung

11.3 Lagrange'sche Gleichungen 1. Art

11.4 Lagrange'sche Gleichungen 2. Art

Kapitel 12 - Schwingungen

12.1 Schwinger mit einem Freiheitsgrad: Erscheinungsformen

12.2 Freie ungedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems

*12.3 Energiemethoden beim Schwinger mit einem Freiheitsgrad

12.4 Freie gedämpfte Schwingungen eines 1-Freiheitsgrad-Systems

Inhaltsverzeichnis

12.5 Erzwungene Schwingungen eines ungedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems

12.6 Erzwungene Schwingungen eines gedämpften 1-Freiheitsgrad-Systems

12.7 Frequenzgangrechnung

*12.8 Analogien zum elektrischen Schwingkreis

12.9 Schwingungen eines Systems mit mehreren Freiheitsgraden

*12.10 Schwingende Kontinua

Wiederholung 3: Kreiseldynamik, Analytische Prinzipien, Schwingungslehre

Anhang A - Mathematische Ausdrücke

Anhang B - Vektorrechnung

B.1 Darstellung von Vektoren

B.2 Produkte von Vektoren

B.3 Differenziation und Integration von Vektorfunktionen

Anhang C - Lösungen ausgewählter Aufgaben

Literatur

Register

A

Abgegebene Leistung 210

Abhängige Bewegung 66

Abklingmaß 786

Absolutbeschleunigung 390

Absolute Beschleunigung 74, 377

Absolute Geschwindigkeit 74, 362

Absolutgeschwindigkeit 388

Aktivabschirmung 771

Aktiventstörung 771

Allgemein ebene Bewegung 347, 467

Allgemein räumliche Bewegung 615

Allgemein räumliche Drehungen 603

Allgemeine Lösung der homogenen Differenzialgleichung 791

Allgemeine räumliche Bewegung 36

Allgemeine Translationsbewegung 347

Allgemeine translatorische Bewegung 451

Amplitude 768

Amplitudengang 797

Amplitudenverhältnis 812

Amplitudenverteilung 819

Analogien

elektromechanisch 808

Anfangsbedingungen 775

Inhaltsverzeichnis

Anfangs-Randwert-Aufgabe 818
Aperiodischer Grenzfall 788
Apogäum 162
Arbeit 195
Arbeit einer Federkraft 197, 512
Arbeit einer konstanten Kraft 511
Arbeit einer variablen Kraft 511
Arbeit eines Gewichts 197, 511
Arbeit eines Kräftepaars 513
Arbeit eines Momentes 516
Arbeitssatz 200, 515
Arbeitssatz für Massenpunktsystem 202
a-t-Diagramm 29
Aufhängung
 kardanisch 677
Ausgang 804
Auswertung in natürlichen Koordinaten 143
Auswertung in Zylinderkoordinaten 150
Äußerer Kraftstoß 257
Axiales Massenträgheitsmoment 437, 643

B

Bahn
 krummlinig 349
Bahnkurve 20
Beschleunigung 20, 377
 absolut 74, 377
 mittlere 20
 momentan 20
 relativ 74
Beschleunigungsanteil
 normal 50
 tangential 50
Beschleunigungsgleichung 380
Bewegung
 abhängig 66
 allgemein eben 467
 allgemein räumlich 36, 615
 allgemein translatorisch 451
 geradlinig 18, 451
 geradlinig, bereichsweise definiert 28
 horizontal 44
 kräftefrei 680
 kreisförmig 378
 krummlinig 36

Inhaltsverzeichnis

vertikal 44

Bewegungsgleichung 122

Bewegungsgröße 250

Bezugspunkt 348

Bezugssystem 126

körperfest 660

nichtrotierend 660

rahmenfest 661

raumfest 361

translatorisch bewegt 72, 361

Bindung

geometrisch 684, 719

holonom 736

kinematisch 684, 719

nichtholonom 713

physikalisch 684, 719

skleronom 714

starr 720

Bindungsgleichungen 712

Binormale 51

Bogenlänge 49

Brennschluss 295

C

Charakteristische Gleichung 787, 811, 820

Coriolis-Beschleunigung 391

Cramer'sche Regel 813

D

Dämpfer

viskos 786

Dämpfung

kritisch 788

schwach 788

stark 787

überkritisch 787

unterkritisch 788

Dämpfungsgrad 786

Dekrement

logarithmisch 790

Deviationsmoment 644

Diagramm

kinematisch 363

Differenzialgleichung

partiell 818

Dissipative Einflüsse 786

Inhaltsverzeichnis

Drall 275
Drall in kartesischen Koordinaten 650
Drallsatz 551, 652, 658
Drallsatz für Massenpunktsysteme 285
Drallsatz in differenzieller Form 276, 447
Drallsatz in integraler Form 551
Drehbewegung 349
Drehimpuls 275, 649
Drehimpuls bezüglich Drehpunkt 548
Drehimpuls bezüglich Schwerpunkt 546
Drehimpuls eines starren Körpers 546
Drehimpulserhaltung 280, 559
Drehimpulserhaltungssatz 280
Drehimpulssatz 275
Drehimpulssatz in integraler Form 279
Drehstoß 564
Drehung
 allgemein räumlich 603
 endlich 603
 infinitesimal 607
 um Bezugspunkt 363
 um einen raumfesten Punkt 603
Drittes Newton'sches Gesetz 121
Durchschnittliche Geschwindigkeit 20
Dynamische Randbedingung 819

E

Ebene Kinematik starrer Körper 347
Eigendrehung 610
Eigenfrequenz 775
Eigenfunktion 821
Eigenkreisfrequenz 775
Eigenschwingung 821
Eigenschwingungsform 815
Eigenvektor 812
Eigenwerte 787, 812
Eigenwertgleichung 820
Eigenwertproblem 812
Einflüsse
 dissipative 786
Eingang 804
Eingeprägte Kräfte 125, 718
Elastisches Federpotenzial 216, 522

Inhaltsverzeichnis

Elektromechanische Analogien 808
Elementardrehungen 605
Endliche Drehungen 603
Energie
 kinetisch 652
 potenziell 215
Energieerhaltung 523
Energieerhaltungssatz 219, 522, 782
Energieintegral 224
Energieverlust 269
Erstes Newton'sches Gesetz 121
Erzwungene Schwingung 790
Euler'sche Kreiselgleichungen 661
Euler'sche Winkel 605
Euler'scher Satz 603
Exzentrischer Stoß 266, 564
Exzentrizität 159

F

Federfußpunktanregung 772
Federpotenzial
 elastisch 216, 522
Figurenachse 675
Flächengeschwindigkeit 157
Fluchtgeschwindigkeit 161
Freie gedämpfte Schwingung 786
Freie Schwingung 774
Freie ungedämpfte Schwingung 774
Freiflugbahn 159
Freiheitsgrad 733
Freikörperbild 124
Frequenz 768
Frequenzgang
 komplex 804
Frequenzgangrechnung 803
Führungsbeschleunigung 392
Führungsgeschwindigkeit 390
Führungssystem 387
Fußpunktanregung 794

G

Gegenläufige Präzession 682
Gegenphase 793
Gelenk 684

Inhaltsverzeichnis

Gelenkinematik 686
Gelenkpunkt 685
Gemeinsame Stoßnormale 564
Generalisierte Geschwindigkeit 736
Generalisierte Koordinaten 733
Generalisierte Kräfte 733
Geometrische Bindung 684, 719
Geometrische Randbedingung 819
Gerader Stoß 266
Geradlinige Bewegung 18, 451
Geradlinige Kinematik 18
Geradlinige Translationsbewegung 347
Geradlinige, bereichsweise definierte Bewegung 28
Geschwindigkeit 19, 362

- absolut 74, 362
- durchschnittlich 20
- generalisiert 736
- mittlere 19
- möglich 714
- momentan 19
- relativ 74, 362
- virtuell 714

Geschwindigkeit als Funktion des Ortes 21
Geschwindigkeit als Funktion des Weges 201, 220
Geschwindigkeitsgleichung 365
Gewicht 123
Gleichphasig 793
Gleichung

- charakteristisch 787, 811, 820
- kinematisch 22
- transzendent 820

Grafische Lösung 748
Grenzfall

- aperiodisch 788

Grundgleichung

- kinematisch 364

Grundgleichung für Massenzufuhr 296
Gyroskop 674

H

Harmonische Schwingung 768
Hauptnormale 51
Hauptschwingungen 812
Hauptträgheitsachsen 646

Inhaltsverzeichnis

Hauptträgheitsmoment 646
Himmelsmechanik 157
Hodograph 37
Holonome Bindung 736
Holonomes System 713
Homogene Lösung einer Differenzial- gleichung 791
Horizontale Bewegung 44

I

Impuls 250
Impuls eines starren Körpers 545
Impulssdiagramm 251
Impulserhaltung 559
Impulserhaltungssatz 257
Impulsgleichung 258
Impulsrelevante Kraft 257
Impulssatz 249, 551, 652
Impulssatz für ein Massenpunktsystem 256
Impulssatz in differenzieller Form 249
Impulssatz in integraler Form 249, 551
Inertialsystem 125
Infinitesimale Drehungen 607
Innere Kraft 515
Innerer Kraftstoß 258

K

Kardanische Aufhängung 677
Kartesische Koordinaten 38, 131
Kinematik 17
 geradlinig 18
Kinematik des Massenpunktes 15, 709
Kinematische Bindung 684, 719
Kinematische Gleichungen 22
Kinematische Grundgleichung 364
Kinematisches Diagramm 363
Kinematisches Diagramm für Beschleunigung 382
Kinetik 17
Kinetische Energie 652
 eines starren Körpers 507
Kinetisches Diagramm 124
Kinetisches Potenzial 737
Knotenlinie 675
Komplexer Frequenzgang 804
Kompressionskraftstoß 565

Inhaltsverzeichnis

Kompressionsphase 267
Konservative Kraft 215, 522
Konservative Systeme 782
Konstante Winkelbeschleunigung 351
Kontakzebene 266, 564
Koordinaten

- generalisiert 733
- kartesisch 38
- natürlich 49

Koordinatensystem 22, 126

- scheibenfest 622

Körperfeste Polkegel 682
Körperfestes Bezugssystem 660
Kräfte

- eingepägt 718
- generalisiert 733
- innere 515
- konservativ 215, 522

Kräfte und Momente

- potenziallose 737

Kräfte, die keine Arbeit verrichten 512
Kräftefreie Bewegung 680
Kräftefreie Kreisel 680
Krafterregung 772
Kräftesystem

- zentral 280

Kraftstoß 250
Kraftstoßdiagramm 251
Kreisel

- kräftefrei 680
- schnell 676
- symmetrisch 674

Kreiselbewegung 674
Kreisförmige Bewegung 378
Kreisförmige Umlaufbahn 161
Kreisfrequenz 768
Kritische Dämpfung 788
Krummlinige Bahn 349
Krummlinige Bewegung 36
Krümmungsmittelpunkt 49
Krümmungsradius 49

L

Lage 19, 361

Inhaltsverzeichnis

Lage als Funktion der Zeit 21
Lage des Momentanpols 370
Lageänderung 19
Lagekoordinatengleichung 357
Lagrange'sche Gleichungen 1. Art 728
Lagrange'sche Gleichungen 2. Art 733
Lagrange-Funktion 737
Lehr'sches Dämpfungsmaß 786
Leistung 210
Logarithmisches Dekrement 790
Lösung
 grafisch 748
 homogen 791
 partikulär 791
Lotlinie 675
Luftwiderstand 44

M

Masse 123
Massenabfuhr 292
Massenerhaltung 288
Massenkrafterregung 773
Massenpunkt
 Kinematik 15, 709
Massenpunktsystem 129
Massenstrom 288
Massenstrom der abgeführten Masseteilchen 293
Massenstrom der zugeführten Masseteilchen 294
Massenträgheitsmoment 437
 axial 437, 643
Massenzufuhr 293
Mathematisches Pendel 769
Mehrkörpersystem 684
Mitbewegtes Bezugssystem 387
Mittlere Beschleunigung 20
Mittlere Geschwindigkeit 19
Mittlere Impulskraft 258
Mögliche Geschwindigkeit 714
Mögliche Verschiebung 712
Momentanachse verschwindender Geschwindigkeit 370
Momentane Beschleunigung 20
Momentane Geschwindigkeit 19
Momentanpol 370

Inhaltsverzeichnis

Momentenstoß 279

N

Natürliche Koordinaten 49
Nebenbedingungen 728
Negative Arbeit 198
Newton'sche Gesetze der Bewegung 121
Newton'sches Gravitationsgesetz 122
Newton'sches Grundgesetz 124, 128
Nicht stoßrelevante Kraft 257
Nichtholonome Bindung 713
Nichtrotierendes Bezugssystem 660
Nichtzentraler Stoß 266
Normal zur Bahnkurve 49
Normalenachse 49
Normaler Beschleunigungsanteil 50
Normalkomponente der Beschleunigung 352
Nullphasenwinkel 768
Nutation 608, 674

O

Ortskurve 805
Ortsvektor 19

P

Partielle Differenzialgleichung 818
Partikuläre Lösung 791
Passivabschirmung 771
Pendel
 mathematisch 769
 physikalisch 769
Perigäum 162
Periode 768
Periodische Schwingung 767
Phasengang 797
Phasennacheilung 799
Phasenverschiebung 797
Physikalische Bindung 684, 719
Physikalisches Pendel 769
Polarkoordinaten 57
Polkegel
 körperfest 682
Position
 relativ 73
Positive Arbeit 198

Inhaltsverzeichnis

Potenzial

kinetisch 737

Potenziallose Kräfte und Momente 737

Potenzielle Energie 215

Präzession 608, 674

gegenläufig 682

regulär 682

Präzessionsdrehung 610

Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten 719

Prinzip der virtuellen Leistung 719

Prinzip der virtuellen Verrückungen 719

Prinzip von d'Alembert 128

Prinzip von d'Alembert in der Lagrange'schen Fassung 719

Prinzip von Jourdain 719

Probleme mit Rollreibung 468

R

Radiale Komponente 58

Rahmenfestes Bezugssystem 661

Randbedingung

dynamisch 819

geometrisch 819

Randbedingungen 818

Rastpolbahn 371

Raumfest 38

Raumfeste Spurkegel 682

Raumfestes Bezugssystem 361

Reguläre Präzession 682

Reibungsarbeit 203

Rein elastischer Stoß 268

Reine Translation 451

Reines Rollen ohne Gleiten 468

Relativbeschleunigung 391

Relativbewegung 72, 387

Relativbewegung in allgemein bewegten Bezugssystemen 618

Relativbewegung in rotierenden Bezugssystemen 387

Relativbewegung in translatorisch und rotatorisch bewegten Bezugssystemen 400

Relative Beschleunigung 74

Relative Geschwindigkeit 74, 362

Relative Position 73

Relativgeschwindigkeit 388

Resonanz 793, 814

Restitutionskoeffizient 267

Inhaltsverzeichnis

Restitutionskraftstoß 565
Restitutionsphase 267
Resultierende äußere Kraft 129
Resultierende innere Kraft 129
Richtungskosinus 605
Rollen mit Gleiten 468
Rotation um feste Achse 458
Rotation um raumfeste Achse 347
Rotationsenergie 509, 653
Rotationskörper
 symmetrisch 438

S

Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie 523
Schalenelement 438
Scheibenelement 438
Scheibenfestes Koordinatensystem 622
Scheinkraft 128
Schiefer Stoß 266
Schiefer Wurf 44
Schmiegebene 49
Schneller Kreisel 676
Schub 292
Schwache Dämpfung 788
Schwerepotenzial 215
Schwerpunktsatz 446, 657
Schwingende Kontinua 817
Schwingerkette 808
Schwingung
 erzwungen 790
 frei 774
 frei, gedämpft 786
 frei, ungedämpft 774
 harmonisch 768
 periodisch 767
 ungedämpft 774
Schwingungsdauer 768
Schwingungsfundament 771
Seil 66
Skleronome Bindung 714
Spin (Eigendrehung) 608, 674
Spurkegel
 raumfest 682
Starke Dämpfung 787

Inhaltsverzeichnis

Starre Bindung 720
Statik 17
Stationär 792
Stationäre Strömung 287
s-t-Diagramm 28
Steiner'scher Satz 645
Stoß 266

- exzentrisch 266
- nichtzentral 266
- zentral 266
- zentrisch 266

Stoßnormale 266

- gemeinsam 564

Stoßrelevante Kraft 257
Stoßzahl 267, 567
Symmetrischer Kreisel 674
Symmetrischer Rotationskörper 438
System

- holonom 713
- konservativ 782

Systemausgang 804
Systemeingang 804

T

Tangential zum Hodographen 40
Tangential zur Bahnkurve 36
Tangentiale Komponente 58
Tangentiale Komponente der Beschleunigung 352
Tangentialebene 729
Tangentialer Beschleunigungsanteil 50
Tilgung 814
Trägheitskräfte 128, 718
Trägheitstensor 645
Transient 792
Translation

- rein 451

Translationsbewegung 347

- allgemein 347
- geradlinig 347

Translationsenergie 509, 653
Translatorisch bewegtes Bezugssystem 72, 361
Transzendente Gleichung 820
Trennen der Veränderlichen 224

U

Inhaltsverzeichnis

Überkritische Dämpfung 787
Umlaufender Zeiger 803
Undehnbar 66
Ungedämpfte Schwingung 774
Unterkritische Dämpfung 788

V

Verallgemeinertes Prinzip der virtuellen Arbeit 719
Vergrößerungsfaktor 793
Vergrößerungsfunktion 797
Verrückung
 virtuell 711
Verschiebung 19, 361
 möglich 712
 virtuell 713
Vertikale Bewegung 44
Verzögerung 20
Virtuelle Geschwindigkeit 714
Virtuelle Verrückung 711
Virtuelle Verschiebung 713
Viskoser Dämpfer 786
Vollplastischer Stoß 268, 269
Volumenstrom 288
v-t-Diagramm 28

W

Wärme 203
Wechselenergie 653
Winkeländerung 349
Winkelbeschleunigung 58, 350, 608
 konstant 351
Winkelgeschwindigkeit 58, 350, 607
Winkellage 349
Winkelverzögerung 350
Wirkungsgrad 210
Wurf
 schief 44

Z

Zeiger
 umlaufend 803
Zeit 21
Zeitableitungen in ruhenden und in bewegten Bezugssystemen 610
Zeitliche Änderung der Geschwindigkeit 50
Zeitliche Änderung der Geschwindigkeitsrichtung 50

Inhaltsverzeichnis

Zentralbewegung	157
Zentraler Stoß	266
Zentrales Kräftesystem	280
Zentralkräfte	157
Zentrischer Stoß	266
Zugeführte Leistung	210
Zusammenhang der Lagekoordinaten	67
Zusammenhänge auf Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene	67
Zwangsbedingungen	712
Zwangskräfte	125, 718
Zweites Newton'sches Gesetz	121
Zweites Newton'sches Grundgesetz	122
Zylinderkoordinaten	57

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.

Copyright

Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: info@pearson.de

Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

<http://ebooks.pearson.de>