

Inhoudsopgave

Voorwoord	v
Lijst van tabellen	xv
Lijst van symbolen	xvii
Deel I Vectorrekening	1
1 Vectoren, bewerkingen, en vectorvergelijkingen	3
1.1 Coördinatenstelsels	3
1.2 Vectoren	5
1.2.1 Grootte van een vector	5
1.2.2 Eenheidsvector	5
1.2.3 Richtingscosinussen	6
1.2.4 Representatie van een vector in verschillende assenstelsels	7
1.3 Bewerkingen met vectoren	9
1.3.1 Vectorsom	9
1.3.2 Vermenigvuldiging	10
1.3.3 Vectorvergelijkingen	14
1.4 Vectorfuncties	15
1.5 Overzicht van vectorgrootheden in dit handboek	16
1.6 Uitgewerkte opgaves vectorrekening	16
1.6.1 Vectorbewerkingen	16
1.6.2 Vectorproducten	18

2	Vectoren voor meetkundige analyse	19
2.1	Notatie	19
2.2	De vectoriële ketting	19
2.3	Driehoeksmetkunde	22
2.4	Concrete uitwerking	23
2.4.1	Vectoriële ketting	23
2.4.2	Driehoeksmetkunde	23
Deel II	Statica	25
3	Statica van enkelvoudige lichamen	27
3.1	Overzicht van krachten	27
3.1.1	Niet-contactkrachten in de statica	28
3.1.2	Contactkrachten	30
3.1.3	Elastische krachten – veerkracht	37
3.1.4	Indeling van krachten	38
3.2	Krachtenevenwicht van een punt	38
3.2.1	Twee krachten	39
3.2.2	Drie niet-colineaire krachten	40
3.2.3	Vier niet-coplaire krachten	42
3.2.4	Meer dan vier krachten	42
3.3	Vrijmaken – vrijlichaamsdiagram	42
3.4	Krachtenevenwicht van een lichaam	45
3.4.1	Aangrijpingspunt van een kracht	45
3.4.2	Gewicht en zwaartepunt van een lichaam	46
3.4.3	Krachtenevenwicht van een lichaam	47
3.5	Momenten	47
3.5.1	Het moment van een kracht rond een punt	48
3.5.2	Het moment van een kracht rond een as	50
3.5.3	Zuivere momenten of koppels van krachten	51
3.5.4	Resultante van momenten	53
3.5.5	Equivalentie tussen situaties met kracht en moment	55
3.5.6	Inklemmingsmoment	55
3.5.7	Definitie van het zwaartepunt van een lichaam	56
3.6	Globale evenwichtsvergelijkingen	59
3.6.1	Momentenevenwicht	59
3.6.2	Globaal evenwicht	60
3.6.3	Bepaling van reactiekrachten in een statisch bepaald systeem	62
3.7	Voorbeelden	63
3.7.1	Vier niet-coplaire krachten	63

3.7.2	Een last aan een kraanhaak	65
3.7.3	Een luifel met sneeuwlast	67
3.7.4	Een man staat op een ladder	70
3.7.5	Een blok ligt op een hellend vlak	74
4	Statica van samengestelde lichamen	79
4.1	Inwendige krachten	80
4.1.1	Algemene definitie van een doorsnijding en inwendige krachten	80
4.1.2	Voorbeeld	83
4.1.3	Ontbinding van de snedekrachten in componenten	85
4.1.4	Gebruik van snedekrachten	87
4.1.5	Teken van snedekrachten	87
4.1.6	Voorbeeld: driepuntsbuiging	88
4.1.7	Voorbeeld: vierpuntsbuiging	90
4.2	Algemene stavenconstructies	92
4.2.1	Algemene procedure	93
4.2.2	Voorbeeld	94
4.3	Vakwerken	99
4.3.1	Evenwichtsvergelijkingen van onderdelen van het vakwerk	99
4.3.2	Voorwaarden voor statische bepaaldheid	101
4.3.3	Algemene procedure	101
4.3.4	Voorbeeld van een vlak vakwerk	102
5	Geïntegreerde opgaven bij het deel Statica	107
5.1	Een antennemast	107
5.2	Een basculebrug	108
5.3	Een beladen trein op een brug	110
Deel III	Kinematica	113
6	Kinematica van een punt	115
6.1	Basisbegrippen van translatiebeweging	115
6.1.1	Positie	115
6.1.2	Snelheid	117
6.1.3	Versnelling	120
6.2	Relatieve snelheid	125
6.3	Voorbeelden	126
6.3.1	Een eenparig versnelde lineaire beweging	126
6.3.2	Een vlakke beweging met constante versnelling – de valparabool	128
6.3.3	Een cirkelbeweging met constante grootte van de snelheid	132

6.3.4	Een slingerbeweging	134
6.3.5	Een vliegtuig landt met zijwind	137
7	Kinematica van een lichaam	139
7.1	Basisbegrippen van rotatiebeweging	139
7.1.1	Stand – oriëntatie	139
7.1.2	Rotatie	140
7.1.3	Hoeksnelheid	144
7.1.4	Hoekversnelling	145
7.2	Samengestelde beweging	146
7.2.1	Ontbinding van een vlakke beweging in een translatie en een rotatie	146
7.2.2	Voorbeelden van samengestelde beweging	147
7.2.3	Snelheidscomponenten in een samengestelde beweging	149
7.2.4	Praktijkregels bij samengestelde beweging	151
7.3	Voorbeelden	153
7.3.1	Een rolbeweging	153
7.3.2	Kubus duwt tegen zware plaat	155
7.3.3	Een kruk-drijfstaangmechanisme	158
7.3.4	Het wiel van een spoorrijtuig rolt over een spoor	165
8	Geïntegreerde opgaven bij het deel Kinematica	171
8.1	Een windturbine	171
8.2	Een sproeier voor een gazon	173
8.3	Een vrijworp in het basketbal	175
Deel IV	Dynamica	177
9	Dynamica van een puntmassa	179
9.1	Postulaten van Newton	179
9.1.1	Wrijvingskrachten	181
9.1.2	Vrijmaken	182
9.1.3	Newtonpostulaten en de natuurlijke ontbinding van de versnelling	182
9.2	Impulswet	185
9.2.1	Definities	185
9.2.2	Ogenblikkelijke vorm	186
9.2.3	Geïntegreerde vorm	186
9.2.4	Behoud van impuls	187
9.3	Energiewet	187
9.3.1	Definities	188
9.3.2	Ogenblikkelijke vorm	189

9.3.3	Geïntegreerde vorm	190
9.3.4	Behoud van energie	191
9.3.5	Potentiaalkrachten	191
9.3.6	Voorbeelden van potentiaalkrachten	192
9.3.7	Energiewet met potentiaalkrachten	194
9.3.8	Conservatieve krachten op een puntmassa	195
9.3.9	Toepassingsvoorbeelden	195
9.4	Vermogen	197
9.5	Voorbeelden	198
9.5.1	Een blok op een vallend platform	198
9.5.2	Een container hangt aan een loopkat	199
9.5.3	Een massa aan een ronddraaiende veer	200
9.5.4	Een massa wordt rondgeslingerd in een verticaal vlak	201
9.5.5	Het tweede postulaat van Newton als differentiaalvergelijking	202
9.5.6	Afremmen van een auto	204
9.5.7	Arbeid nodig voor het uitrekken van een veer	206
9.5.8	Een puntmassa schuift langs een helling naar beneden	207
9.5.9	Snelheid van een puntmassa die hangt aan een veer	208
9.5.10	Een puntmassa beweegt langs een ruimtelijke kromme	209
9.6	Uitbreiding naar systemen van puntmassa's of samengestelde lichamen	210
9.6.1	Definitie	210
9.6.2	Postulaten van Newton	211
9.6.3	Impulswet	213
9.6.4	Behoud van impuls	215
9.6.5	Energiewet	215
9.6.6	Vermogen	218
9.6.7	Voorbeeld	218
9.7	Samenvattend schema	220
9.8	Voorbeelden	220
9.8.1	Een doos ligt op een versnellende slede	220
9.8.2	Een bal botst tegen een kubus	223
9.8.3	Een schaatser op een glijbaan	226
10	Dynamica van een star lichaam in een vlakke beweging	229
10.1	Definities	229
10.2	Bewegingsvergelijking	230
10.2.1	Massacentrum	230
10.2.2	Tweede postulaat van Newton: bewegingsvergelijking	231

10.2.3	Dynamische bewegingsvergelijking voor een rotatie rond een vaste as	232
10.2.4	Dynamische bewegingsvergelijking voor een rotatie rond een as door het massacentrum	235
10.2.5	Samenvatting van de bewegingsvergelijkingen	237
10.3	Stelling van Steiner	238
10.4	Impulswet en impulsmomentwet	239
10.5	Energiewet	240
10.5.1	Arbeid geleverd door zuivere momenten	240
10.5.2	Arbeid geleverd door verbindingskrachten	240
10.5.3	Potentiële energie	241
10.5.4	Kinetische energie	242
10.6	Vermogen	245
10.7	Voorbeelden	245
10.7.1	StAAF die scharnierend verbonden is met de omgeving aan één uiteinde valt over een hoek van 90°	245
10.7.2	Cilinder rolt langs helling naar beneden	247
11	Geïntegreerde opgaven bij het deel Dynamica	251
11.1	Een auto versnelt op een helling	251
11.2	Een kind zit op een schommel	252
Deel V	Virtuele arbeid	255
12	Virtuele arbeid	257
12.1	Het principe van virtuele arbeid in virtuele verplaatsingen	258
12.1.1	Evenwicht van een star lichaam	258
12.1.2	Virtuele verplaatsingen	258
12.1.3	Virtuele arbeid	259
12.2	Stelling van virtuele arbeid voor enkelvoudige lichamen	259
12.2.1	Opmerking met betrekking tot verplaatsingsrandvoorwaarden	260
12.2.2	Opmerking met betrekking tot het aantal componenten in de virtuele verplaatsing	261
12.3	Stelling van virtuele arbeid voor samengestelde systemen	261
12.4	Voorbeelden	262
12.4.1	Een takel	263
12.4.2	Een balk op twee steunpunten	264
12.4.3	Een balk is opgehangen aan een wand met een stang en met een wrijvingscontact	270
12.4.4	Evenwicht van een stangenmechanisme met vier stangen	274

12.4.5	Evenwicht van een stangenmechanisme, Voorbeeld 2 . . .	277
12.4.6	Een enkele slinger	278
12.4.7	Een dubbele slinger	280
13	Geïntegreerde opgaven bij het deel Virtuele arbeid	283
13.1	Een ophaalbrug	283
13.2	Een fietser rijdt een helling op	286
Deel VI	Bijlagen	287
A	Vectorfuncties	289
A.1	Afgeleiden	290
A.1.1	Afgeleiden naar de tijd	290
A.1.2	Afgeleiden naar de ruimtelijke coördinaten	291
A.2	Integralen	291
A.2.1	Integralen over de tijd	292
A.2.2	Integralen over de ruimte	292
A.2.3	Lijnintegralen	293
B	Oplossingen van de geïntegreerde opgaven	295
B.1	Oplossingen bij het deel Statica	295
B.1.1	Een antennemast	295
B.1.2	Een basculebrug	299
B.1.3	Een beladen trein op een brug	303
B.2	Oplossingen bij het deel Kinematica	308
B.2.1	Een windturbine	308
B.2.2	Een sproeier voor een gazon	312
B.2.3	Een vrijworp in het basketbal	316
B.3	Oplossingen bij het deel Dynamica	320
B.3.1	Een auto versnelt op een helling	320
B.3.2	Een kind zit op een schommel	324
B.4	Oplossingen bij het deel Virtuele arbeid	328
B.4.1	Een ophaalbrug	328
B.4.2	Een fietser rijdt een helling op	333