

Inhaltsverzeichnis

0 Einleitung	1
1 Kinematik der geradlinigen Bewegung eines Punktes	1
1.1 Grundbegriffe und Formeln	1
1.1.1 Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung	1
1.1.2 Kinematische Diagramme	2
1.1.3 Geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit (gleichförmige Bewegung)	2
1.1.4 Geradlinige Bewegung mit konstanter Beschleunigung (gleichmäßig beschleunigte Bewegung oder gleichmäßig verzögerte Bewegung)	3
1.1.5 Ungleichförmig beschleunigte Bewegung	3
1.2 Aufgaben mit Lösungen	5
Aufgabe 1.1 Freier Fall	5
Aufgabe 1.2 Bewegung von Zug und Kraftfahrzeug	6
Aufgabe 1.3 Geradlinige Bewegung eines Fahrzeugs	7
Aufgabe 1.4 Auffahrungsfall zweier Fahrzeuge	9
Aufgabe 1.5 Zwei sich begegnende Körper auf parallelen Strecken	11
Aufgabe 1.6 Punktmasse über Seil an Gleitstein gekoppelt	13
Aufgabe 1.7 Parallelprojektion einer Kreisbewegung	16
1.3 Fragen und Antworten	19
2 Kinematik der krummlinigen Bewegung eines Punktes	21
2.1 Grundbegriffe und Formeln	21
2.1.1 Ebene Bewegung in einem rechtwinkligen Koordinatensystem	21
2.1.2 Ebene Bewegung in natürlichen Koordinaten; Tangential- und Normalbeschleunigung	22
2.1.3 Bewegung auf kreisförmiger Bahn; Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung, gleichförmige Kreisbewegung, gleichmäßig beschleunigte Kreisbewegung	24
2.1.4 Beschreibung der Bewegung in Polarkoordinaten	26
2.1.5 Räumliche Punktbewegung	26
2.2 Aufgaben mit Lösungen	28
Aufgabe 2.1 Ebene Punktbewegung in Parameterdarstellung	28
Aufgabe 2.2 Bewegung des Schnittpunktes zweier Geraden	29

Aufgabe 2.3 Räumliche Bahnkurve	30
Aufgabe 2.4 Rollendes Rad auf horizontaler Unterlage	32
Aufgabe 2.5 Punktbewegung auf ebener Kurve	35
Aufgabe 2.6 Ziehen eines Bootes über einen Kanal	36
Aufgabe 2.7 Kreisbewegung eines Punktes auf rotierender Scheibe	38
Aufgabe 2.8 Kreisbewegung eines Punktes	39
Aufgabe 2.9 Kreisförmige Kurvenfahrt eines Zuges	40
Aufgabe 2.10 Entgegengesetzte Punktbewegungen auf einer Kreisbahn	42
Aufgabe 2.11 Bremsscheibe	44
Aufgabe 2.12 Schwungscheibe	45
Aufgabe 2.13 Rotierende Schleifenschwinge	46
Aufgabe 2.14 Roboter	47
2.3 Fragen und Antworten	48
3 Kinematik des starren Körpers	51
3.1 Grundbegriffe und Formeln	51
3.1.1 Translation und Rotation sowie Winkelgeschwindigkeit des starren Körpers	51
3.1.2 Ebene Bewegung des starren Körpers (mit Hinweisen auf die Bewegung im Raum), Momentanpol, Geschwindigkeit und Beschleunigung	52
3.2 Aufgaben mit Lösungen	56
Aufgabe 3.1 Rechtwinkliger Kreuzschieber	56
Aufgabe 3.2 Dreieckscheibe	58
Aufgabe 3.3 Beschleunigte rollende Kreisscheibe	59
Aufgabe 3.4 Kette einer Planierraupe	61
3.3 Fragen und Antworten	64
4 Kinetik des Massenpunktes und der Massenpunktsysteme	67
4.1 Grundbegriffe und Formeln	67
4.1.1 Dynamisches Grundgesetz (Massenpunkt)	67
4.1.2 Prinzip von d'ALEMBERT (Massenpunkt)	68
4.1.3 Impulssatz (Massenpunkt)	69
4.1.4 Arbeit, Energie, Leistung (Massenpunkt)	70
4.1.5 Energiesatz und Arbeitssatz (Massenpunkt)	72
4.1.6 Schwerpunktsatz, Impulssatz, Drallsatz beim Massenpunktsystem	73
4.2 Aufgaben mit Lösungen	76
Aufgabe 4.1 Anschließen eines Autos	76
Aufgabe 4.2 Antriebskraft einer Straßenbahn	76
Aufgabe 4.3 Ebene Massenpunktbewegung in Parameterdarstellung	77
Aufgabe 4.4 Beschleunigte Bewegung und schiefen Ebene	79

Aufgabe 4.5 Drei miteinander verbundene Massen	80
Aufgabe 4.6 Bremsung eines Krans	82
Aufgabe 4.7 Fall eines Transportguts	83
Aufgabe 4.8 Massenpunkt an kreisförmiger Wand	85
Aufgabe 4.9 Massenpunkt auf rauer Unterlage	87
Aufgabe 4.10 Sprung aus einem fahrenden Boot	88
Aufgabe 4.11 Arbeit eines Gepäckträgers	89
Aufgabe 4.12 Aufprall eines beladenen Wagens	89
Aufgabe 4.13 Reibscheibenkopplung	90
Aufgabe 4.14 Abbremsung auf rauer Unterlage	91
Aufgabe 4.15 Bewegung auf rauer schiefer Ebene	92
Aufgabe 4.16 Reibungsfreie horizontale Bewegung eines Massenpunktes	93
4.3 Fragen und Antworten	94
5 Kinetik starrer Körper	97
5.1 Grundbegriffe und Formeln	97
5.1.1 Translation	97
5.1.2 Rotation um eine feste Achse	97
5.1.3 Massenträgheitsmomente	99
5.1.4 Auswuchten von Rotoren	106
5.1.5 Ebene Bewegung des starren Körpers	107
5.1.5.1 Schwerpunktsatz, Drallsatz	107
5.1.5.2 Prinzip von D'ALEMBERT	108
5.1.5.3 Energiesatz und Arbeitssatz	109
5.1.6 Räumliche Bewegung starrer Körper	110
5.1.6.1 Schwerpunktsatz, Drallsatz	110
5.2 Aufgaben mit Lösungen	112
Aufgabe 5.1 Rotierender L-förmig gebogener Körper	112
Aufgabe 5.2 Massenträgheitsmoment von Kreisringsegment mit konstanter Dicke	113
Aufgabe 5.3 Massenträgheitsmoment einer homogenen Kugel	114
Aufgabe 5.4 Auswuchten eines starren Rotors	115
Aufgabe 5.5 Gekoppelte Körper auf schiefer Ebene	119
Aufgabe 5.6 Rollende Walze	121
Aufgabe 5.7 Fördersystem aus Rollen und Seil	124
Aufgabe 5.8 Schweres Seil auf Windentrommel	127
Aufgabe 5.9 System aus zwei Körpern und einer Rolle	128
Aufgabe 5.10 Drehbarer Stab	129
5.3 Fragen und Antworten	131

6 Schwingungen	133
6.1 Grundbegriffe und Formeln	133
6.1.1 Freie ungedämpfte Schwingungen	137
6.1.2 Federn und Federnschaltungen	140
6.1.3 Freie gedämpfte Schwingungen	141
6.1.3.1 Das logarithmische Dekrement (Dämpfungsdecrement)	143
6.1.4 Erzwungene Schwingungen	144
6.1.4.1 Krafterregung oder Erregung über eine Feder (Federkrafterregung)	144
6.1.4.2 Unwuchterregung	147
6.2 Aufgaben mit Lösungen	149
Aufgabe 6.1 Taktmesser (Metronom)	149
Aufgabe 6.2 Rollschwinger	149
Aufgabe 6.3 Schwingungssystem aus Kreisscheibe und Feder	150
Aufgabe 6.4 Scheibe mit Feder	151
Aufgabe 6.5 Dünner Stab mit Feder	153
Aufgabe 6.6 Schwingende Kreisscheibe	154
Aufgabe 6.7 Masse mit Balken und Stäben	156
Aufgabe 6.8 Feder-Masse-Dämpfer-System	158
Aufgabe 6.9 Ausschwingversuch	159
Aufgabe 6.10 Federkrafterregtes System	160
Aufgabe 6.11 Harmonisch erregtes Federende	161
Aufgabe 6.12 Schwinger mit Erregerkraft	163
Aufgabe 6.13 Unwuchterregte Maschine	165
6.3 Fragen und Antworten	167
7 Stoßvorgänge	169
7.1 Grundbegriffe und Formeln	169
7.2 Aufgaben mit Lösungen	173
Aufgabe 7.1 Stoß auf horizontaler Unterlage	173
Aufgabe 7.2 Stoß auf schiefer Ebene	174
Aufgabe 7.3 Stoß gegen drehbar gelagerten Körper	176
Aufgabe 7.4 Stoß zwischen Pendel und drehbarem Stab	178
7.3 Fragen und Antworten	180
8 Relativbewegung	181
8.1 Grundbegriffe und Formeln	181

8.2 Aufgaben mit Lösungen	185
Aufgabe 8.1 Mit dem Boot über einen Fluss	185
Aufgabe 8.2 Gleitstein in radialer Führung einer rotierenden Scheibe	186
Aufgabe 8.3 Kreisbewegung eines Punktes auf rotierender Scheibe	188
Aufgabe 8.4 Radiale Punktbewegung auf einem drehbaren Stab	190
Aufgabe 8.5 Fliehkraftpendel	191
8.3 Fragen und Antworten	193

Leitlinien zum Lösen von Aufgaben aus Kinematik und Kinetik

194

Anhang: Zusammenstellung der Formeln (Formelsammlung)

196

A1 Kinematik der geradlinigen Bewegung eines Punktes	196
A2 Kinematik der krummlinigen Bewegung eines Punktes	197
A3 Kinematik des starren Körpers	203
A4 Kinetik des Massenpunktes und der Massenpunktsysteme	205
A5 Kinetik starrer Körper	211
A6 Schwingungen	218
A7 Stoßvorgänge	222
A8 Relativbewegung	224

Das griechische Alphabet	227
Vorsätze und Vorsatzzeichen für dezimale Teile und Vielfache von Einheiten	227
Einheitennamen und Einheitenzeichen	228
Einige Formeln aus der Mathematik	229

Einige Grundlagen und Formeln aus der Statik 230

S1 Kräfte, Lagerungen, Freimachen, Axiome, Schnittprinzip	230
S2 Zentrales Kräftesystem	235
S3 Allgemeines Kräftesystem	238
S4 Ebenes Fachwerk	241
S5 Schnittgrößen am Balken	243
S6 Schwerpunkt	245
S7 Haftung und Reibung	249
S8 Biegeschlaffes Seil	250

Einige Grundbegriffe und Formeln der Festigkeitslehre	253
F1 Einheiten; Spannungen	253
F2 Verformungen	254
F3 Zusammenhang zwischen Spannungen und Verformungen	255
F4 Zug und Druck in Stäben	255
F5 Flächenträgheitsmomente; Lage der Hauptachsen; Widerstandsmomente	257
F6 Biegung	262
F7 Torsion	265
F8 Lage der Schubmittelpunkte von dünnwandigen Profilen	269
F9 Querkraftschub	270
F10 Knickung	270
F11 Dünnwandige Behälter (Membranschalen) unter Innendruck	273
F12 Festigkeitshypothesen, Vergleichsspannung	274
F13 Zugfestigkeit R_m , Streckgrenze $R_{p0,2}$ und Bruchdehnung A_5 einiger Werkstoffe	275
F14 Zulässige Spannungen für Kran-Stahltragwerke	275
F15 Ausgewählte Werkstoffkennwerte	276
F16 Anwendung des Energieprinzips bei Biegebeanspruchung (CASTIGLIANO, MOHR-sches Arbeitsintegral, Kraftgrößenverfahren)	277
Literatur	282
Sachwortverzeichnis	283