

OBSAH

	<i>Značky a symboly</i>	5
	<i>Predhovor</i>	11
1	<i>Úvod</i>	13
1.1	Predmet a metódy mechaniky	13
1.2	Základné pojmy	13
1.2.1	Priestor	14
1.2.2	Čas	15
1.2.3	Hmotnosť	15
1.2.4	Sila	16
1.3	Newtonove zákony	17
1.4	Mechanické veličiny	17
1.5	Systémové zatriedenie predmetu	19
1.6	Vývoj mechaniky	20
2	<i>Úvod do statiky. Rovinná sústava síl</i>	23
2.1	Silové sústavy. Princípy a axiómy statiky	23
2.1.1	Ekvivalencia a rovnováha síl	23
2.1.2	Princípy a axiómy statiky	25
2.1.2.1	Princíp superpozície	25
2.1.2.2	Princíp úmernosti	26
2.1.2.3	Axiómy statiky	26
2.2	Sily pôsobiace v tom istom lúči	27
2.3	Dve rôznobežné sily pôsobiace v tom istom bode	28
2.3.1	Určenie výslednice	28
2.3.2	Podmienky rovnováhy	30
2.3.3	Rozklad sily	31
2.4	Sústava síl pôsobiaca v spoločnom bode	31
2.4.1	Určenie výslednice	31
2.4.2	Podmienky rovnováhy	34
2.4.3	Rozklad sily	35
2.5	Statický moment sily	35
2.6	Momentová (Varignonova) veta	37
2.7	Dvojica síl v rovine	38
2.7.1	Vlastnosti dvojice síl	40
2.7.2	Skladanie dvojíc síl v rovine	41
2.8	Sila a dvojica síl v rovine. Redukcia sily k bodu	42
2.9	Všeobecná rovinná sústava síl	43
2.9.1	Určenie výslednice	43
2.9.2	Podmienky rovnováhy	46
2.9.3	Rozklad sily na tri zložky	47

2.9.4	Výslednicová čiara. Grafické určenie výslednice.	49
2.10	Podmienky ekvivalencie a rovnováhy dvoch silových sústav	52
2.11	Statický stred sústavy rovnobežných síl	53
	<i>Priklady</i>	53
3	<i>Priestorová sústava síl</i>	60
3.1	Sústava síl pôsobiaca v spoločnom bode v priestore	60
3.1.1	Stanovenie výslednice	61
3.1.2	Podmienky rovnováhy a ekvivalencie	64
3.1.3	Rozklad sily	66
3.2	Statický moment sily	67
3.2.1	Statický moment sily k bodu	67
3.2.2	Statický moment sily k osi	70
3.2.3	Statický moment sily k súradnicovým osiam a ich začiatku	73
3.3	Dvojica síl v priestore	75
3.3.1	Moment dvojice síl k bodu	75
3.3.2	Moment dvojice síl k osi	76
3.3.3	Vlastnosti dvojice síl	77
3.3.4	Sústava dvojíc síl v priestore	78
3.4	Dvojica síl a sila v priestore	82
3.5	Redukcia sústavy síl k bodu	84
3.6	Všeobecná priestorová sústava síl	92
3.6.1	Určenie výslednice	93
3.6.2	Podmienky rovnováhy	94
3.6.3	Rozklad sily do šiestich mimobežných smerov	96
3.7	Transformačné vzťahy silových vektorov	98
3.7.1	Translácia súradnicovej sústavy	100
3.7.2	Rotácia súradnicovej sústavy	101
3.7.3	Všeobecné premiestnenie súradnicovej sústavy	103
3.8	Sústava rovnobežných síl v priestore	104
3.8.1	Určenie výslednice	104
3.8.2	Podmienky rovnováhy	106
3.8.3	Rozklad sily	107
3.8.4	Statický stred sústavy rovnobežných síl	108
	<i>Priklady</i>	108
4	<i>Ťažisko. Kvadratické momenty. Momenty zotrvačnosti a deviačné momenty</i>	116
4.1	Ťažisko	116
4.1.1	Ťažisko rovinných čiar	116
4.1.2	Ťažisko rovinných plôch	117
4.1.3	Ťažisko priestorových čiar	120
4.1.4	Ťažisko priestorovej plochy	120
4.1.5	Ťažisko telies	121
	<i>Priklady</i>	122
4.2	Kvadratické momenty rovinných obrazcov	128
4.2.1	Definícia kvadratických momentov	128
4.2.2	Kvadratické momenty k rovnobežným osiam — Steinerova veta	130
4.2.3	Kvadratické momenty k pootočeným osiam	131
4.2.4	Extrémy kvadratických momentov	133
4.2.5	Elipsa zotrvačnosti	137
	<i>Priklady</i>	141
4.3	Momenty zotrvačnosti hmotného bodu, tuhej dosky a tuhého telesa	146

4.3.1	Momenty zotrvačnosti hmotných bodov	146
4.3.2	Momenty zotrvačnosti tuhých telies	147
4.3.3	Tenzor zotrvačnosti	150
4.3.4	Momenty zotrvačnosti k rovnobežným osiam	152
4.3.5	Momenty zotrvačnosti k pootočeným osiam	154
4.3.6	Elipsoid zotrvačnosti	155
4.3.7	Hlavné momenty zotrvačnosti	156
4.3.8	Momenty zotrvačnosti tuhej dosky	158
	<i>Priklady</i>	159
5	<i>Statika hmotného bodu</i>	162
5.1	Stupne voľnosti hmotného bodu	162
5.1.1	Voľný hmotný bod v priestore	162
5.1.2	Voľný hmotný bod v rovine	162
5.1.3	Voľný hmotný bod na krivke	163
5.2	Väzby hmotného bodu	163
5.2.1	Kyvny prút	163
5.2.2	Väzba na hladkú plochu	164
5.2.3	Väzba na hladkú krivku	165
5.2.4	Guľový kĺb	167
5.3	Určenie reakcií	167
5.4	Statická a kinematická určitosť	168
	<i>Priklady</i>	169
6	<i>Statika tuhej dosky a zložených rovinných sústav</i>	172
6.1	Statika tuhej dosky v rovine	172
6.1.1	Stupne voľnosti tuhej dosky	172
6.1.2	Väzby tuhej dosky	173
6.1.2.1	Kyvny prút	173
6.1.2.2	Väzba na hladkú rovinnú krivku	173
6.1.2.3	Pevný kĺb	174
6.1.2.4	Dokonalé votknutie	175
6.1.3	Podopretie dosky a určenie reakcií	175
6.1.4	Statická a kinematická určitosť	177
6.2	Statika zloženej rovinatej sústavy	178
6.2.1	Stupne voľnosti a väzby zloženej sústavy	178
6.2.2	Stupne voľnosti voľnej zloženej rovinatej sústavy	179
6.2.2.1	Sústava tuhých dosiek spojených pevným kĺbom	179
6.2.2.2	Dve tuhé dosky spojené kyvným prútom	180
6.2.2.3	Dve tuhé dosky spojené dvoma rôznobežnými kyvnými prútmami	180
6.2.2.4	Dve tuhé dosky spojené dvoma rovnobežnými kyvnými prútmami	181
6.2.3	Statická a kinematická určitosť	182
6.2.4	Určenie reakcií	183
6.2.4.1	Prvý spôsob určenia reakcií	183
6.2.4.2	Druhý spôsob určenia reakcií	183
	<i>Priklady</i>	188
7	<i>Statika tuhého telesa</i>	191
7.1	Väzby tuhého telesa	192
7.1.1	Kyvny prút	192

7.1.2	Väzba na hladkú plochu	193
7.1.3	Väzba na hladkú krivku	193
7.1.4	Guľový kĺb	194
7.1.5	Posuvný valcový kĺb	194
7.1.6	Neposuvný valcový kĺb	195
7.1.7	Dokonalé votknutie	196
7.2	Podopretie tuhého telesa	196
7.2.1	Určenie reakcií	196
7.2.2	Statická a kinematická určitosť	197
7.3	Statika tuhej dosky v priestore	198
7.3.1	Väzby tuhej dosky	198
7.3.1.1	Kyvný prút a väzba na hladkú priamku	198
7.3.1.2	Neposuvný valcový kĺb	198
7.3.1.3	Dokonalé votknutie	199
7.3.2	Podopretie tuhej dosky	199
7.3.3	Určenie reakcií	199
7.3.4	Statická a kinematická určitosť	200
	<i>Príklady</i>	200
8	<i>Analytická statika</i>	202
8.1	Práca sily a statického momentu sily	202
8.2	Princíp virtuálnych prác — Lagrangeov a Castiglianov variačný princíp	203
8.2.1	Lagrangeov variačný princíp — princíp virtuálnych premiestnení	203
8.2.2	Castiglianov variačný princíp — princíp virtuálnych síl	204
8.3	Virtuálna práca síl pôsobiacich na hmotné objekty — princíp virtuálnych premiestnení	204
8.3.1	Virtuálna práca sústavy síl pôsobiacich na hmotný bod	204
8.3.2	Virtuálna práca rovinatej sústavy síl pôsobiacich v rovine tuhej dosky	205
8.3.3	Virtuálna práca priestorovej sústavy síl pôsobiacich na tuhé teleso	207
8.3.4	Virtuálna práca sústavy síl pôsobiacich na zloženú sústavu	207
8.4	Použitie princípu virtuálnych premiestnení	208
8.4.1	Virtuálne premiestnenie hmotného bodu v priestore a v rovine	208
8.4.2	Virtuálne premiestnenie tuhej dosky v rovine	208
8.4.2.1	Tuhá doska podopretá pevným kĺbom	208
8.4.2.2	Tuhá doska podopretá dvoma rôznobežnými kyvnými prútmi	209
8.4.2.3	Tuhá doska podopretá dvoma rovnobežnými kyvnými prútmi	209
8.4.3	Virtuálne premiestnenie sústavy tuhých dosák v rovine	209
8.4.3.1	Relatívne (vzájomné) stredy otáčania sústavy tuhých dosák	210
8.4.3.2	Absolútne (okamihové) stredy otáčania sústavy tuhých dosák	211
8.4.3.3	Kinematika premiestnenia sústavy tuhých dosák	211
8.4.3.4	Závislosť virtuálnych premiestnení dvoch tuhých dosák	213
8.5	Kinematická metóda výpočtu reakcií tuhých objektov a zložených rovinných sústav	216
8.5.1	Výpočet reakcií vo väzbách hmotných bodov a tuhých dosák	217
8.5.2	Výpočet reakcií rovinných zložených sústav	217
	<i>Príklady</i>	218
9	<i>Trenie</i>	221
9.1	Druhy trenia	221
9.2	Šmykové trenie	221
9.2.1	Coulombove zákony	222
9.2.2	Reakcia väzby pri šmykovom trení	223
9.2.3	Teleso na naklonenej rovine	225

9.3	Čapové trenie	227
9.3.1	Axiálne čapy	229
9.3.2	Radiálne čapy	230
9.4	Trenie lana vedeného cez kladku	231
9.5	Valivé trenie	232
	<i>Príklady</i>	234
10	<i>Pohyb voľného hmotného bodu</i>	235
10.1	Úvod do kinematiky — kinematika bodu	235
10.1.1	Pohyb bodu po priamke	235
10.1.1.1	Rovnomerný pohyb	236
10.1.1.2	Rovnomerne zrýchlený (spomalený) pohyb	237
10.1.1.3	Voľný pád	237
10.1.1.4	Zvislý vrh nahor v gravitačnom poli Zeme	238
10.1.2	Pohyb bodu v rovine v karteziánskych súradniciach	239
10.1.2.1	Rýchlosť a zrýchlenie pohybu	239
10.1.2.2	Tangenciálne a normálove zrýchlenie	240
10.1.2.3	Šikmý vrh	242
10.1.2.4	Polárny hodograf rovinného pohybu	244
10.1.2.5	Uhlová rýchlosť a uhlové zrýchlenie	246
10.1.3	Pohyb bodu v rovine v polárnych súradniciach	247
10.1.4	Pohyb bodu v priestore	249
10.1.4.1	Pohyb bodu v priestore vo vektorovom tvare	249
10.1.4.2	Pohyb bodu v priestore v skalárnom tvare	255
10.1.4.3	Moment rýchlosti a moment zrýchlenia, plošná rýchlosť a plošné zrýchlenie	256
10.2	Úvod do dynamiky — dynamika voľného hmotného bodu	258
10.2.1	Pohybové rovnice — pohyb hmotného bodu v silovom poli	259
10.2.1.1	Pohyb hmotného bodu v silovom poli $\mathbf{F} = 0$	260
10.2.1.2	Pohyb hmotného bodu v silovom poli $\mathbf{F} = \text{konšt}$	260
10.2.2	Rovnovážna poloha hmotného bodu	263
	<i>Príklady</i>	263
11	<i>Práca, výkon, kinetická energia</i>	268
11.1	Práca sily a momentu. Kinetická energia	268
11.2	Výkon sily a momentu	274
	<i>Príklady</i>	275
12	<i>Silové pole. Potenciálna energia. Zákon zachovania energie</i>	278
12.1	Konzervatívne silové pole. Potenciálna energia	278
12.2	Gravitačné pole. Zákon zachovania mechanickej energie	281
12.3	Plochy a krivky rovnakého potenciálu	282
	<i>Príklady</i>	284
13	<i>Impulz sily. Hybnosť hmotného bodu. Moment hybnosti</i>	289
13.1	Impulz sily. Hybnosť hmotného bodu	289
13.2	Moment hybnosti hmotného bodu	290
	<i>Príklady</i>	291

14	<i>Centrálny pohyb hmotného bodu</i>	294
14.1	Všeobecné vzťahy	294
14.2	Rovnomerný pohyb po kružnici	297
14.3	Planetárny pohyb. Keplerove zákony	300
	<i>Príklady</i>	304
15	<i>Kmitanie hmotného bodu</i>	308
15.1	Vlastné netlmené kmitanie	308
15.2	Vlastné tlmené kmitanie	311
15.3	Vynútené netlmené kmitanie	315
15.3.1	Budiaca sila harmonicky premenná	317
15.3.2	Budiaca sila periodického priebehu	322
15.4	Vynútené tlmené kmitanie	323
15.4.1	Budiaca sila harmonicky premenná	325
15.4.2	Budiaca sila periodického priebehu	330
	<i>Príklady</i>	331
16	<i>Pohyb viazaného hmotného bodu. Lagrangeove rovnice prvého druhu. Kyvadlá</i>	336
16.1	Druhy väzieb.	336
16.2	Lagrangeova rovnica prvého druhu	338
16.3	Matematické kyvadlo	343
	<i>Príklady</i>	348
17	<i>Pohyb sústavy hmotných bodov</i>	350
17.1	Ťažisko sústavy hmotných bodov	350
17.2	Hybnosť sústavy hmotných bodov	352
17.3	Moment hybnosti sústavy hmotných bodov	356
17.4	Kinetická a potenciálna energia sústavy hmotných bodov	358
	<i>Príklady</i>	360
18	<i>D'Alembertov princíp. Lagrangeove rovnice druhého druhu. Hamiltonov princíp</i>	362
18.1	D'Alembertov princíp	362
18.2	Lagrangeove pohybové rovnice druhého druhu	363
18.3	Hamiltonov princíp	368
	<i>Príklady</i>	371
19	<i>Pohybové rovnice v neinerciálnej vzťažnej sústave</i>	374
19.1	Translačný pohyb neinerciálnej vzťažnej sústavy	374
19.2	Rotačný pohyb neinerciálnej vzťažnej sústavy	376
19.3	Všeobecný pohyb neinerciálnej vzťažnej sústavy	378
19.4	Pohyb na otáčajúcej sa Zemi	378
	<i>Príklady</i>	380
20	<i>Rovinný pohyb tuhej hmotnej dosky</i>	383
20.1	Kinematika tuhej dosky	383

20.1.1	Poloha, rýchlosť a zrýchlenie tuhej dosky	383
20.1.2	Translačný a rotačný pohyb tuhej dosky	385
20.1.3	Kinematická geometria tuhej dosky — poloidy	387
20.2	Dynamika tuhej hmotnej dosky	389
20.2.1	Pohybové rovnice voľnej, tuhej hmotnej dosky	389
20.2.2	Kinetická a potenciálna energia tuhej hmotnej dosky	391
20.2.3	Impulz momentu. Stred rázu	392
20.2.4	D'Alembertov princíp pri riešení pohybu tuhej hmotnej dosky	394
20.2.5	Viazaná tuhá hmotná doska. Fyzikálne kyvadlo	394
	<i>Priklady</i>	399
21	<i>Pohyb tuhého hmotného telesa</i>	402
21.1	Kinematika tuhého telesa	402
21.1.1	Premiestnenie tuhého telesa	402
21.1.2	Rýchlosť a zrýchlenie tuhého telesa	404
21.2	Dynamika tuhého hmotného telesa	408
21.2.1	Hybnosť a moment hybnosti tuhého hmotného telesa	408
21.2.1.1	Model telesa s diskretné rozloženou hmotou	408
21.2.1.2	Model telesa so spojitú rozloženou hmotou	410
21.2.2	Pohybové rovnice tuhého hmotného telesa	411
21.2.2.1	Model telesa s diskretné rozloženou hmotou	411
21.2.2.2	Model telesa so spojitú rozloženou hmotou	413
21.2.3	Kinetická energia tuhého hmotného telesa	414
21.2.4	Technická teória zotrvačníka	415
	<i>Priklady</i>	418
22	<i>Ráz telies</i>	420
22.1	Ráz gúľ	420
22.1.1	Základná charakteristika rázu dvoch gúľ	420
22.1.2	Priamy ráz gúľ	422
22.1.3	Šikmý ráz gúľ	426
22.2	Ráz dosák v rovine ich pohybu	428
22.2.1	Rázové impulzy	428
22.2.2	Ráz dvoch dosák	430
	<i>Priklady</i>	433
	Literatúra	435