

Spis treści

1. Wstęp	9	Ramka 3.1. Dyfrakcja na okrągłej aperturze	89
1.1. Ciała niebieskie	9		
1.2. Rola astronomii	12		
1.3. Dziedziny badań astronomicznych ...	14		
1.4. Skala Wszechświata	16		
2. Astronomia sferyczna	19	4. Podstawowe pojęcia fotometrii	91
2.1. Trygonometria sferyczna	19	4.1. Natężenie, gęstość strumienia, dzielność promieniowania	91
2.2. Ziemia	22	4.2. Jasności widome	93
2.3. Sfera niebieska	23	4.2. Systemy fotometryczne	94
2.4. Układ horyzontalny	24	4.4. Jasności absolutne	96
2.5. Układ równikowy	25	4.5. Ekstynkcja i grubość optyczna	96
2.6. Momenty wschodów i zachodów	27	4.6. Przykłady	98
2.7. Układ ekliptyczny	28	4.7. Zadania	101
2.8. Układ galaktyczny	29		
2.9. Perturbacje współrzędnych	29	5. Mechanizmy promieniowania	102
2.10. Astronomia pozycyjna	33	5.1. Promieniowanie atomów i molekuł ..	102
2.11. Gwiazdozbiory	37	5.2. Atom wodoru	104
2.12. Katalogi i mapy gwiazd	37	5.3. Profile linii widmowych	105
2.13. Czas słoneczny i gwiazdowy	40	5.4. Liczby kwantowe, reguły wyboru, obsadzenie poziomów	107
2.14. Astronomiczne systemy czasu	43	5.5. Widma molekuł	109
2.15. Kalendarze	46	5.6. Widmo ciągłe	109
2.16. Przykłady	46	5.7. Promieniowanie ciała doskonale czarnego	109
2.17. Zadania	50	5.8. Temperatury	111
Ramka 2.1. Redukcja współrzędnych	51	5.9. Inne mechanizmy promieniowania ...	113
Ramka 2.2. Data juliańska	53	5.10. Przepływ promieniowania	114
		5.11. Przykłady	115
		5.12. Zadania	117
3. Obserwacje i instrumenty	55		
3.1. Obserwacje przez atmosferę	55	6. Mechanika nieba	119
3.2. Teleskopy optyczne	57	6.1. Równania ruchu	119
3.3. Detektory i instrumenty badawcze ...	68	6.2. Rozwiązanie równania ruchu	120
3.4. Radioteleskopy	75	6.3. Równanie orbity i I prawo Keplera ...	122
3.5. Inne zakresy widma elektromagnetycznego	81	6.4. Elementy orbity	122
3.6. Inne postaci energii	86	6.5. II i III prawo Keplera	124
3.7. Przykłady	88	6.6. Układy wielu ciał	126
3.8. Zadania	89	6.7. Wyznaczanie orbit	127

6.8. Położenie ciała na orbicie	127	9.4. Widma osobiwe	217
6.9. Prędkość ucieczki	129	9.5. Diagram Hertzsprunga-Russella	218
6.10. Twierdzenie o wiriale	129	9.6. Modele atmosfer gwiazdowych	219
6.11. Kryterium Jeansa	130	9.7. Co o gwiazdach mówią obserwacje ..	220
6.12. Przykłady	131	9.8. Zadanie	221
6.13. Zadania	134	Ramka 9.1. Natężenie promieniowania opuszczającego atmosferę gwiazdową	221
Ramka 6.1. Prawa Newtona	134		
7. Układ Słoneczny	135	10. Gwiazdy podwójne i masy gwiazd	222
7.1. Klasyfikacja obiektów	135	10.1. Układy wizualnie podwójne	222
7.2. Konfiguracje planet	137	10.2. Astrometryczne układy podwójne ..	223
7.3. Orbita Ziemi i pozycje Słońca na niebie	139	10.3. Układy spektroskopowo podwójne ...	224
7.4. Orbita Księżyca	140	10.4. Fotometryczne układy podwójne ...	225
7.5. Zaćmienia i zakrycia	142	10.5. Przykłady	227
7.6. Struktura i powierzchnie planet	144	10.6. Zadania	227
7.7. Atmosfery i magnetosfery	147		
7.8. Albedo	152	11. Wewnętrzna budowa gwiazd	229
7.9. Fotometria, polarymetria i spektroskopia ciał Układu Słonecznego	154	11.1. Warunki równowagi wewnętrznej ...	229
7.10. Termiczne promieniowanie planet ...	157	11.2. Stan fizyczny gazu	232
7.11. Pochodzenie Układu Słonecznego ...	159	11.3. Źródła energii w gwiazdach	233
7.12. Model nicejski	165	11.4. Modele gwiazd	237
7.13. Przykłady	165	11.5. Przykłady	238
7.14. Zadania	167	11.6. Zadania	239
Ramka 7.1. Pływy	168	Ramka 11.1. Ciśnienie gazu i promieniowania	240
8. Ciała Układu Słonecznego	170	Ramka 11.2. Ciśnienie gazu zdegenerowanego	240
8.1. Merkury	170		
8.2. Wenus	173	12. Ewolucja gwiazd	242
8.3. Ziemia i Księżyc	176	12.1. Ewolucyjne skale czasowe	242
8.4. Mars	181	12.2. Ewolucja przed ciągiem głównym ...	243
8.5. Jowisz	185	12.3. Faza ciągu głównego	245
8.6. Saturn	190	12.4. Faza olbrzyma	247
8.7. Uran	193	12.5. Końcowe etapy ewolucji	250
8.8. Neptun	195	12.6. Ewolucja ciasnych układów podwójnych	251
8.9. Planety karłowate	197	12.7. Porównanie z obserwacjami	254
8.10. Małe ciała	199	12.8. Pochodzenie pierwiastków	256
8.11. Planetoidy	199	12.9. Przykład	258
8.12. Komety	203	12.10. Zadania	259
8.13. Meteoroidy	206		
8.14. Pył międzyplanetarny i inne cząstki .	207	13. Słońce	260
8.15. Przykłady	208	13.1. Struktura wewnętrzna	260
8.16. Zadania	209	13.2. Atmosfera	263
Ramka 8.1. Zjawiska atmosferyczne	209	13.3. Aktywność słoneczna	266
		13.4. Wiatr słoneczny i pogoda kosmiczna .	272
9. Widma gwiazd	211	13.5. Przykład	273
9.1. Pomiar widm	211	13.6. Zadania	273
9.2. Harwardzka klasyfikacja widm	213		
9.3. Klasyfikacja MK	215		

14. Gwiazdy zmienne	274	19. Galaktyki	356
14.1. Klasyfikacja	275	19.1. Klasyfikacja galaktyk	356
14.2. Zmienne pulsujące	276	19.2. Jasności i masy	361
14.3. Zmienne wybuchowe	278	19.3. Struktury galaktyczne	365
14.4. Supernowe	283	19.4. Dynamika galaktyk	368
14.5. Przykłady	286	19.5. Wiek gwiazd i ilości pierwiastków w galaktykach	370
14.6. Zadania	286	19.6. Grupowanie się galaktyk	372
15. Obiekty zwarte	287	19.7. Galaktyki aktywne i kwazary	376
15.1. Białe karły	287	19.8. Pochodzenie i ewolucja galaktyk	382
15.2. Gwiazdy neutronowe	288	19.9. Zadania	385
15.3. Czarne dziury	293	Ramka 19.1. Trójwymiarowy kształt galaktyk	385
15.4. Rentgenowskie układy podwójne	295	20. Kosmologia	387
15.5. Przykłady	298	20.1. Obserwacje kosmologiczne	387
15.6. Zadania	299	20.2. Zasada kosmologiczna	392
Ramka 15.1. Promień Białych Karłów i Gwiazd Neutronowych	299	20.3. Wszechświaty jednorodny i izotropowy	393
16. Ośrodek międzygwiazdowy	301	20.4. Modele Friedmanna	394
16.1. Pył międzygwiazdowy	301	20.5. Testy kosmologiczne	396
16.2. Gaz międzygwiazdowy	310	20.6. Historia Wszechświata	398
16.3. Molekuły międzygwiazdowe	318	20.7. Tworzenie się struktur	399
16.4. Tworzenie się protogwiazd	321	20.8. Przyszłość Wszechświata	404
16.5. Mgławice planetarne	322	20.9. Przykłady	405
16.6. Pozostałości supernowych	323	20.10. Zadania	406
16.7. Gorąca korona Drogi Mlecznej	324	Ramka 20.1. Newtonowskie wyprowadzenie równania różniczkowego dla współczynnika skali $R(t)$	406
16.8. Promienie kosmiczne i międzygwiazdowe pole magnetyczne	326	Ramka 20.2. Trzy przesunięcia ku czerwieni	407
16.9. Przykłady	327	21. Astrobiologia	408
16.10. Zadania	328	21.1. Czym jest życie?	408
Ramka 16.1. Promieniowanie synchrotronowe	329	21.2. Chemia życia	409
17. Gromady i asocjacje gwiazd	330	21.3. Warunki wstępne dla życia	411
17.1. Asocjacje	330	21.4. Zagrożenia	411
17.2. Gromady otwarte gwiazd	332	21.5. Pochodzenie życia	412
17.3. Gromady kuliste	334	21.6. Czy jesteśmy Marsjanami?	415
17.4. Przykłady	335	21.7. Życie w Układzie Słonecznym	416
17.5. Zadania	336	21.8. Wykrywanie życia	417
18. Droga Mleczna	337	21.9. SETI – wykrywanie inteligentnego życia	417
18.1. Metody pomiaru odległości	337	21.10. Liczba cywilizacji	419
18.2. Statystyki gwiazdowe	340	21.11. Zadania	420
18.3. Ruch obrotowy Drogi Mlecznej	344	22. Egzoplanety	421
18.4. Składowe strukturalne Drogi Mlecznej	349	22.1. Inne systemy planetarne	421
18.5. Formowanie się i ewolucja Drogi Mlecznej	352	22.2. Metody obserwacyjne	421
18.6. Przykłady	354	22.3. Właściwości egzoplanet	423
18.7. Zadania	354	22.4. Zadania	424

A	Matematyka	425	B.3.	Ogólna teoria względności	435
	A.1. Geometria	425	B.4.	Testy ogólnej teorii względności	436
	A.2. Przekrój stożka	425	C	Tabele	437
	A.3. Szeregi Taylora	426		Odpowiedzi do zadań	464
	A.4. Rachunek wektorowy	427		Literatura dodatkowa	468
	A.5. Macierze	429		Przypisy do fotografii	471
	A.6. Całki wielokrotne	430		Suplement kolorowy	472
	A.7. Rozwiązanie numeryczne równania ..	432			
B	Teoria względności	433			
	B.1. Podstawowe pojęcia	433			
	B.2. Transformacja Lorentza. Czasoprzestrzeń Minkowskiego	434			