

# SISÄLLYSLUETTELO

Alkulause

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>13</b>
1.1	Mekaniikan jako	13
1.2	Teknillisen mekaniikan tavoitteet	14
1.3	Mekaniikan perussuureet ja peruskäsitteet	15
1.4	Mekaniikan peruslait	17
<b>2</b>	<b>STATIIKKA</b>	<b>19</b>
2.1	Johdanto	21
2.1.1	Yleistä	21
2.1.2	Historiallista taustaa	22
2.2	Pistevoima	23
2.2.1	Voimavektori ja sen komponentit	23
2.2.2	Voimavektorin esitys koordinaatistossa	29
2.2.3	Harjoitustehtäviä	31
2.3	Partikkelin tasapaino	33
2.3.1	Partikkelin vapausasteet ja tukeminen	33
2.3.2	Partikkelin vapaakappalekuva	34
2.3.3	Partikkelin tasapainoyhtälöt	35
2.3.4	Partikkelisysteemin tasapainoyhtälöt	39
2.3.5	Harjoitustehtäviä	42
2.4	Voiman momentti	45
2.4.1	Voiman momentti pisteen suhteen	45
2.4.2	Voiman momentti annetun akselin suhteen	54
2.4.3	Voimapari ja sen momentti	61
2.4.4	Harjoitustehtäviä	65
2.5	Voimasysteemien yhdistäminen	67
2.5.1	Voimasysteemien samanarvoisuus	67
2.5.2	Voimaparien samanarvoisuus	70
2.5.3	Voiman yhdensuuntaissiirto	71
2.5.4	Puhdas momentti	73
2.5.5	Voimasysteemin yhdistämistulos	75
2.5.6	Voimajakautumat	77
2.5.7	Kappaleen paino	81
2.5.8	Liukukitkavoimajärjestelmät	83
2.5.9	Harjoitustehtäviä	87

2.6	Tukilaitteita ja vapaakappalekuva	89
2.7	Jäykän kappaleen tasapaino	97
2.7.1	Jäykän kappaleen tasapainoehdot	97
2.7.2	Tasapainoyhtälöt tasossa	100
2.7.3	Tasapainoehtojen geometrisia muotoja	103
2.7.4	Harjoitustehtäviä	107
2.8	Kappalesysteemien tasapaino	111
2.8.1	Kappalesysteemien luokittelua	111
2.8.2	Ratkaistuja esimerkkejä	112
2.8.3	Harjoitustehtäviä	117
2.9	Suoran palkin rasiitukset	121
2.9.1	Rasiituslajit	121
2.9.2	Rasiitusten määrittelyt	125
2.9.3	Rasiitusten differentiaaliyhtälöt	130
2.9.4	Rasiitusten laskeminen	133
<b>3</b>	<b>LUJUUSOPPI</b>	<b>141</b>
3.1	Johdanto	143
3.1.1	Lujuusopin sisältö ja tavoitteet	143
3.1.2	Lujuusopin jako	144
3.1.3	Mekaniikan mallin muodostaminen	145
3.1.4	Historiallista taustaa	146
3.2	Lujuusopin peruskäsitteitä	147
3.2.1	Suoran sauvan veto tai puristus	147
3.2.2	Jännityksen ja venymän välinen yhteys	155
3.2.3	Leikkaus	161
3.2.4	Sallitut jännitykset ja varmuusluku	167
3.2.5	Harjoitustehtäviä	171
3.3	Jännitystila	175
3.3.1	Jännityksen ja jännitystilan käsite	175
3.3.2	Pääjännitykset	182
3.3.3	Tasojännitystila	185
3.3.4	Harjoitustehtäviä	188
3.4	Suoran sauvan veto ja puristus	189
3.4.1	Poikkileikkauksen jännityskenttä	189
3.4.2	Poikkileikkauksen normaalivoiman ja siirtymän välinen yhteys	191
3.4.3	Hyperstaattinen veto- tai puristustehtävä	195
3.4.4	Sauvan lämpöjännitykset	198
3.4.5	Harjoitustehtäviä	200

3.5	Puhdas leikkaus	203
3.5.1	Jännitystarkasteluja	203
3.5.2	Ruuvi- ja niittiliitos	204
3.5.3	Harjoitustehtäviä	209
3.6	Suoran palkin taivutus	211
3.6.1	Puhdas suora taivutus	211
3.6.2	Yhdistetty veto tai puristus ja taivutus	222
*3.6.3	Poikkileikkauksen leikkausjännityskenttä	224
3.6.4	Palkin kimmoviiva	229
3.6.5	Harjoitustehtäviä	238
3.7	Vääntö	241
3.7.1	Peruskäsitteitä	241
3.7.2	Ympyräsylinterin vääntö	242
3.7.3	Vääntökulman määrittäminen. Hyperstaattinen tehtävä	249
*3.7.4	Mielivaltaisen sylinterin vääntö	251
*3.7.5	Suorakulmiopoikkileikkauksisen sauvan vääntö	258
*3.7.6	Avoin, ohutseinäinen poikkileikkaus	261
3.7.7	Harjoitustehtäviä	264
3.8	Nurjahdus	267
3.8.1	Stabiilisuusteorian peruskäsitteitä	267
3.8.2	Puristustaivutus	269
3.8.3	Keskeisesti puristetun sauvan nurjahdus	272
3.8.4	Kimmainen ja kimmoton nurjahdus	277
3.8.5	Puristussauvan mitoitus	279
3.8.6	Harjoitustehtäviä	283
<b>4</b>	<b>DYNAMIIKKA</b>	<b>285</b>
	<b>Kinematiikka</b>	
4.1	Johdanto	287
4.1.1	Dynamiikan jako. Kinematiikan peruskäsitteet	287
4.1.2	Kinematiikan historiallista taustaa	288
4.2	Partikkelin kinematiikka	289
4.2.1	Suoraviivainen liike	289
4.2.2	Käyräviivainen liike	294
4.2.3	Ympyräliike	301
4.2.4	Harmoninen värähdysliike	303
4.2.5	Partikkelien kytketty liike	306
4.2.6	Harjoitustehtäviä	307

4.3	Jäykän kappaleen tasoliike	309
4.3.1	Tasoliikkeen lajit	309
4.3.2	Translaatio	311
4.3.3	Rotaatio	312
4.3.4	Yleinen tasoliike	318
4.3.5	Yleisen tasoliikkeen nopeus- ja kiihtyvyyssvektori	321
4.3.6	Harjoitustehtäviä	331
4.4	Partikkelin suhteellinen liike	335
4.4.1	Relatiivinen liike	335
4.4.2	Partikkelin suhteellinen liike kappaleeseen nähden	336
4.4.3	Partikkelin kuljetuspiste, kuljetusnopeus ja kuljetuskiihtyvyys	343
4.4.4	Partikkelin liike Maan suhteen	349
4.4.5	Harjoitustehtäviä	351
<b>Kinetiikka</b>		
4.5	Partikkelin kinetiikka	353
4.5.1	NEWTONin II laki eli dynamiikan peruslaki	354
4.5.2	Työ- ja energialauseet	357
4.5.3	Impulssi- ja liikemäärälauseet	361
4.5.4	Liikemäärän momenttilause	365
4.5.5	Harjoitustehtäviä	368
4.6	Jäykän kappaleen tasokinetiikka	371
4.6.1	Massakeskiön liikkeen lause	371
4.6.2	Kappaleen hitausmomentti	374
4.6.3	Kappaleen rotaatioliikkeyhtälö	376
4.6.4	Työ- ja energialauseet	383
4.6.5	Impulssilauseet	387
4.6.6	Harjoitustehtäviä	392
4.7	Mekaaniset yhden vapausasteen systeemin värähtelyt	395
4.7.1	Yleistä	395
4.7.2	Vaimentamattomat ominaisvärähtelyt	396
4.7.3	Vaimennetut ominaisvärähtelyt	400
4.7.4	Vaimentamattomat pakkovärähtelyt	406
4.7.5	Vaimenevat pakkovärähtelyt	410
4.7.6	Harjoitustehtäviä	415
	Kirjallisuusluettelo	417
	<b>Liite A</b> Kappaleen massakeskiö	419
	<b>Liite B</b> Poikkileikkauksen neliömomentit	423
	<b>Liite C</b> Standardipoikkileikkauksia	438
	<b>Liite 1</b> Materiaalien ominaisuuksia	439
	<b>Liite 2</b> Palkin taipumataulukot	447
	Henkilöhakemisto	459
	Asiahakemisto	460