

OBSAH

Předmluva	3
Obsah	5
Nejdůležitější používaná označení	9
1 ÚVOD	13
1.1 Počátky rozvoje raketové techniky a osvojování kosmického prostoru	13
1.1.1 Předkosmická éra	13
1.1.2 Období teoretických příprav a zdůvodňování možností kosmických letů	14
1.1.3 Experimentální vypouštění raket	15
1.1.4 Nástup kosmických letů (éra kosmonautiky od r.1957)	16
1.2 Mechanika kosmického letu. Definice a rozdělení kosmických letadel	19
2 ZÁKLADNÍ POJMY A ZÁKONY MECHANIKY KOSMICKÉHO LETU	22
2.1 Gravitační zákon. Newtonovy pohybové zákony	22
2.2 Gravitační pole a jeho popis	25
2.2.1 Intenzita gravitačního pole	25
2.2.2 Gravitační potenciál	25
2.2.3 Tíhová síla a tíhové zrychlení	27
3 PASIVNÍ POHYB KOSMICKÝCH TĚLES V CENTRÁLNÍM GRAVITAČNÍM POLI	31
3.1 Problém dvou těles. Pohybové rovnice	31
3.1.1 Obecné pohybové rovnice dvou těles	32
3.1.2 Pohyb společného těžiště dvou těles	33
3.1.3 Relativní pohyb v soustavě s počátkem v těžišti obou těles	33
3.1.4 Restringovaný problém dvou těles	35
3.2 Keplerovy zákony	36
3.2.1 První Keplerův zákon – tvar oběžné dráhy	36
3.2.2 Druhý Keplerův zákon – zákon ploch	45
3.2.3 Třetí Keplerův zákon – oběžná doba	47
3.3 Energie kosmického tělesa při pohybu v centrálním gravitačním poli	48
3.3.1 Specifická mechanická energie	48
3.3.2 Specifická energetická konstanta	49
3.3.3 Kosmické rychlosti a dráhy letu	50
3.4 Časový průběh pohybu kosmického tělesa na oběžné dráze	53

3.4.1	Keplerova rovnice pro eliptickou dráhu – vztah mezi střední a excentrickou anomálií.....	53
3.4.2	Vztah mezi modulem polohového vektoru a excentrickou anomálií	57
3.4.3	Vztah mezi pravou a excentrickou anomálií	57
3.4.4	Keplerova rovnice pro hyperbolickou dráhu - vztah mezi střední a excentrickou anomálií.....	64
3.4.5	Vztah mezi pravou a excentrickou anomálií pro hyperbolu	66
3.5	Poloha a rychlost kosmického tělesa v rovině oběžné dráhy	67
3.5.1	Perifokální souřadnicová soustava	67
3.5.2	Stavový vektor v perifokální souřadnicové soustavě. Sklon dráhy letu.....	70
3.5.3	Výpočet polohy a rychlosti z počátečních podmínek	71
3.6	Poloha a rychlost kosmického tělesa na dráze v prostoru	81
3.6.1	Elementy dráhy.....	82
3.6.2	Geocentrická rovníková souřadnicová soustava	83
3.6.3	Geocentrická sférická souřadnicová soustava	93
3.6.4	Rotující geocentrické souřadnicové soustavy.....	104
3.7	Určování oběžných drah z pozorování.....	105
3.7.1	Časomíra – určování epochy.....	105
3.7.2	Vliv zploštění Země. Geodetické souřadnice	110
3.7.3	Topocentrická rovníková souřadnicová soustava.....	116
3.7.4	Topocentrická horizontální souřadnicová soustava	120
3.7.5	Stanovení oběžné dráhy z měření úhlů a vzdáleností	126
3.7.6	Stanovení dráhy ze dvou poloh a času. Lambertův problém.....	133
3.8	Vliv nesféřičnosti Země na oběžnou dráhu	139
3.8.1	Stáčení (regrese) uzlových bodů oběžné dráhy	140
3.8.2	Změna argumentu perigea oběžné dráhy.....	140
3.9	Speciální typy oběžných drah	141
3.9.1	Heliosynchronní oběžná dráha Země	141
3.9.2	Geosynchronní oběžná dráha	143
3.9.3	Geostacionární oběžná dráha.....	144
3.9.4	Oběžná dráha typu Molnija	145
4	AKTIVNÍ POHYB KOSMICKÝCH TĚLES. DYNAMIKA POHYBU RAKETY	146
4.1	Pohyb tělesa s proměnlivou hmotností. Vznik reaktivní síly	146
4.1.1	Meščerského rovnice.....	146
4.1.2	Ciolkovského rovnice. Ideální charakteristická rychlost rakety	147
4.2	Síly působící na nosnou raketu	148
4.2.1	Propulzní síla – tah.....	149

4.2.2	Aerodynamické síly	150
4.3	Obecné pohybové rovnice nosné rakety	156
4.4	Letové výkony nosné rakety	159
4.4.1	Základní pojmy a potřebné vztahy pro řešení letových výkonů nosné rakety	159
4.4.2	Koncepční uspořádání a hmotnostní charakteristiky nosných raket.....	161
4.4.3	Řešení letových výkonů jednostupňových raket při vertikálním vzletu ..	166
4.4.4	Řešení letových výkonů vícestupňových raket při vertikálním vzletu	171
4.4.5	Optimalizace hmotnostní struktury vícestupňových nosných raket	177
4.5	Vypuštění kosmického tělesa na oběžnou dráhu	183
4.5.1	Charakteristická rychlost vypuštění umělé družice	183
4.5.2	Trajektorie vyvedení kosmického tělesa na oběžnou dráhu	185
4.5.3	Stanovení oběžné dráhy z finálních podmínek při dohoření pohonných látek	189
4.5.4	Vliv zeměpisné šířky a azimutu na sklon oběžné dráhy	190
5	MANÉVROVÁNÍ NA OBĚŽNÉ DRÁZE	194
5.1	Jednoimpulsní změny oběžné dráhy	194
5.1.1	Změna oběžné dráhy v její rovině	194
5.1.2	Změna oběžné dráhy v její rovině s pootočením přímky apsid	199
5.1.3	Změna sklonu oběžné dráhy v uzlovém bodě.....	205
5.1.4	Změna sklonu oběžné dráhy s pootočením uzlové přímky.....	206
5.1.5	Kombinovaná změna oběžné dráhy.....	209
5.2	Přechodové dráhy.....	211
5.2.1	Obecná přechodová dráha mezi kruhovými oběžnými dráhami	212
5.2.2	Hohmannova přechodová dráha mezi kruhovými oběžnými dráhami....	215
5.2.3	Bieliptická přechodová dráha mezi kruhovými oběžnými dráhami.....	219
5.2.4	Přechodová dráha z kruhové na eliptickou oběžnou dráhu	222
5.2.5	Přechodová dráha mezi koaxiálními eliptickými oběžnými dráhami.....	224
5.2.6	Rychlý přechod mezi koaxiálními eliptickými oběžnými dráhami	229
5.2.7	Přechod na geostacionární oběžnou dráhu	234
5.3	Setkávací manévry	236
5.3.1	Setkávací manévr využitím Hohmannovy přechodové dráhy	237
5.3.2	Setkávací manévry na stejné oběžné dráze	239
6	MEZIPLANETÁRNÍ LETY.....	243
6.1	Sféry vlivu nebeských těles.....	243
6.2	Hohmannovy heliocentrické trajektorie letů k planetám	247

6.3	Stanovení odletových a příletových trajektorií k planetám.....	251
6.3.1	Odlet z parkovací oběžné dráhy kolem planety	251
6.3.2	Přílet k planetě a přechod na oběžnou dráhu	256
6.4	Gravitační manévry.....	262
6.5	Třetí a čtvrtá kosmická rychlost.....	266
7	NÁVRATOVÉ PROBLÉMY.....	268
7.1	Všeobecný úvod.....	268
7.1.1	Motorický návrat na planety bez atmosféry.....	268
7.1.2	Aerodynamický návrat.....	269
7.2	Pohyb kosmického letadla při sestupu v atmosféře.....	272
7.2.1	Souřadnicové soustavy a kinematické veličiny	273
7.2.2	Pohybové rovnice.	275
7.2.3	Atmosféra	277
7.3	Balistický sestup v atmosféře. Odporový násobek zatížení.....	278
7.4	Sestup v atmosféře s využitím vztlaku.....	281
7.4.1	Výsledný násobek zatížení	281
7.4.2	Vstupní koridor	284
7.4.3	Vzdálenost místa přistání.....	286
7.5	Aerodynamický ohřev.....	286
7.5.1	Teplota ve stagnačním bodě.....	287
7.5.2	Tepelný tok	289
	Použitá a doporučená literatura	295
	Příloha A - Vztah mezi specifickým momentem hybnosti a Lagrangeovými koeficienty	299
	Příloha B - Odvození vektoru excentricity	300
	Příloha C - Řešení speciální goniometrická rovnice	302
	Příloha D - Převod anglických jednotek do soustavy SI	303
	Příloha E - Anglicko-český slovníček základních pojmů	304