

Kazalo

1	Mehanika kontinuov	11
1.1	Hidrodinamski volumen	11
1.2	Ohranitveni zakoni	11
1.3	Disipacija	12
1.4	Napetostni tenzor	12
1.5	Klasifikacija mehanike kontinuov	12
2	Elastomehanika	13
2.1	Kinematika deformacije	14
2.1.1	Tenzor deformacije	14
2.1.2	Fizikalen pomen komponent tenzorja deformacije	16
2.1.3	Fotoelastični efekt	18
2.1.4	Cauchy - Stokesova dekompozicija	19
2.1.5	Invariante tenzorja deformacije	20
2.1.6	Saint Venantove enačbe kompatibilnosti	20
2.2	Lagrangeova funkcija in enačba gibanja	22
2.3	Napetostni tenzor	24
2.3.1	Geometrija sil	24
2.3.2	Mohrov krog	24
2.4	Ohranjevalni zakoni	27
2.4.1	Zakon o ohranjevanju gibalne količine	27
2.4.2	Zakon o ohranjevanju vrtilne količine in simetričnost p_{ik}	27
2.4.3	Zakon o ohranjevanju energije	29
2.4.4	Ohranjevanje energije in nemehanski energijski tokovi	30
2.4.5	Ekstremalni problem v elastomehaniki	31
2.5	Hookeov zakon	32
2.5.1	Elastična energija homogenega, izotropnega telesa	32
2.5.2	Ut tensio, sic vis	32
2.5.3	Clapeyronov teorem	33
2.5.4	Izotropno telo pod izotropno obremenitvijo	34
2.5.5	Young-Poissonovi snovni konstanti	34
2.5.6	Janssenova enačba in Poissonovo razmerje	36
2.5.7	Prosta energija deformacije	37
2.5.8	Hookeov zakon in simetrija elastičnih teles	39
2.5.9	Neizotropen eno-osni kristal	39
2.6	Navierova enačba	41
2.6.1	Caucyjeva enačba plus Hookeov zakon	41

2.6.2	Navierova enačba za nestisljivo elastično telo	42
2.6.3	Nestisljiva krogla pod vplivom lastne gravitacije	43
2.6.4	Ena ali dve elastični konstanti za izotropno telo	43
2.6.5	Lastnosti rešitev Navierove enačbe	44
2.7	Kelvinov problem	45
2.7.1	Galerkinov nastavek	45
2.7.2	Kelvinov problem	46
2.7.3	Fundamentalna rešitev Navierove enačbe	48
2.7.4	Vektorske elastične interakcije	48
2.7.5	Skalarne elastične interakcije	49
2.8	Hertzov problem	51
2.8.1	Loveov nastavek	51
2.8.2	Boussinesqova rešitev	52
2.8.3	Fundamentalna rešitev Boussinesqovega problema	54
2.8.4	Hertzov problem	55
2.8.5	Elastični stik dveh krogel	56
2.9	Rotacijska deformacija planeta	58
2.9.1	Gravitacijsko-rotacijski potencial vrteče se krogle	58
2.9.2	Kelvinova rešitev	58
2.9.3	Rotacijski elipsoid in koordinatni sistem Zemlje	61
2.10	Valovanja elastičnega telesa	62
2.10.1	Helmholtzov teorem	62
2.10.2	Valovna enačba in njene rešitve	62
2.10.3	Elastično valovanje v nehomogeni snovi	63
2.11	Površinski valovi	67
2.11.1	Rayleighovi valovi	67
2.11.2	Loveovi valovi	70
2.12	Debyejev model trdnega telesa	72
2.12.1	Valovanja kot harmonski oscilatorji	72
2.12.2	Število stanj elastičnega valovanja	73
2.12.3	Kvantizacija elastičnih valovanj	74
2.12.4	Debyejeva enačba	76
2.13	Landau – Peierlsov teorem	77
2.13.1	Mezokopska prosta energija	77
2.13.2	Ekvipartijski teorem	78
2.13.3	Število stanj elastičnega kontinua	79
2.13.4	Fluktuacije v različnih dimenzijah	79
2.14	Deformacije tankih plošč	81
2.14.1	Diferencialna geometrija površin	81
2.14.2	Deformacijski tenzor za tanko ploščo	83
2.14.3	Prosta energija tanke plošče	85
2.14.4	Deformacijska energija in ukrivljenosti površine	86
2.14.5	Zaključene površine	87
2.14.6	Elastična energija površin s spontano ukrivljenostjo	87
2.14.7	Tanka plošča pod obremenitvijo zunanje sile	88
2.14.8	Točkasta zunanja sila in Greenova funkcija elastične plošče	90
2.14.9	Elastične interakcije	91
2.15	Deformacije palic	93
2.15.1	Torzija	93

2.15.2	Ukrivljanje	96
2.15.3	Kirchhoffova teorija deformacije filamentov	100
2.15.4	Elastica Eulerii	107
2.15.5	Eulerjev kot	109
2.15.6	Bežno deformiran filament	110
2.16	Deformacije elastomerov	112
2.16.1	Elastičnost polimernih mrež	113
2.16.2	Statistika posamične polimerne verige	114
2.16.3	Statistika polimerne mreže	115
2.16.4	Nelinearna elastomehanika polimerne mreže	117
2.16.5	Primeri nelinearne elastomehanike	120
2.16.6	Neidealne elastomerne mreže	122
2.17	Elastične nestabilnosti	124
2.17.1	Eulerjeva nestabilnost	124
2.17.2	Torzijska nestabilnost	125
2.18	Whiteov teorem o zvijanju	127
3	Hidrodinamika	129
3.1	Hidrostatika	130
3.1.1	Osnovne enačbe hidrostatike	130
3.1.2	Teorija plimovanja	130
3.1.3	Potreben pogoj obstoja statične rešitve	132
3.2	Kinematika gibanja tekočin	134
3.2.1	Eulerjev in Lagrangeov opis gibanja tekočine	134
3.2.2	Eulerjev in Lagrangeov pospešek	134
3.2.3	Eulerjeva identiteta	135
3.2.4	Kontinuitetna enača za maso tekočine	136
3.2.5	Reynoldsov transportni teorem	136
3.2.6	Tokovnice in vrtinčnice	137
3.3	Hidrodinamika idealnih tekočin	138
3.3.1	Eulerjeva enačba	138
3.3.2	Zgodovina Eulerjeve enačbe	138
3.3.3	Helmholtzeva enačba za vrtinčnost	139
3.3.4	Deformacija vrtinčnih niti	140
3.3.5	Kelvinov teorem o ohranjevanju cirkulacije	141
3.3.6	Helmholtzov teorem o vrtinčnosti	142
3.3.7	Integrali Eulerjevih enačb - Bernoullijeve enačbe	143
3.3.8	Ohranjevanje gibalne količine - kontrolni volumen	145
3.3.9	Ohranjevanje gibalne količine - sogibajoč volumen	146
3.3.10	Ohranjevanje energije - kontrolni volumen	147
3.3.11	Ohranjevanje energije - sogibajoč volumen	148
3.3.12	Biot - Savartov zakon	149
3.4	Vrtinci	151
3.4.1	Hitrostno polje vrtinčne niti	151
3.4.2	Hidrodinamske interakcije med vrtinčnimi nitmi	151
3.4.3	Rankinov vrtinec	153
3.4.4	O neki zmotni urbani legendi	154
3.4.5	Vrtinčni obroč	155
3.4.6	Kelvinov vrtinčni model atoma	156

3.5	Obtekanje idealne tekočine	158
3.5.1	Potencialni tok nestisljive tekočine	158
3.5.2	Primeri potencialnega toka	159
3.5.3	Obtekanje krogle	161
3.5.4	D'Alembertov paradoks	162
3.5.5	Rešitev d'Alembertovega paradoksa	163
3.5.6	Hidrodinamska masa	163
3.6	Dvodimenzionalen idealen tok	165
3.6.1	Dvodimenzionalen potencialni tok	165
3.6.2	Tokovnice in ekvipotencialne linije v dveh dimenzijah	166
3.6.3	Kompleksni potencial	166
3.6.4	Pretok tekočine skozi krivuljo	166
3.6.5	Vrtinci v dveh dimenzijah	167
3.6.6	Sistem dvodimenzionalnih vrtincev je Hamiltonski sistem	168
3.6.7	Dinamika sistema dveh dvodimenzionalnih vrtincev	169
3.6.8	von Kármánova vrtinčna steza	169
3.7	Teorija kril	172
3.7.1	Tok okrog valja s cirkulacijo	172
3.7.2	Teorem Kutta-Žukovski	173
3.7.3	Krilo Žukovskega	176
3.7.4	Splošna enačba krila	177
3.7.5	Napačne teorije leta	180
3.8	Navier - Stokesova enačba	181
3.8.1	Tenzor strižne hitrasti	181
3.8.2	Newtonske tekočine	181
3.8.3	Robni pogoj za viskozno tekočino	183
3.8.4	Brezdimenzijska oblika Navier-Stokesove enačbe	183
3.8.5	Mikroskopska narava viskoznosti	184
3.9	Vrtinčnost	185
3.9.1	Dinamika vrtinčnosti	185
3.9.2	Difuzija vrtinčnosti	185
3.9.3	Deformacija vrtinčnosti	186
3.9.4	Difuzija cirkulacije	186
3.10	Ohranjevalni zakoni	188
3.10.1	Ohranjevanje gibalne količine v kontrolnem volumnu	188
3.10.2	Ohranjevanje gibalne količine v sogibajočem se volumnu	188
3.10.3	Energijski zakon v kontrolnem volumnu	189
3.10.4	Energijski zakon v sogibajočem se volumnu	190
3.10.5	Enstrofija	191
3.11	Primeri viskoznega toka	193
3.11.1	Hagen-Poiseuillov tok	193
3.11.2	Vrtinčna plast	193
3.11.3	Burgersov vrtinec	194
3.12	Stokesova enačba	196
3.12.1	Stokesov približek	196
3.12.2	Fundamentalna rešitev Stokesove enačbe - Stokeslet	197
3.12.3	Stokeslet in sila	198
3.12.4	Obtekanje krogle	199
3.12.5	Posledice Stokesove sile	200

3.12.6	Stokesov paradoks	202
3.12.7	Rotlet in navor	202
3.12.8	Obtekanje vrteče se krogle	204
3.12.9	Stokesov dipol, Rotlet in Stresslet	205
3.13	Hidrodinamske nestabilnosti	206
3.13.1	Taylorjeva nestabilnost	207
3.13.2	Benárdova nestabilnost	207
3.13.3	Von Kármánova nestabilnost	207
3.13.4	Kelvin–Helmholzova nestabilnost	208
3.13.5	Rayleighova nestabilnost	208
3.13.6	Faradayeva nestabilnost	209
3.14	Turbulenca	210
3.14.1	Interpretacija Navier-Stokesove enačbe	210
3.14.2	Fizikalne količine na različnih skalah	212
3.14.3	Teorija Kolmogorova (K-41)	213
3.15	Akustični hrup	216
3.15.1	Lighthillova enačba	216
3.15.2	Lighthillova akustična analogija	218
3.15.3	Sevalne rešitve Lighthillove enačbe	219
3.15.4	Izsevana akustična moč	222
3.15.5	Lighthillov "v ⁸ " zakon	224