

Spis treści

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

6.8. Położenie ciała na orbicie	127	9.4. Widma osobliwe	217
6.9. Prędkość ucieczki	129	9.5. Diagram Hertzsprunga-Russella	218
6.10. Twierdzenie o wirale	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	
Ramka 6.1. Prawa Newtona	134	opuszczającego atmosferę	
		gwiazdową	221
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		10.3. Układy spektroskopowo podwójne ...	224
niebie	139	10.4. Fotometryczne układy podwójne ...	225
7.4. Orbita Księżyca	140	10.5. Przykłady	227
7.5. Zaćmienia i zakrycia	142	10.6. Zadania	227
7.6. Struktura i powierzchnie planet	144	11. Wewnętrzna budowa gwiazd	229
7.7. Atmosfery i magnetosfery	147	11.1. Warunki równowagi wewnętrznej ...	229
7.8. Albedo	152	11.2. Stan fizyczny gazu	232
7.9. Fotometria, polarymetria		11.3. Źródła energii w gwiazdach	233
i spektroskopia ciał Układu		11.4. Modele gwiazd	237
Słonecznego	154	11.5. Przykłady	238
7.10. Termiczne promieniowanie planet ...	157	11.6. Zadania	239
7.11. Pochodzenie Układu Słonecznego ...	159	Ramka 11.1. Ciśnienie gazu	
7.12. Model nicejski	165	i promieniowania	240
7.13. Przykłady	165	Ramka 11.2. Ciśnienie gazu	
7.14. Zadania	167	zdegenerowanego	240
Ramka 7.1. Pływy	168	12. Ewolucja gwiazd	242
8. Ciała Układu Słonecznego	170	12.1. Ewolucyjne skale czasowe	242
8.1. Merkury	170	12.2. Ewolucja przed ciągiem głównym ...	243
8.2. Wenus	173	12.3. Faza ciągu głównego	245
8.3. Ziemia i Księżyc	176	12.4. Faza olbrzyma	247
8.4. Mars	181	12.5. Końcowe etapy ewolucji	250
8.5. Jowisz	185	12.6. Ewolucja ciasnych układów	
8.6. Saturn	190	podwójnych	251
8.7. Uran	193	12.7. Porównanie z obserwacjami	254
8.8. Neptun	195	12.8. Pochodzenie pierwiastków	256
8.9. Planety karłowate	197	12.9. Przykład	258
8.10. Małe ciała	199	12.10. Zadania	259
8.11. Planetoidy	199	13. Słońce	260
8.12. Komety	203	13.1. Struktura wewnętrzna	260
8.13. Meteoroidy	206	13.2. Atmosfera	263
8.14. Pył międzyplanetarny i inne cząstki .	207	13.3. Aktywność słoneczna	266
8.15. Przykłady	208	13.4. Wiatr słoneczny i pogoda kosmiczna .	272
8.16. Zadania	209	13.5. Przykład	273
Ramka 8.1. Zjawiska atmosferyczne	209	13.6. Zadania	273
9. Widma gwiazd	211		
9.1. Pomiar widm	211		
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			
	A.1. Geometria	425		B.3. Ogólna teoria względności	435
	A.2. Przekrój stożka	425		B.4. Testy ogólnej teorii względności	436
	A.3. Szeregi Taylora	426	C	Tabele	437
	A.4. Rachunek wektorowy	427		Odpowiedzi do zadań	464
	A.5. Macierze	429		Literatura dodatkowa	468
	A.6. Całki wielokrotne	430		Przypisy do fotografii	471
	A.7. Rozwiązanie numeryczne równania ..	432		Suplement kolorowy	472
B	Teoria względności	433			
	B.1. Podstawowe pojęcia	433			
	B.2. Transformacja Lorentza. Czasoprzestrzeń Minkowskiego	434			