

Obsah

1	Úvod	9
2	Fyzika makrosvětá	10
2.1	Fyzikální veličiny a jejich jednotky	10
2.1.1	Rozdělení fyzikálních veličin	11
2.1.2	Fyzikální jednotky	11
2.1.3	Fyzikální pole	12
I	Klasická mechanika	16
3	Úvod	17
4	Souřadnicové systémy	19
4.1	Kartézská souřadnicová soustava	19
4.2	Křivočaré souřadnicové soustavy	21
4.2.1	Cylindrická (válcová) souřadnicová soustava	24
4.2.2	Polární souřadnicová soustava	26
4.2.3	Sférická (kulová) souřadnicová soustava	26
5	Kinematika hmotného bodu	30
5.1	Trajektorie hmotného bodu	30
5.2	Jednorozměrný pohyb	32
5.2.1	Rychlost	32
5.2.2	Zrychlení	33
5.3	Vícerozměrný pohyb (pohyb v prostoru)	34
5.3.1	Rychlost	34
5.3.2	Zrychlení	36
5.4	Pohyb po kružnici	37
5.5	Dostředivé zrychlení	40
5.6	Obecný křivočarý pohyb	40
5.6.1	Grafické odvození normálové a tečné složky zrychlení	40
5.6.2	Vektorové odvození normálové a tečné složky zrychlení	44
5.6.3	Popis rovinného pohybu v polárních souřadnicích	47
5.6.4	Skládání a rozkládání pohybu. Pohyb v homogenním tíhovém poli	49
6	Dynamika hmotného bodu	52
6.1	Základní úlohy dynamiky	55
6.2	Galileiho princip relativity a Galileiho transformace	56

7	Neinerciální vztažné soustavy	59
7.1	Rotující neinerciální soustava	59
7.1.1	Pohybová rovnice pro rotující soustavu a setrvačné síly	63
7.1.2	Odstředivá síla	64
7.1.3	Coriolisova síla	66
7.2	Pohybová rovnice pro neinerciální translační soustavu	67
7.3	Pohybová rovnice pro soustavu konající obecný pohyb	69
7.4	Pohybová rovnice hmotného bodu pohybujícího se blízko nad zemským povrchem pro soustavu pevně spojenou s rotující Zemí	70
7.4.1	Projevy Coriolisovy síly na Zemi	75
8	Práce, výkon, impuls síly a mechanická energie	76
8.1	Práce, výkon a impuls síly	76
8.2	Rozdělení sil a mechanická energie	79
8.3	Tření a odpor prostředí	85
8.3.1	Tření smykové	85
8.3.2	Odpor při valení (valivé tření)	88
9	Analytická mechanika	89
9.1	Klasifikace vazeb a zobecněné souřadnice	89
9.2	Lagrangeovy rovnice 2. druhu	93
9.3	Integrály pohybu a cyklické souřadnice	100
9.4	Zákony zachování z pohledu Lagrangeova formalismu	103
9.4.1	Zákon zachování hybnosti soustavy	104
9.4.2	Zákon zachování momentu hybnosti	105
9.4.3	Zákon zachování mechanické energie	109
9.5	Hamiltonovy kanonické rovnice pohybu	109
9.5.1	Fázový prostor	112
9.6	Odvození Lagrangeových rovnic druhého druhu pro kartézské souřadnice a jejich zobecnění	113
9.7	Základní informace k variačnímu počtu	115
9.7.1	Notace δ	117
9.8	Odvození Lagrangeových rovnic 2. druhu na základě integrálního principu	120
10	Gravitační pole	123
10.1	Gravitační pole tenké hmotné kulové slupky	130
10.2	Gravitační pole uvnitř a vně homogenní duté koule. Gravitační pole vně homogenní plné koule	132
10.3	Gravitační pole vně po vrstvách homogenní plné koule	134
10.4	Gravitační pole uvnitř homogenní koule	135
10.5	Gaussův zákon a Poissonova rovnice	137
11	Mechanické kmity	140
11.1	Netlumený mechanický oscilátor	141
11.2	Tlumený mechanický oscilátor	144
11.3	Vynucené (nucené) kmitání tlumeného mechanického oscilátoru	149
11.4	Fyzikální oscilátory	155

12 Pohyb hmotného bodu v centrálním silovém poli	156
12.1 Moment síly a moment hybnosti	156
12.2 Pohybové rovnice a konstanty pohybu hmotného bodu v centrálním silovém poli	157
12.3 Rovnice trajektorie hmotného bodu v centrálním silovém poli	160
12.4 Keplerova úloha	161
12.5 Kvalitativní analýza pomocí efektivní potenciální energie	167
13 Dynamika soustavy hmotných bodů	170
13.1 První věta impulzová	170
13.2 Hmotný střed soustavy hmotných bodů	172
13.3 Druhá věta impulzová	173
13.4 Energie soustavy hmotných bodů	175
14 Srážka těles	178
14.1 Klasifikace srážek	178
14.2 Zákony zachování při srážkách částic	179
14.3 Dokonale pružná čelní srážka	179
14.4 Dokonale nepružná čelní srážka	181
15 Mechanika tuhého tělesa	183
15.1 Základní pojmy	183
15.2 Obecný pohyb tuhého tělesa	185
15.2.1 Šroubovitý pohyb tělesa	188
15.3 Pohybové rovnice tuhého tělesa	189
15.4 Otáčivý pohyb tělesa kolem pevné osy	191
15.4.1 Kinetická energie a moment setrvačnosti tuhého tělesa	191
15.4.2 Steinerova věta	192
15.4.3 Moment hybnosti vzhledem k pevné ose	193
15.4.4 Pohybová rovnice rotujícího tělesa kolem pevné osy	194
15.4.5 Práce vnějších sil při rotačním pohybu kolem pevné osy	195
15.5 Rotace kolem pevného bodu	196
15.6 Elipsoid setrvačnosti	202
15.7 Určení geometrického vztahu mezi směrem vektoru momentu hybnosti a vektoru úhlové rychlosti	207
15.8 Nalezení hlavních os setrvačnosti	210
15.9 Vliv odstředivých sil při nevyvážené rotaci tělesa	216
15.10 Druhy setrvačnicků	218
15.11 Eulerovy úhly a Eulerovy kinematické rovnice	219
15.12 Eulerovy dynamické rovnice	221
15.13 Volný setrvačnick	222
15.14 Těžký setrvačnick otáčející se kolem pevného bodu	226
16 Statika tuhého tělesa	232
16.1 Skládání sil	232
16.2 Rovnováha tuhého tělesa	238

17	Mechanika kontinua	240
17.1	Tenzor napětí	240
17.1.1	Obecná rovnice rovnováhy kontinua	244
17.2	Tenzor deformace	247
17.2.1	Geometrický význam složek tenzoru malých deformací	249
17.2.2	První invariant tenzoru malé deformace	253
17.3	Zobecněný Hookův zákon	254
17.4	Youngův modul, Poissonova konstanta, modul torze	256
17.5	Pohybové rovnice kontinua	260
17.6	Mechanika tekutin	262
17.6.1	Statika tekutin	263
17.7	Kinematika tekutin	267
17.8	Dynamika tekutin	270
17.8.1	Rovnice kontinuity	270
17.8.2	Eulerova rovnice	272
17.8.3	Bernoulliho rovnice	272
17.9	Navierova-Stokesova rovnice	276
II	Speciální teorie relativity	279
18	Speciální teorie relativity	280
18.1	Postuláty speciální teorie relativity a speciální Lorentzova transformace	280
18.2	Obecná Lorentzova transformace	284
18.3	Skládání rychlostí	285
18.4	Dilatace času	287
18.5	Kontrakce délky	288
18.6	Současnost, minulost a budoucnost z pohledu speciální teorie relativity	289
18.7	Časoprostorový interval	291
18.7.1	Relativistický Dopplerův jev	292
18.8	Relativistická dynamika	294
18.8.1	Síla, pohybová rovnice a energie	297
18.8.2	Transformace hmotnosti a energie	299
18.8.3	Transformace hybnosti a síly	300
18.9	Pomalá Lorentzova transformace	302
18.9.1	Pomalá transformace síly	303
18.10	Shrnutí získaných poznatků ze speciální teorie relativity	305
III	Elektrické a magnetické pole	307
19	Elektrostatika	308
19.1	Elektrický náboj	309
19.2	Coulombův zákon a elektrické pole	310
19.3	Intenzita elektrického pole a elektrický potenciál	314

20 Gaussův zákon a Poissonova rovnice	320
20.1 Gaussův zákon v integrálním a diferenciálním tvaru	320
20.2 Poissonova rovnice	323
20.3 Elektrické pole nabitě roviny	324
20.4 Elektrické pole dvou opačně nabitých rovin	325
20.5 Elektrostatické pole a potenciál nabitě koule	326
20.6 Práce elektrostatické síly a elektrická energie nábojů	329
20.6.1 Práce elektrostatického pole při přemísťování elektrického náboje	329
20.7 Elektrická energie bodových nábojů	331
20.8 Elektrická energie spojitě rozložených nábojů a elektrostatického pole	332
20.9 Schematické shrnutí výsledných vztahů	335
21 Multipólový rozvoj a pole elektrického dipólu	336
21.1 Multipólový rozvoj	336
21.2 Elektrické pole dipólu	339
22 Elektrostatické pole v materiálovém prostředí	343
22.1 Dielektrika a jejich polarizace	343
22.2 Elektrické pole polarizovaného dielektrika	345
22.3 Gaussův zákon v dielektriku	348
22.4 Dielektrika v elektrostatickém poli	349
22.4.1 Elektrostatické pole na rozhraní dvou dielektrik	352
22.4.2 Vlastnosti dielektrik	354
22.5 Vodiče v elektrostatickém poli	355
22.6 Kapacita vodiče a kondenzátor	360
22.6.1 Kapacita osamocené vodiče	360
22.6.2 Kapacita dvou vodičů (elektrický kondenzátor)	361
22.6.3 Elektrická energie kondenzátoru	362
23 Elektrodynamika	364
23.1 Elektrický proud a hustota proudu	364
23.2 Rovnice kontinuity elektrického proudu	370
23.3 Stacionární elektrické pole	371
23.3.1 Ohmův zákon	373
23.3.2 Relaxační doba	375
23.3.3 Jouleův zákon	376
23.3.4 Elektromotorické napětí	377
24 Stacionární magnetické pole	380
24.1 Magnetická indukce a Lorentzova síla	380
24.2 Biotův-Savartův-Laplaceův zákon	382
24.3 Ampèrův zákon magnetické síly a vzájemné silové působení dvou vodičů protékaných elektrickým proudem	385
24.4 Hallův jev	388
24.5 Ampèrův zákon celkového proudu	389
24.6 Vektorový potenciál magnetického pole	392
24.7 Magnetický dipól	393
24.8 Schematické shrnutí výsledných vztahů	395
24.9 Stacionární magnetické pole v materiálovém prostředí	395
24.9.1 Vliv materiálového prostředí na magnetické pole	395

24.10	Pole magneticky polarizovaného materiálu	397
24.11	Ampèrův zákon celkového proudu v materiálovém prostředí	399
24.12	Magnetické vlastnosti látek	401
24.12.1	Rozdělení látek podle jejich magnetických vlastností	401
24.12.2	Stacionární magnetické pole na rozhraní dvou prostředí	405
25	Elektromagnetické pole	408
25.1	Faradayův zákon elektromagnetické indukce	408
25.2	Maxwellovo zobecnění Ampèrova zákona celkového proudu pro nestacionární elektromagnetické pole	414
25.3	Úplná soustava Maxwellových rovnic	417
25.4	Kvazistacionární elektromagnetické pole	418
25.5	Indukčnost vodičů a energie magnetického pole v kvazistacionárním přiblížení	419
25.5.1	Vlastní indukčnost vodiče a vlastní indukce	419
25.5.2	Vzájemná indukčnost vodičů a vzájemná indukce	420
25.6	Energie magnetického pole	421
25.7	Energie elektromagnetického pole, Poyntingova věta	423
A	Některé vektorové identity	427