



**Rēzeknes Augstskola  
INŽENIERU FAKULTĀTE**

---

**Egons LAVENDELIS**

# **MEHĀNIKA**

1.daļa Teorija	4 lpp.
2.daļa Piemēri	157 lpp.
Pielikums. Priekšzināšanas	259 lpp.

**Rēzekne  
2015**

# 1. DAĻA

## TEORIJA

<b>1. nodaļa. Mehānika</b>	<b>8</b>
1.1. Fizikas nodaļa un inženierzinātne	8
1.2. Mehānikas problēmas	8
1.2.1. Kustība un līdzsvars	8
1.2.2. Konstrukciju un to elementu stiprība	10
1.2.3. Stabilitāte	12
1.3. Studiju priekšmeta „Mehānika” mērķi	13
1.3.1. No dabas līdz aprēķiniem	13
1.3.2. Prognoze mehānikā	13
1.3.3. Modeļi – mehānikas kā praktiskas zinātnes pamats	14
1.3.4. Mehānika vakar un šodien	14
1.3.5. Ko māca mehānika kā studiju priekšmets?	14
1.4. Nepieciešamās priekšzināšanas	15
<b>2. nodaļa. Materiāla punkta modelis</b>	<b>16</b>
2.1. Definīcijas	16
2.2. Materiāla punkta modeļa vienādojumi	17
2.2.1. Kustības noteikšana. Sākuma noteikumi	19
2.3. Materiāla punkta modelis domāšanai	19
2.4. Kolinearitāte	20
<b>3. nodaļa. Cieta ķermeņa modelis</b>	<b>21</b>
3.1. Definīcijas	21
3.2. Modeļu attīstība	21
3.3. Cieta ķermeņa kustības brīvības	22
3.4. Cieta ķermeņa modeļa kustības vienādojumi	23
3.5. Līdzsvara vienādojumi. Saišu reakcijas	25
3.5.1. Modeļa attīstība statistiski nenoteicamu uzdevumu risināšanai	25
3.6. Cieta ķermeņa modelis domāšanai	27
3.6.1. Moments kā vektors	27
3.6.2. Leņķiskais ātrums un leņķiskais paātrinājums	28
3.7. Rotācijas kustība	29
3.7.1. Stacionāri rotējoša ķermeņa punkta ātrumi	30
3.8. Punkta salikta kustība	32
3.8.1. Kustīgā un nekustīgā koordinātu sistēma	32
3.8.2. Pārneses kustība ir virzes kustība	32
3.8.3. Punkta ātrums saliktā kustībā	33
3.8.4. Punkta paātrinājums saliktā kustībā	33
3.9. Cieta ķermeņa modelis - inženieraprēķinu pirmā daļa	33
<b>4. nodaļa. Ķermeņu sistēmas. Reālais objekts kā modeļu sistēma</b>	<b>35</b>
4.1. Materiālu punktu sistēmas	35
4.1.1. Sistēmas smaguma centra kustība	35
4.1.2. Smaguma centrs	36
4.1.3. Smaguma centra koordinātu aprēķināšana	36
4.2. Cietu ķermeņu sistēmas	36
4.3. Viena un tā paša reālā objekta dažādie modeļi	37
<b>5. nodaļa. Kustības daudzums</b>	<b>38</b>
5.1. Ņūtona otrā likuma integrālis	38
5.2. Materiālu punktu sistēmas kustības daudzums	38
5.3. Kustības daudzuma moments	39
5.4. Rotējoša cieta ķermeņa kustības daudzuma moments	39

5.5. Žiroskops	40
<b>6. nodaļa. Kinētiskā un potenciālā enerģija</b>	<b>41</b>
6.1. Definīcijas	41
6.1.1. Potenciālā enerģija	41
6.1.2. Kinētiskā enerģija	42
6.2. Variāciju principi	42
6.2.1. Potenciālās enerģijas minimuma princips	42
6.2.2. Hamiltona princips	42
6.3. Divas fizikas - divas mehānikas	43
6.4. Ņūtona likumu enerģētiskais traktējums	44
6.5. Ņūtona otrā likuma pirmo integrāļu salīdzinājums	44
6.6. Trieciens	44
6.6.1. Virsmai perpendikulārs trieciens	45
6.6.2. Slīps trieciens	46
<b>7. nodaļa. Svārstības</b>	<b>47</b>
7.1. Fizikālā būtība	47
7.1.1. Svārstības mehāniskās sistēmās	48
7.2. Pašsvārstības	49
7.3. Uzspiestās svārstības	51
7.4. Rezonanse	52
7.5. Sistēma ar divām kustības brīvībām	54
7.6. Sistēma ar N kustības brīvībām	55
7.7. Svārstību formas	56
<b>8. nodaļa. Mainīgas masas dinamika</b>	<b>58</b>
8.1. Mainīgas masas kustības vienādojums	58
8.2. Raķetes kustības vienādojums	59
<b>9. nodaļa. Nepārtrauktas vides modelis</b>	<b>60</b>
9.1. Definīcijas	60
9.2. Modeļu attīstība	62
9.2.1. Statiski nenoteicamu uzdevumu vienādojumu sistēma	62
9.2.2. Spriegumu noteikšana	62
9.3. Nepārtraukta vide kā materiāla modelis	63
9.3.1. Nepārtrauktas vides īpašības	63
9.3.2. Vides tipveida elements	64
9.4. Nepārtrauktas vides vienādojumu sistēma	64
9.4.1. Līdzsvara vienādojumi	64
9.4.1.1. Spēku projekciju vienādojumi	65
9.4.1.2. Momentu vienādojumi	67
9.4.2. Kopsavilkums	68
<b>10. nodaļa. Deformējamas vides modelis</b>	<b>69</b>
10.1. Definīcijas	69
10.2. Materiāla īpašības	69
10.2.1. Sakarības stiepes sloojumā	70
10.2.2. Sakarības bīdes deformācijām	71
10.2.4. Garendeformāciju un šķērsdeformāciju sakarības	72
10.2.5. Huka likums telpiskam spriegumstāvoklim	72
10.3. Materiāla īpašību vienādojumi kopīgajā vienādojumu sistēmā	73
10.4. Ģeometriskās sakarības	73
10.4.1. Sakarības starp pārvietojumu un lineāro deformāciju	74
10.4.2. Sakarība starp pārvietojumiem un leņķisko deformāciju	75
10.5. Nepārtrauktas deformējamas vides modelis	76
10.5.1. Inerces un smaguma spēku ievērošana deformējamas nepārtrauktas vides modelī	76
10.6. Deformējamas vides modeļa pielietošana reālam objektam	77
10.6.1. Robežnoteikumi	77
10.6.1.1. Piemērs - Gumijas amortizatora spiede starp tērauda plāksnēm	78

<b>11. nodaļa. Deformējamu ķermeņu tehniskās teorijas</b>	<b>80</b>
11.1. Tehniskās teorijas	80
11.2. Stieņu teorija	81
11.2.1. Plakano šķēlumu hipotēze	81
11.2.2. Stieņa pamatslogojumi	82
11.2.3. Stiepe -spiede	83
11.2.4. Liece	84
11.2.5. Apaļstieņu vērpe	89
11.3. Čaulu teorija	91
11.3.1. Čaulu bezmomentu teorija	92
11.3.2. Vispārējā čaulu teorija	93
<b>12. nodaļa. Stiprības teorijas</b>	<b>95</b>
12.1. Izturības robežas spriegums	95
12.1.1. Eksperimenta rezultātu apstrāde	95
12.2. Pieļaujamie spriegumi	96
12.3. Stiprības teorijas	97
12.3.1. Stiprības teoriju pielietošanas ideja	98
12.3.2. Elementārās stiprības teorijas	100
12.3.3. Lielāko bīdes spriegumu stiprības teorija (trešā teorija)	100
12.3.4. Formas maiņas īpatnējās potenciālās enerģijas stiprības teorija	101
12.3.5. Mora stiprības teorija	102
12.3.6. Stiprības teoriju salīdzinājums	103
<b>13. nodaļa. Laikā mainīgi spriegumi</b>	<b>104</b>
13.1. Jēdziens par materiāla nogurumu	104
13.2. Vēlera līkne	106
13.3. Dažādu faktoru ietekme uz ilgizturības robežvērtību	107
13.3.1. Mēroga koeficients	107
13.3.2. Spriegumu koncentrācijas koeficients	108
13.3.3. Virsmas apstrādes ietekme	109
13.4. Spriegumu relaksācija	109
13.5. Šļūde	111
<b>14. nodaļa. Aptuvenās variāciju metodes deformējamai videi</b>	<b>112</b>
14.1. Deformējamās vides vienādojumu sistēmas	112
14.2. Potenciālā enerģija deformējamai videi	112
14.3. Potenciālā enerģija kā funkcionālis	113
14.4. Aptuveno variāciju metožu būtība	115
14.5. Aptuveno variāciju metožu algoritms deformējamam ķermenim	116
14.6. Aptuveno funkciju piemeklēšanas problēma	117
<b>15. nodaļa. Galīgo elementu metode</b>	<b>119</b>
15.1. Galīgo elementu metode (GEM) līnijas aproksimācijai	119
15.1.2. GEM pielietošana sijas liecei	120
15.2. GEM aproksimācija plakanam uzdevumam	120
15.3. GEM čaulām	121
15.3.1. GEM plātnei	122
15.4. GEM aproksimācija telpiskam uzdevumam	123
15.5. Potenciālās enerģijas minimizācija, lietojot GEM	123
15.6. Galīgo elementu tīkli	124
15.7. GEM algoritma kopsavilkums	125
15.8. Aprēķina kļūdas novērtējums	125
15.9. Superelementu pielietošana	126
<b>16. nodaļa. Dažādas deformējamās vides</b>	<b>128</b>
16.1. Elastības teorija	128
16.2. Plastiskuma teorija	128
16.2.1. Bezatlikumu tehnoloģija metālapstrādē	128

16.3. Beramās vielas	129
16.4. Elastomēri	130
<b>17. nodaļa. Stabilitāte</b>	<b>131</b>
17.1. Stabili un nestabili cieta ķermeņa līdzsvara stāvokļi	131
17.2. Deformējama ķermeņa stabilas un nestabilas līdzsvara formas	132
17.2.1. Stieņa reālās ģeometrijas ietekme	133
17.2.2. Deformējamas konstrukcijas aprēķins uz stabilitāti	134
17.3. Kustības stabilitāte	134
17.4. Stabīlas un daļēji stabīlas konstrukcijas	134
<b>18. nodaļa. Kompozītmateriāli</b>	<b>136</b>
18.1. Klasifikācija	136
18.2. Kompozītmateriālu mikromehānika un makromehānika	136
18.3. Mikromehānikas metodes	137
18.3.1. Mikromehānikas vienkāršotie modeļi	137
18.3.1.1. Vienvirziena šķiedru kompozīta stiepe šķiedru virzienā	137
18.3.1.2. Vienvirziena šķiedru kompozīta stiepe perpendikulāri šķiedru virzienam	138
18.3.2. Precīzā mikromehānika	138
18.3.3. Mikromehānikas rezultāti	140
18.4. Materiāla konstanšu eksperimentāla noteikšana	140
18.4.1. Paraugu izvēle	140
18.5. Makromehānika	141
18.6. Stiprības noteikšana	141
18.6.1. Stiprības noteikšana vienvirziena šķiedru kompozīta stiepē šķiedru virzienā	142
<b>19. nodaļa. Nepārtrauktas vides modelis šķidrūmam un gāzei</b>	<b>143</b>
19.1. Atskaites sistēma šķidrūma un gāzes kustībai	143
19.1.1. Trajektorijas un plūsmas līnijas	144
19.2. Kustības vienādojumi šķidrūmam un gāzei	144
19.3. Fizikālās īpašības šķidrūmam un gāzei	145
19.4. Masas nezūdamība - ģeometriskā sakarība šķidrai un gāzveida videi	146
19.5. Nepārtrauktas vides vienādojumu sistēma šķidrūmam un gāzei	147
19.6. Ideāls šķidrums	147
19.7. Gāzes vienādojumu sistēma	148
19.8. Viskoza šķidrums	149
19.8.1. Fizisko īpašību apraksts	149
19.8.2. Viskoza šķidrūma vides modeļa vienādojumi	150
19.9. Kā rodas turbulence?	151
<b>20. nodaļa. Akustika</b>	<b>152</b>
20.1. Viļņu izplatīšanās	152
20.1.1. Viļņu izplatīšanās cieta deformējama materiāla stienī	152
20.1.2. Viļņu izplatīšanās gaisa stabā	153
20.1.3. Skaņas viļņu izplatīšanās telpā	153
20.2. Akustika	154
20.2.1. Stīgas svārstības	154
20.2.2. Ko uztver auss un kā to mērīt?	155