

Spis treści

Wstęp	V
1. Astronomia i astrofizyka?	1
Słońce i jego pole magnetyczne - Plamy słoneczne i rozbłyski	2
Powstanie Układu Słonecznego - Dyski akrecyjne i protoplanety	4
Powstanie Księżyca - Jak kolizja planety Thei stworzyła księżyc	6
Wulkany w Układzie Słonecznym - Siły pływowe, Księżyc niczym pizza i kriowulkany	8
Prawa Keplera - Ruchy planet	10
Satelity z orbitami geosynchronicznymi - Artystyczne pętle na niebie	12
Manewry rakiet - Taniec po układzie słonecznym	14
Na skraju Układu Słonecznego - Gdzie jest granica	16
Planety pozasłoneczne - Poszukiwanie planet poza układem słonecznym	18
Rozgwieżdżone niebo - Gwiazdy, planety i Droga mleczna	20
Narodziny gwiazd - Jak obłoki gazowe tworzą gwiazdy	22
Klasyfikacja widmowa - Jaki kolor mają gwiazdy?	24
Diagram Hertzsprunga-Russella - Temperatura, jasność i cykl życia gwiazd	26
Cefeidy - Pulsujące gwiazdy	28
Mgławice planetarne - Kres zwykłych gwiazd	30
Białe karły - Wypalone gwiazdy	32
Supernowe typu Ia - Kiedy białe karły stają się bombami atomowymi	34
Supernowe z kolapsu grawitacyjnego - Kres gwiazd o wielkiej masie	36
Gwiazdy neutronowe - Wypalone gwiazdy o wielkiej masie	38
Gwiazdy-giganty i hipernowe - Krótki żywot i wybuchowy kres wyjątkowo masywnych gwiazd	40
Świece standardowe - latarnie kosmosu	42
Supermasywne czarne dziury - Giganty grawitacji w centrum galaktyk	44
Galaktyki aktywne - Międzygalaktyczne magnetyczne proce	46
Rodzaje galaktyk - Różnorodność galaktyk	48
Losy Drogi Mlecznej - Spotkanie Drogi Mlecznej i Galaktyki Andromedy	50
Kolizje galaktyk - Zderzenia gigantów	52
2. Elektromagnetyzm i światło	55
Pola wektorowe i linie pola - Pomocne szkice wskazujące gatunki	56
Oddziaływanie elektromagnetyczne - Równania Maxwella dla pól elektromagnetycznych	58
Dipol Hertza - Drganie i rozprzestrzenianie	60

Burza - Błyskawice, ognie świętego Elma i czerwone duszki	62
Kolory - Jak barwny jest świat?	64
Załamanie światła - Światło na zakręcie	66
Tęcza - Estetyczne załamanie światła na kropki wody	68
Anizotropia - Podwójne widzenie bez alkoholu	70
Soczewki optyczne - Odwzorowania i jego błędy	72
Optyka adaptatywna - Inteligentne zwierciadła	74
Miraże - Latający Holender, fatamorgana i wyspy-widma	76
Urządzenia maskujące - Metamateriały i sen obyciu niewidzialnym	78

3. Mechanika i termodynamika **81**

Zasady dynamiki Newtona - Dlaczego ciała się poruszają?	82
Zasada najmniejszego działania - Twierdzenie Noether	84
Wahadło Foucaulta - Dowód na ruch obiegowy Ziemi	86
Żyroskopy, na które nie działają żadne siły - Swobodnie obracające się ciała w stanie nieważkości	88
Żyroskopy z zewnętrznym momentem obrotowym - Precesja i nutacja	90
Prawo powszechnego ciążenia - O spadających jabłkach i krążących planetach	92
Prędkości kosmiczne - Wznoszenie się i spadanie w polu ciężkości ciał niebieskich	94
Pływy - Jak Księżyc powoduje przy pływy i odpływy	96
Prawo Archimedesesa - Czyli dlaczego statki mogą zatonać w Trójkacie Bermudzkim	98
Fizyka płynów - Wiry i turbulencje	100
Dlaczego samolot lata? - Bernoulli czy Newton?	102
Zwyczajne fale wodne - Ich wyjątkowe właściwości fizyczne	104
Nadzwyczajne fale wodne - Tsunami, solitony i fale-giganty	106
Efekt lotosu - Współzawodnictwo między kohezją i adhezją	108
Ruchy chaotyczne - Deterministyczne, lecz nieprzewidywalne	110
Drgające struny i płyty - Czy można zobaczyć dźwięki?	112
Rezonans - Wychwycić właściwą nutę z drgań	114
Siły pozorne - Odczuwalne siły bez przyczyny	116
Materia granularna - Ciekła i zarazem stała	118
Ruchy Browna - Nieprzewidywalne zachowanie kurzu, pyłków i kursów akcji	120
Entropia i drugie prawo termodynamiki - Co nadaje czasowi kierunek	122
Maszyna parowa i spółka - Na ile sprawdza się maszyna na energię cieplną?	124
Ujemne temperatury bezwzględne - Goręcej niż gorąco	126

4. Teoria względności **129**

Czym jest czas? - Uporczywa iluzja	130
Prędkość światła i szczególna teoria względności - Światła nie można prześcignąć	132

Rotacja Terrella - Zawiła sprawa	134
$E = mc^2$ - Masa jako uwięziona energia	136
Grawitacja i ogólna teoria względności - Einsteina teoria powszechnego ciążenia	138
Czasoprzestrzeń nierotujących czarnych dziur - W mackach przestrzeni i czasu	140
Czasoprzestrzeń rotujących czarnych dziur - W wirze przestrzeni i czasu	142
Napęd warp - Jak prześcignąć światło	144
Tunele czasoprzestrzenne - Na skróty przez przestrzeń i czas	146
GPS - Określenie lokalizacji przez sygnał satelitarny	148

5. Kosmologia **151**

Głębokie spojrzenie we wszechświat - Oko w oko z przeszłością dzięki teleskopowi Hubble'a	152
Rozszerzający się wszechświat - Dlaczego nocne niebo jest ciemne?	154
Mikrofalowe promieniowanie tła - Mikrofale Wszechświata	156
Ciemna materia - Wszechświat jest cięższy niż się wydaje	158
Przyspieszona ekspansja i ciemna energia - Brakująca forma materii we Wszechświecie	160
Wielki Wybuch i inflacja kosmologiczna - Dlaczego przestrzeń jest płaska, a tło wszędzie jednakowo zimne	162
Narodziny materii - Co wydarzyło się 10^{-10} sekund po wielkim wybuchu	164
Horyzonty kosmiczne - Jak daleko sięga wzrok w czasie i przestrzeni	166
Struktury kosmiczne - Siatka materii	168
Powstawanie struktur kosmicznych - Potęga grawitacji	170
Soczewkowanie grawitacyjne - Jak zważyć wszechświat za pomocą pozornie zniekształconych galaktyk	172
Fale grawitacyjne - Rytmiczne zniekształcenia czasu i przestrzeni	174
Pośredni dowód istnienia fal grawitacyjnych - Sygnały kosmiczne służące pomiarowi czasu i przestrzeni	176
Bezpośredni dowód istnienia fal grawitacyjnych - Pomiar niewielkich zniekształceń	178

6. Atomy i mechanika kwantowa **181**

Model atomu Bohra - Czym jest atom?	182
Jądra atomowe - Znane od stu lat i wciąż nie do końca zrozumiane	184
Rozpad promieniotwórczy - Jądra atomowe w stanie nierównowagi	186
Dualizm korpuskularno-falowy - Cząstki poruszają się jak fale	188
Funkcja falowa - Rozmyte cząstki	190
Efekt tunelowy - Cząstki bez pozwolenia na pobyt	192
Eksperyment Francka-Hertza - Skoki energetyczne w atomach	194
Spin cząstki - Kwantowanie obrotu	196
Reguła Pauliego - Dlaczego elektrony unikają się nawzajem	198
Paradoks EPR i nierówności Bella - Czy mechanika kwantowa jest niepełna	200

Teleportacja kwantowa - Beam me up, Scotty!	202
Interpretacja mechaniki kwantowej - Kot Schrödingera i koncepcja wieloświatów Everetta	204
Plazma - Czwarty stan skupienia	206
Reaktory jądrowe - Zaawansowana technologicznie energia z ognia słonecznego	208
Przemiany fazowe - Stałe, ciekłe, gazowe... i inne!	210
Kondensaty Bosego-Einsteina - Atomy w kwantowo-mechanicznym równym kroku	212
Stany topologiczne materii - Wiry i zwoje	214
Chłodzenie laserem - Dlaczego gazy mogą się schładzać po naświetleniu	216
Nadprzewodnictwo - Opór jest daremny	218
Nadciecze - Jeszcze bardziej mokro	220
Próżnia kwantowa - Jak mocno uciska nicość?	222
Mikroskopia elektronowa - Mikroskopy dla skali nanometrowej	224
Skaningowy mikroskop tunelowy - Jak ujrzyć pojedyncze atomy	226
Nanoświaty - Na samym dole jest jeszcze pełno miejsca	228
Lasery - Maszerujące cząstki światła	230
Komputer kwantowy - Bity kwantowe: tak, nie, być może	232
Jednostki SI - Miara świata	234
7. Świat cząstek elementarnych	237
Model standardowy fizyki cząstek - Kwarki, leptony i trzy oddziaływania podstawowe	238
Diagramy Feynmana - Język relatywistycznej teorii pola kwantowego	240
Oddziaływanie silne - Siła łącząca kwarki	242
Oddziaływanie słabe - Rozpady cząstek, bozony W, Z oraz Higgsa	244
Neutrino - Efemeryczne cząstki widma	246
Antymateria - Odbicie zwierciadlane materii i jej niszczycielska siła	248
Naruszenie symetrii zwierciadlanej - Inne oblicze świata po drugiej stronie lustra	250
Plazma kwarkowo-gluonowa - Stopione protony i neutrony	252
Promieniowanie kosmiczne - Bogatsze w energię niż promieniowanie w największym akceleratorze	254
Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) - Najpotężniejszy akcelerator cząstek	256
Odkrycie cząstki Higgsa - Krok milowy w fizyce cząstek	258
8. Kryształy i inne ciała stałe	261
Plazmony - Olśniewający blask kwantów	262
Ferromagnetyzm - Siła magnesów podstawowych	264
Sieć krystaliczna - Czternaście sposobów na okresowe wypełnienie przestrzeni	266
Krystalizacja - Od załączka do dojrzałego kryształu	268
Kwazikryształy - Nieperiodyczne, a jednak symetryczne	270
Ciekłe kryształy - Porządnie mokre	272

Elektrony w półprzewodnikach krystalicznych - Od izolatora do przewodnika za sprawą szczypty arsenu	274
Diody półprzewodnikowe - Elektryczne ulice jednokierunkowe	276
Diody elektroluminescencyjne - Świejące kryształy i giętkie ekrany	278
9. Geofizyka	281
Budowa wnętrza Ziemi - Podróż do podziemia	282
Dryf kontynentów - Prądy konwekcyjne i tektonika płyt	284
Izostazja - Wspólne cechy kontynentów i gór lodowych	286
Trzęsienia Ziemi i fale sejsmiczne - Starcia płyt kontynentalnych	288
Jądro Ziemi jako źródło pola magnetycznego Ziemi - Wewnętrzne geodynamo naszej Ziemi	290
Pole magnetyczne Ziemi i zorze polarne - Kiedy wiatr słoneczny rozświetla niebo	292
Epoki lodowcowe i cykle Milankovicia - Skąd biorą się zlodowacenia	294
Ruchy lodowców - Wędrujące olbrzymy	296
Globalne ocieplenie - W jaki sposób gazy cieplarniane podgrzewają naszą planetę?	298
10. Granice wiedzy	301
Supersymetria — W poszukiwaniu superpartnerów	302
Teoria strun i M-teoria - Poszukiwanie wzoru na świat	304
Ukryte wymiary - Ile wymiarów ma przestrzeń	306
Multiwersum i zasada antropiczna - Za horyzontem	308
Światy bran - Teoria strun to więcej niż tylko struny	310
Entropia i temperatura czarnych dziur - Czarne dziury nie są całkowicie czarne	312
Zasada holograficzna - Czy nasz świat to hologram?	314
Pętlowa grawitacja kwantowa - Kwanty czasoprzestrzeni	316
Wykaz ilustracji	318
Skorowidz	329