

NICULAE MANAFI

BAZELE MECANICII APLICATE

CONȚINUT

PARTEA I-a ÎNTRUDUCERE ÎN MECANICĂ

1. INTRODUCERE	1
1.1 Obiectul și diviziunile Mecanicii clasice	1
1.2 Noțiuni fundamentale și derivate	1
1.3 Modele teoretice utilizate în Mecanică	2
1.4 Principiile fundamentale ale Mecanicii	3
1.5 Mărimi fizice. Unități de măsură	4
2. ELEMENTE DE ALGEBRĂ ȘI ANALIZĂ VECTORIALĂ	6
2.1 Mărimi scalare și mărimi vectoriale	6
2.2 Definiții grafo-analitice ale vectorilor	6
2.2.1 Proiecția unui vector pe o axă	7
2.2.2 Proiecții pe axele de coordonate	7
2.2.3 Expresia analitică a unui vector	8
2.3 Operațiuni elementare cu vectori concurenți	9
2.4 Înmulțiri vectoriale	11
2.4.1 Înmulțirea unui vector cu un scalar	11
2.4.2 Produsul scalar	11
2.4.3 Produsul vectorial	12
2.4.4 Produsul mixt	13
2.4.5 Produsul vectorial dublu	13
2.5 Noțiuni de bază în analiza vectorială	14
2.5.1 Derivata și diferențiala unei funcții vectoriale	14
2.5.2 Interpretări geometrice	15
2.5.3 Reguli de derivare vectorială	16
2.5.4 Integrarea funcțiilor vectoriale	16
2.5.5 Reguli de integrare vectorială	17
2.6 Relații matriceale între vectori	18
2.6.1 Generalități	18
2.6.2 Expresia matriceală a unui vector	19
2.6.3 Operațiuni vectoriale sub formă matriceală	19

PARTEA II-a STATICA

3 REDUCEREA SISTEMELOR DE FORȚE	22
3.1 Generalități asupra forțelor	22
3.1.1 Efectul mecanic al forței	22
3.1.2 Definiția analitică a forței	22
3.1.3 Momentul unei forțe față de un punct	23
3.1.4 Momentul unei forțe față de o axă	24
3.1.5 Teorema momentelor	25
3.1.6 Cuplul de forțe	26

3.2	Reducerea forțelor concurente	27
3.2.1	Generalități	27
3.2.2	Calculul grafic	27
3.2.3	Calculul analitic	28
3.3	Reducerea sistemelor de forțe oarecare	28
3.3.1	Reducerea unei forțe într-un punct. Torsor	28
3.3.2	Torsorul unui sistem de forțe oarecare	29
3.3.3	Variația torsorului la schimbarea punctului de reducere. Invarianți.	30
3.3.4	Torsor minimal. Axa centrală	32
3.3.5	Cazurile de reducere	33
3.4	Reducerea sistemelor particulare de forțe	36
3.4.1	Reducerea forțelor coplanare	36
3.4.2	Reducerea forțelor paralele	38
3.4.3	Reducerea forțelor distribuite	42
4.	CENTRE DE MASĂ	45
4.1	Generalități	45
4.2	Centrul de masă al unui sistem de puncte materiale	45
4.3	Centrul de masă al unui corp solid rigid	47
4.4	Corpuri omogene	47
4.4.1	Densitatea	47
4.4.2	Poziția centrului de masă	48
4.4.3	Corpuri definite analitic	49
4.4.4	Curbe plane	50
4.4.5	Curbe în spațiu	53
4.4.6	Suprafețe plane	54
4.4.7	Suprafețe în spațiu	59
4.4.8	Volume	63
4.5	Corpuri compuse	67
4.6	Corpuri de rotație	74
4.7	Metode speciale de calcul	75
5.	STATICA PUNCTULUI MATERIAL	80
5.1	Generalități	80
5.2	Legăturile punctului material	80
5.3	Legături definite analitic	82
5.4	Legături cu frecare	83
5.5	Echilibrul punctului material	84
6.	STATICA SOLIDULUI RIGID	89
6.1	Generalități	89
6.2	Legăturile solidului rigid	89
6.3	Echilibrul solidului rigid	93
6.4	Frecarea în legăturile solidului rigid	96
6.4.1	Frecarea de alunecare	97
6.4.2	Frecarea de rostogolire	97
6.4.3	Frecarea de pivotare	102
6.4.4	Frecarea în articulații	104
6.4.5	Frecarea firelor	106

7. STATICA SISTEMELOR DE CORPURI	110
7.1 Generalități	110
7.2 Metoda izolării corpurilor	112
7.3 Grinzi cu zăbrele	117
8. STATICA FIRELOR	122
8.1 Generalități	122
8.2 Ecuațiile generale de echilibru	122
8.3 Ecuațiile de echilibru în coordonate carteziane	124
8.4 Ecuațiile de echilibru în triedrul Frenet	124
8.5 Funcții hiperbolice. Relații generale	125
8.6 Studiul general al firului omogen greu	126
8.7 Probleme speciale în statica firelor	129
8.7.1 Firul foarte întins	129
8.7.2 Firul cu lungime impusă	130
8.7.3 Firul cu sarcină adițională fixă	134
8.7.4 Firul cu sarcină adițională mobilă	135

PARTEA III-a CINEMATICA

9. CINEMATICA PUNCTULUI MATERIAL	137
9.1 Generalități	137
9.1.1 Parametrii cinematici generali	137
9.1.2 Parametrii cinematici unghiulari	139
9.2 Parametrii cinematici ai mișcării în diferite sisteme de coordonate	140
9.2.1 Coordonate carteziane	140
9.2.2 Coordonate polare	143
9.2.3 Coordonate cilindrice	147
9.2.4 Coordonate sferice	148
9.2.5 Coordonate intrinseci (Frenet)	151
9.3 Mișcări particulare ale punctului material	155
9.3.1 Mișcarea rectilinie	155
9.3.2 Mișcarea circulară	156
9.3.3 Mișcarea uniformă pe elicea circulară	158
9.3.4 Mișcarea oscilatorie armonică	159
10. CINEMATICA SOLIDULUI RIGID	161
10.1 Generalități	161
10.2 Parametrii cinematici ai mișcării solidului rigid	162
10.3 Mișcări particulare simple ale solidului rigid	165
10.3.1 Mișcarea de translație	165
10.3.2 Mișcarea de rotație	166
10.3.3 Mișcarea elicoidală	169
10.4 Mișcarea plan-paralelă	171
10.4.1 Caracteristici generale ale mișcării	171
10.4.2 Puncte speciale în planul mișcării	173
10.4.3 Studiul vectorial al vitezelor și accelerațiilor	178
10.4.4 Metode grafo-analitice	180
10.4.5 Metoda analitică	189
10.5 Mișcarea corpului cu un punct fix	196

11. MIȘCĂRI COMPUSE	199
11.1 Generalități	199
11.2 Mișcări compuse ale punctului material	200
11.2.1 Studiul vectorial și matriceal al parametrilor cinematici	200
11.2.2 Metoda analitică	207
11.3 Mișcări compuse ale solidului rigid	213
11.3.1 Definirea mișcărilor	213
11.3.2 Parametrii cinematici în cazul general	213
11.3.3 Parametri unghiulari ai mișcării absolute	215
11.4 Mișcări compuse particulare	216
11.4.1 Compuneri de translații	216
11.4.2 Compuneri de rotații paralele	217
11.4.3 Compuneri de rotații concurente	218
12. CINEMATICA SISTEMELOR DE CORPURI	220
12.1 Generalități	220
12.2 Transmisii mecanice simple	221
12.3 Transmisii complexe prin fire	223
12.4 Mecanisme uzuale simple	226
12.4.1 Mecanismul bielă-manivelă	226
12.4.2 Mecanismul patrulater articulată	228
12.4.3 Mecanismul cu culisă oscilantă	233
12.4.4 Mecanism cu lanț cinematic deschis	234

PARTEA IV-a DINAMICA PUNCTULUI MATERIAL

13. ANALIZA DINAMICĂ A PUNCTULUI MATERIAL	241
13.1 Generalități	241
13.1.1 Obiectivul analizei dinamice	241
13.1.2 Parametrii dinamici generali	241
13.1.3 Funcția de forță. Forțe conservative.	243
13.1.4 Teoremele generale ale Dinamicii în cazul punctului material	246
13.2 Dinamica punctului material liber	247
13.2.1 Ecuațiile generale de mișcare în diferite sisteme de coordonate	247
13.2.2 Integrarea numerică a ecuațiilor de mișcare	249
13.2.3 Mișcarea punctului material greu în vid	250
13.2.4 Mișcarea punctului material greu în mediu rezistent	252
13.2.5 Mișcarea punctului material acționat de o forță centrală. Cazul general	256
13.2.6...Mișcarea punctului material sub acțiunea forței de atracție universală	261
13.3 Dinamica punctului material supus la legături	266
13.3.1 Ecuațiile mișcării	266
13.3.2 Mișcarea pe planul înclinat	267
13.3.3 Pendulul sferic	270
13.3.4 Pendulul matematic	275
13.3.5 Micile oscilații ale pendulului matematic	276

14. DINAMICA MIȘCĂRII OSCILATORII A PUNCTULUI MATERIAL	281
14.1 Generalități	281
14.2 Oscilații libere fără amortizare	282
14.3 Oscilații libere cu amortizare	284
14.4 Oscilații forțate fără amortizare	287
14.5 Oscilații forțate cu amortizare	290
15. DINAMICA MIȘCĂRII RELATIVE A PUNCTULUI MATERIAL	293
15.1 Generalități	293
15.2 Ecuația generală a mișcării relative	293
15.3 Mișcarea unei culise pe o bară oblică în rotație	296
15.4 Mișcarea unei particule pe suprafața interioară a unui cilindru înclinat	301

PARTEA V-a DINAMICA SOLIDULUI RIGID

16. MOMENTE DE INERȚIE MECANICE	306
16.1 Generalități	306
16.2 Variația momentelor de inerție față de axe paralele	308
16.3 Variația momentelor de inerție față de axe concurente	309
16.4 Direcții și momente principale de inerție	311
16.5 Momente de inerție uzuale	316
16.5.1 Relațiile generale	316
16.5.2 Momentele de inerție la barele omogene	317
16.5.3 Momentele de inerție la plăcile omogene	319
16.5.4 Momentele de inerție la volumele omogene	328
16.5.5 Metode speciale de calcul	334
17. DINAMICA SOLIDULUI RIGID	337
17.1 Calculul parametrilor dinamici	337
17.1.1 Generalități	337
17.1.2 Cazul mișcării de translație	338
17.1.3 Cazul mișcării de rotație în jurul unui punct fix	339
17.1.4 Cazul mișcării de rotație în jurul unei axe fixe	341
17.1.5 Cazul mișcării plan-paralele	343
17.2 Teoremele generale în dinamica solidului rigid	344
17.3 Teoremele generale în mișcarea relativă a solidului rigid față de centrul său de masă	346
17.4 Discuție asupra teoremelor generale	349
18. DINAMICA MIȘCĂRILOR PARTICULARE ALE SOLIDULUI RIGID	352
18.1 Mișcarea de translație	352
18.2 Mișcarea de rotație față de o axă fixă	352
18.2.1 Sistemul de ecuații	352
18.2.2 Echilibrarea rotorilor	355
18.2.3 Pendulul fizic	357
18.3 Mișcarea de rotație față de un punct fix	360
18.3.1 Sistemul de ecuații	360
18.3.2 Giroscopul	362
18.3.3 Efectul giroscopic	368
18.4 Mișcarea plan-paralelă	369

19. DINAMICA SISTEMELOR DE CORPURI	372
19.1 Generalități	372
19.2 Metoda impulsului	373
19.3 Metoda energiei cinetice	377
20. CIOCNIRI ȘI PERCUȚII	381
20.1 Generalități	381
20.2 Teoremele generale în studiul ciocnirilor	382
20.3 Ciocnirea centrică a două sfere	387
20.4 Ciocnirea oblică a două sfere	387
20.5 Ciocnirea unei sfere cu o suprafață fixă	388
20.6 Ciocnirea unei sfere cu un corp rotitor	389
Partea VI-a MECANICA ANALITICĂ	
21. PRINCIPIUL LUI D'ALEMBERT	392
21.1 Forța de inerție	392
21.2 Torsorul de inerție la solidul rigid	394
21.3. Principiul lui D'Alembert la solidul rigid	398
21.4 Metoda cinetostatică la sistemele de corpuri	399
21.5 Metoda cinetostatică la mecanismele plane	404
22. PRINCIPIUL LUCRULUI MECANIC VIRTUAL	409
22.1 Legături și deplasări în Mecanica Analitică	409
22.2 Lucrul mecanic virtual	410
22.3 Principiul lucrului mecanic virtual în cazul echilibrului	411
22.4 Principiul lucrului mecanic virtual în cazul mișcării	413
23. ECUAȚIILE LUI LAGRANGE	418
23.1 Abstractizări în Mecanica Analitică	418
23.2 Echilibrul sistemelor cu mai multe grade de libertate	419
23.3 Deducerea ecuațiilor lui Lagrange	420
23.4 Funcția de forță și funcția disipativă pentru cazurile uzuale	424
23.5 Aplicații ale ecuațiilor lui Lagrange	427
23.5.1 Sisteme cu un grad de libertate	427
23.5.2 Sisteme cu mai multe grade de libertate	429
24. DINAMICA SISTEMELOR OSCILANTE	431
24.1 Generalități	431
24.2 Oscilatorul liniar	431
24.3 Sisteme cu un grad de libertate	434
24.4 Sisteme cu mai multe grade de libertate	437