



Russell C. Hibbeler

Technische Mechanik 3 Dynamik

12., aktualisierte Auflage

Technische Mechanik 3
Dynamik
12., aktualisierte Auflage

Technische Mechanik 3 Dynamik

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 Newtonsche Gesetze der Bewegung 121

2.2 Newtonsches 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

Inhaltsverzeichnis

- 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
- 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

Inhaltsverzeichnis

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

Kapitel 11 - Analytische Prinzipien 709

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

Kapitel 12 - Schwingungen 765

Inhaltsverzeichnis

- 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,
Schwungslehre 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

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 2 - Kinetik eines Massenpunktes: Bewegungsgleichung

- 2.1 Newtonsche Gesetze der Bewegung
- 2.2 Newtonsches Grundgesetz
- 2.3 Prinzip von d'Alembert
- 2.4 Massenpunktsystem
- 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

Inhaltsverzeichnis

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
- 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

Inhaltsverzeichnis

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 Lagrangescher Fassung

11.3 Lagrangesche Gleichungen 1. Art

11.4 Lagrangesche 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

Inhaltsverzeichnis

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
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

Inhaltsverzeichnis

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

 vertikal 44

Bewegungsgleichung 122

Bewegungsgröße 250

Bezugspunkt 348

Bezugssystem 126

 körperfest 660

Inhaltsverzeichnis

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

Cramersche Regel 813

D

Dämpfer

viskos 786

Dämpfung

kritisch 788
schwach 788
stark 787
überkritisch 787
unterkritisch 788

Dämpfungsgrad 786

Dekrement

logarithmisch 790

Deviationsmoment 644

Inhaltsverzeichnis

Diagramm

kinematisch 363

Differenzialgleichung

partiell 818

Dissipative Einflüsse 786

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 Newtonsches Gesetz 121

Durchschnittliche Geschwindigkeit 20

Dynamische Randbedingung 819

E

Ebene Kinematik starrer Körper 347

Inhaltsverzeichnis

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
Elektromechanische Analogien	808
Elementardrehungen	605
Endliche Drehungen	603
Energie	
kinetisch	652
potenziell	215
Energieerhaltung	523
Energieerhaltungssatz	219, 522, 782
Energieintegral	224
Energieverlust	269
Erstes Newtonsches Gesetz	121
Erzwungene Schwingung	790
Eulersche Kreiselgleichungen	661
Eulersche Winkel	605
Eulerscher Satz	603
Exzentrischer Stoß	266, 564

Inhaltsverzeichnis

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

Gelenkinematik 686

Gelenkpunkt 685

Gemeinsame Stoßnormale 564

Generalisierte Geschwindigkeit 736

Generalisierte Koordinaten 733

Inhaltsverzeichnis

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

Inhaltsverzeichnis

H

Harmonische Schwingung 768
Hauptnormale 51
Hauptschwingungen 812
Hauptträgheitsachsen 646
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
Impulsdiagramm 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

Inhaltsverzeichnis

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
Kompressionsphase	267
Konservative Kraft	215, 522
Konservative Systeme	782
Konstante Winkelbeschleunigung	351
Kontaktebene	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

Inhaltsverzeichnis

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

Lage als Funktion der Zeit 21

Lage des Momentanpols 370

Lageänderung 19

Lagekoordinatengleichung 357

Lagrangesche Gleichungen 1. Art 728

Inhaltsverzeichnis

Lagrangesche Gleichungen 2. Art 733

Lagrange-Funktion 737

Lehrsches 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

Inhaltsverzeichnis

Mögliche Geschwindigkeit 714
Mögliche Verschiebung 712
Momentanachse verschwindender Geschwindigkeit 370
Momentane Beschleunigung 20
Momentane Geschwindigkeit 19
Momentanpol 370
Momentenstoß 279

N

Natürliche Koordinaten 49
Nebenbedingungen 728
Negative Arbeit 198
Newtonsche Gesetze der Bewegung 121
Newtonsches Gravitationsgesetz 122
Newtonsches 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

Inhaltsverzeichnis

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

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 Lagrangeschen Fassung 719

Prinzip von Jourdain 719

Probleme mit Rollreibung 468

Inhaltsverzeichnis

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
- Restitutionskraftstoß 565
- Restitutionsphase 267
- Resultierende äußere Kraft 129
- Resultierende innere Kraft 129

Inhaltsverzeichnis

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
Schmiegeebene 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

Inhaltsverzeichnis

Schwingungsfundament	771
Seil	66
Skleronome Bindung	714
Spin (Eigendrehung)	608, 674
Spurkegel	
raumfest	682
Starke Dämpfung	787
Starre Bindung	720
Statik	17
Stationär	792
Stationäre Strömung	287
s-t-Diagramm	28
Steinerscher 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

Inhaltsverzeichnis

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

Zentralbewegung 157

Zentraler Stoß 266

Inhaltsverzeichnis

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 Newtonsches Gesetz 121

Zweites Newtonsches 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>