

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	9
Rozdział 1.	
RAKIEŃNICTWO I ASTRONAUTYKA W UJĘCIU HISTORYCZNYM	11
1.1. Kierunki rozwoju astronautyki	11
1.2. Załogowe misje kosmiczne	16
1.2.1. Załogowe misje marsjańskie	16
1.2.2. Załogowe misje w okolicy Wenus	19
1.2.3. Załogowe misje na Merkurego	21
1.2.4. Załogowe misje w okolicy Jowisza i Saturna	21
1.2.5. Stacja kosmiczna LOP-G	22
1.3. Praktyczne zastosowanie astronautyki	25
1.4. Historia rakiectwa i ojcowie astronautyki	26
1.5. Rakiectwo i astronautyka w Polsce	69
1.6. Europejskie programy kosmiczne	73
1.7. Programy kosmiczne w wybranych krajach	75
1.8. Prywatne inicjatywy kosmiczne	78
Literatura do rozdziału 1	90
Rozdział 2.	
UKŁAD SŁONECZNY	95
2.1. Słońce	95
2.2. Planety	99
2.3. Księżycy planet	128
2.4. Planety karłowate	131
2.5. Komety i planetoidy	133
2.6. Granice układu słonecznego	140
Literatura do rozdziału 2	141
Rozdział 3.	
ZIEMIA, JEJ NAJBLIŻSZE SĄSIEDZTWO I ATMOSFERY PLANETARNE ...	145
3.1. Atmosfera ziemska i jej modele matematyczne	145
3.1.1. Atmosfera wzorcowa ISA	145
3.1.2. Atmosfera wzorcowa CIRA 2012	155
3.2. Magnetosfera ziemska i pasy promieniowania korpuskularnego wokół Ziemi	158
3.3. Atmosfery innych planet	162
3.3.1. Atmosfera Wenus	162
3.3.2. Atmosfera Marsa	163
3.3.3. Atmosfera Jowisza	165
Literatura do rozdziału 3	167

Rozdział 4.

WPROWADZENIE DO MECHANIKI NIEBIESKIEJ	169
4.1. Układy współrzędnych	169
4.1.1. Astronomiczne układy współrzędnych	169
4.1.2. Układ równikowy	170
4.1.3. Układ horyzontalny (azymutalny)	174
4.1.4. Układ ekliptyczny	175
4.2. Krzywe stożkowe	176
4.3. Elementy orbitalne. Zapis TLE	179
4.4. Newtonowskie pole grawitacyjne	183
4.5. Charakterystyki czasowe ruchu w polu grawitacyjnym	189
4.6. Własności pola grawitacyjnego	190
4.6.1. Prędkości kosmiczne	190
4.6.2. Charakterystyki położenia satelity	194
4.6.3. Ruch po orbicie eliptycznej	196
4.6.4. Ruch po orbicie hiperbolicznej	197
4.7. Zagadnienie trzech ciał	198
4.8. Rezonanse i koorbitacja	201
4.8.1. Rezonans orbitalny – obiekty koorbitalne	201
4.8.2. Orbity Halo	203
4.8.3. Orbity Lissajous	203
4.8.4. Rezonans Lidowa-Kozai	204
4.8.5. Strefy oddziaływania mas przyciągających grawitacyjnie	205
4.8.6. Problem zderzenia	207
4.9. Manewry orbitalne	208
4.9.1. Niska orbita wokółziemska	208
4.9.2. Wpływ oporu aerodynamicznego na ruch satelity: zmiana wysokości i „czas życia” satelity z uwzględnieniem hamowania atmosferycznego	210
4.9.3. Wlot powrotny statku w atmosferę („re-entry”)	217
Literatura do rozdziału 4.	219

Rozdział 5.

LOTY MIĘDZYPLANETARNE	221
5.1. Heliocentryczne orbity transferowe	221
5.2. Transfer bi-eliptyczny Sternfelda	223
5.3. Przeloty między orbitami niekoplanarnymi	227
5.4. Asysta grawitacyjna	232
5.5. Orbity spiralne przy małym stałym ciągu	236
Literatura do rozdziału 5.	238

Rozdział 6.

NAPEŁDY KOSMICZNE	239
6.1. Dysza silnika raketowego	239
6.1.1. Przepływ przez dyszę silnika raketowego	239
6.1.2. Ciąg oraz impuls jednostkowy silnika raketowego	248
6.1.3. Sprawność silnika raketowego	250

6.2. Napęd raketowy na chemiczne materiały pędne.....	253
6.2.1. Silniki na stałe materiały pędne	253
6.2.2. Silniki na ciekłe materiały pędne	257
6.2.3. Silniki na hybrydowe materiały pędne.....	258
6.3. Silniki raketowe wspomagane powietrznie	262
6.4. Silnik strumieniowy.....	263
6.5. Jądrowe silniki raketowe	266
6.5.1. Bezpośredni napęd jądrowy	266
6.5.2. Pośredni napęd jądrowy	267
6.5.3. Magnetyczno-bezwładnościowy napęd jądrowy	271
6.5.4. Jądrowy napęd bezpośredni	271
6.5.5. Radioizotopowy napęd jądrowy.....	272
6.5.6. Jądrowy napęd detonacyjny	272
6.6. Jonowe napędy kosmiczne	276
6.6.1. Napęd z efektem Halla.....	276
6.6.2. Elektrostatyczne silniki jonowe	278
6.7. Magneto hydrodynamiczne napędy raketowe	279
6.8. Rakiet magnetoplazmowa o zmiennej wartości impulsu właściwego (VASIMR)	279
6.9. Żagiel słoneczny.....	282
6.10. Pętla magnetyczna (żagiel magnetyczny)	287
6.11. Żagiel elektryczny	289
6.12. Napęd anihilacyjny antymaterijny	290
Literatura do rozdziału 6.....	291
Rozdział 7.	
LOT RAKIETOWY	295
7.1. Ruch ciała o zmiennej masie	295
7.1.1. Równanie Mieszczyńskiego	295
7.1.2. Wzór Ciołkowskiego	295
7.2. Start z planety nieobracającej się w ujęciu uproszczonym.....	296
7.3. Stopniowanie rakiet w ujęciu elementarnym	301
7.4. Optymalizacja stopniowania rakiety	303
7.5. Realizowane praktycznie trajektorie startowe. Położenie kosmodromów na kuli Ziemskiej.....	304
7.6. Ruch rakiet relatywistycznej	308
Literatura do rozdziału 7.....	311
Rozdział 8.	
ELEMENTY AERODYNAMIKI STATKÓW KOSMICZNYCH	313
8.1. Elementy aerodynamiki rakiety	313
8.2. Opór aerodynamiczny rakiety	316
8.3. Kształty czepców balistycznych rakiet.....	319
8.4. Uwagi o przepływach hipersonicznych.....	322
Literatura do rozdziału 8.....	341

DODATKI

Dodatek A. WAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY	345
Dodatek B. PLANETY I KSIĘŻYCE	349
Dodatek C. ATMOSFERA ZIEMSKA	355
Dodatek D. POLE GRAWITACYJNE	359
D.1. Wyprowadzenie prawa powszechnego ciążenia.....	359
D.2. Równowaga masy grawitacyjnej i bezwładnej. Eksperyment Eötvösa.	362
D.3. Dywergencja pola grawitacyjnego. Wyprowadzanie prawa Newtona z twierdzenia Gaussa.....	363
Literatura do dodatków.....	364
STRESZCZENIE	367
SUMMARY	369