MECA

A. Ripianu
P. Popescu
B. Bălan

MECANICĂ TEHNICĂ

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI – 1979

III 6475

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Prof. dr. doc. ing. Andrei Ripianu
Conf. dr. ing. Paul Popescu
Șef lucr. ing. Barbu Bălan

MECANICĂ TEHNICĂ

PENTRU SUBINGINERI

BIBLIOTECA

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI

CUPRINSUL

Partea întîi

Introducere în mecanica tehnică 5

1. *Cadrul general al mecanicii* 5

1.1. Obiectul şi evoluţia mecanicii 6
1.2. Diviziunile mecanicii 6
1.3. Principiile mecanicii 8

2. *Noţiuni şi concepte generale ale mecanicii* 9

2.1. Noţiuni fundamentale (materia, spaţiul, timpul şi mişcarea) 9
2.2. Masa 10
2.3. Punct material. Sistem de puncte materiale 10
2.4. Continuum material (corp) 11
2.5. Sisteme de referinţă. Coordonate. Grade de libertate 11
2.6. Forţa. Sisteme de forţe 16
2.7. Momentul unui vector în raport cu un punct 20
2.8. Momentul unui vector în raport cu o axă 22
2.9. Cuplu de vectori. Momentul unui cuplu. 25
2.10. Coordonatele unui vector 26
2.11. Operaţii elementare de echivalenţă pentru vectori alunecători 28
2.12. Legăturile sistemelor materiale. Axioma legăturilor 28
2.13. Sisteme de mărimi şi unităţi de măsură utilizate în mecanică 32

Partea a doua

Statica 43

3. *Reducerea forţelor* 43

3.1. Reducerea unei forţe într-un punct 43
3.2. Reducerea unui sistem de forţe oarecare într-un punct 44
3.3. Proprietăţile torsorului de reducere 46
3.4. Torsor minimal. Axa centrală. 48
3.5. Teorema momentelor (Teorema Varignon) 50
3.6. Echivalenţa sistemelor de forţe 51
3.7. Reducerea sistemelor de forţe concurente 51
3.8. Reducerea sistemelor de forţe coplanare 54
3.9. Reducerea sistemelor de forţe paralele 62
3.10. Reducerea sistemelor de cupluri. 68

3.11. Reducerea sistemelor de forțe distribuite 70
3.12. Concluzii privind reducerea sistemelor de forțe 75
3.13. Aplicații 76

4. *Geometria maselor* 79

4.1. Greutatea și masa corpurilor. Centrul de greutate și centrul maselor 79
4.2. Momente statice. Teorema momentelor statice 91
4.3. Momente de inerție mecanice și momente de inerție geometrice. Rază de inerție 92
4.4. Aplicații 109

5. *Statica punctului material* 113

5.1. Problemele staticii punctului material. Ecuațiile generale de echilibru 113
5.2. Echilibrul punctului material rezemat pe o suprafață lucie 114
5.3. Echilibrul punctului material rezemat pe o curbă lucie 117
5.4. Echilibrul punctului material legat printr-o bară rigidă sau un fir flexibil și inextensibil. 118
5.5. Frecarea de alunecare. Legile lui Coulomb 120
5.6. Echilibrul punctului material rezemat pe o suprafață aspră 121
5.7. Echilibrul punctului material rezemat pe o curbă aspră 125
5.8. Aplicații 126

6. *Statica solidului rigid* 130

6.1. Problemele staticii solidului rigid. Ecuațiile generale de echilibru. 130
6.2. Echilibrul solidului rigid supus la legături lucii. 132
6.3. Echilibrul solidului rigid supus la legături cu frecare 143
6.4. Aplicații 155

7. *Statica sistemelor materiale* 160

7.1. Echilibrul sistemelor de puncte materiale 160
7.2. Echilibrul sistemelor de corpuri rigide oarecare 161
7.3. Grinzi cu zăbrele 164
7.4. Eforturile interioare într-o bară curbă rigidă 172
7.5. Statica firelor 174
7.6. Aplicații 186

Partea a treia

Cinematica

8. *Cinematica punctului material* 193

8.1. Introducere 193
8.2. Ecuațiile parametrice ale mișcării curbilinii a punctului material scrise în coordonate carteziene și polare 193
8.3. Viteza și accelerația punctului material în mișcare în spațiul cu trei dimensiuni 194
8.4. Componentele vitezei și accelerației instantanee pe axele unui reper cartezian de referință fix 196

8.5. Componentele vitezei și accelerației instantanee pe axele unui reper cartezian de referință mobil exprimate în funcție de coordonatele polare ale punctului și derivatele acestora în raport cu timpul 198
8.6. Componentele vitezei și accelerației instantanee pe axele triedrului cartezian de referință mobil al lui Frenet. 200
8.7. Aplicații 202

9. *Cinematica solidului rigid* 222
9.1. Introducere 222
9.2. Mișcarea de translație a rigidului 224
9.3. Mișcarea de rotație a rigidului în jurul unui ax fix. 231
9.4. Mișcarea de rototranslație a rigidului 235
9.5. Mișcarea plan-paralelă a rigidului 255
9.6. Mișcarea de rotație a rigidului în jurul unui punct fix 268
9.7. Mișcarea generală a rigidului 276

10. *Cinematica mișcării relative a punctului material* 276
10.1. Introducere 278
10.2. Relația vitezelor 280
10.3. Relația accelerațiilor 282
10.4. Aplicații 286

11. *Mișcarea relativă a mai multor corpuri* 293

Partea a patra

Dinamica 293

12. *Noțiuni fundamentale ale dinamicii* 293
12.1. Generalități 294
12.2. Lucru mecanic 300
12.3. Puterea mecanică 301
12.4 Randament mecanic 303
12.5. Energie cinetică 308
12.6. Energie potențială 308
12.7. Energie mecanică 309
12.8. Impuls 310
12.9. Moment cinetic 316
12.10. Torsorul de reducere al vectorilor $\bar{p} = m \cdot \bar{v}$ 316
12.11. Aplicații 318

13. *Teoremele fundamentale ale dinamicii* 318
13.1. Teorema variației energiei cinetice 322
13.2. Teorema impulsului 325
13.3. Teorema momentului cinetic 329
13.4. Aplicații 445

14. *Metode analitice pentru rezolvarea problemelor de dinamică* 334
14.1. Generalităţi 334
14.2. Forţa de inerţie 334
14.3. Torsorul forţelor de inerţie 335
14.4. Torsorul forţelor de inerţie în cazul unor mişcări particulare ale unui solid rigid 337
14.5. Principiul lui D'Alembert (Metoda cinetostatică) 339
14.6. Deplasarea reală. Deplasarea virtuală. Deplasarea posibilă 342
14.7. Lucru mecanic elementar virtual corespunzător reacţiunilor provenite din legăturile ideale 344
14.8. Principiul (metoda) deplasărilor virtuale 345
14.9. Aplicaţii 347

15. *Dinamica punctului material* 348

15.1. Generalităţi 354
15.2. Dinamica punctului material liber 354
15.3. Mişcarea curbilinie a unui punct material greu în vid 354
15.4. Mişcarea punctului material supus la legături 357
15.5. Dinamica mişcării relative a punctului material 359
15.6. Aplicaţii 361

16. *Dinamica solidului rigid* 363

16.1. Generalităţi 367
16.2. Dinamica solidului rigid liber 367
16.3. Dinamica solidului rigid supus la legături 367
16.4. Dinamica solidului rigid aflat în mişcare de translaţie 367
16.5. Dinamica rigidului cu o axă fixă 368
16.6. Aplicaţie. Pendulul fizic. 369
16.7. Dinamica mişcării plan paralele 374
16.8. Dinamica mişcării de roto-translaţie, caz particular: mişcarea de şurub . . . 375
16.9. Aplicaţii 376

17. *Ciocniri şi percuţii* 377

17.1. Generalităţi 381
17.2. Noţiuni fundamentale 381
17.3. Ipoteze 382
17.4. Teoremele fundamentale ale dinamicii aplicate la studiul ciocnirii 383
17.5. Ciocnirea centrică a două sfere 385
17.6. Ciocnirea oblică a unei sfere cu un perete fix 387
17.7. Ciocnirea unei sfere cu un corp aflat în mişcare de rotaţie în jurul unei axe fixe 388
17.8. Efectele percuţiilor aplicate unui corp ce se roteşte în jurul unei axe fixe. Centrul de percuţie. 389
17.9. Aspectul energetic al ciocnirilor 390
17.10. Aplicaţii 394
396

18. *Elemente de teoria vibrațiilor mecanice* 400

18.1. Generalități 400
18.2. Cauzele vibrațiilor mecanice 400
18.3. Efecte dăunătoare ale vibrațiilor 401
18.4. Clasificarea mișcărilor vibratorii 402
18.5. Mișcări vibratorii ale sistemelor liniare cu un singur grad de libertate 405
18.6. Vibrații proprii ale unui sistem oscilant cu două grade de libertate 428
18.7. Vibrații de răsucire ale arborilor mașinilor 429
18.8. Aplicații 437
Bibliografie 441