

Spis treści

Przedmowa	17	1.23. Uderzanie piłki baseballowej	34
Witryna WWW dla <i>Latającego cyrku fizyki</i>	17	1.24. Dozwolone podania w rugby	35
Pochodzenie nazwy „Latający cyrk”	18	1.25. Żonglowanie	36
Bibliografia	18	1.26. Skok o tyczce	36
Korespondencja do mnie	18	1.27. Strzelanie za pomocą atlatla oraz ropucha	36
Uniwersytet Stanowy w Cleveland	18	1.28. Proce	37
Podręczniki	18	1.29. Tomahawki	38
Podziękowania	19	1.30. Bola	38
1. Przemykając się między spadającymi kroplami	21	1.31. Machina obłętnicza	39
1.1. Biec czy iść w deszczu?	21	1.32. Ludzka kula armatnia	39
1.2. Korki i peletony w ruchu drogowym ...	21	1.33. Strzały w koszykówce	40
1.3. Fale uderzeniowe na autostradzie	22	1.34. KRÓTKA HISTORIA: Rekordy w rzutach wolnych	41
1.4. Minimalna odległość między samochodami	23	1.35. Czas „zawieszenia” w koszykówce i balecie	41
1.5. Przejeżdżanie na żółtym	23	1.36. Gra w golfa	42
1.6. Poślizg podczas ostrego hamowania ...	23	1.37. KRÓTKA HISTORIA: Kurtyna śmierci przy uderzeniu meteoru	42
1.7. Poślizg czy bez poślizgu	24	1.38. Skok wzwyż oraz skok w dal	42
1.8. Wpadanie w poślizg i zatrzymywanie się	25	1.39. Skaczące fasolki	45
1.9. KRÓTKA HISTORIA: Zapiski dotyczące śladów hamowania	26	1.40. Przewrót sprężyka, atak ustonogów ...	45
1.10. Dzieciotyły, owce kanadyjskie i wstrząśnienie mózgu	26	1.41. KRÓTKA HISTORIA: Kilka rekordów w podnoszeniu ciężarów	46
1.11. KRÓTKA HISTORIA: Gra o wielokrotności g	27	1.42. Zderzenia łańcuchowe	46
1.12. Zderzenia czołowe	27	1.43. Odbijanie dużej liczby piłek	47
1.13. KRÓTKA HISTORIA: Zabawa z lokomotywami	28	1.44. KRÓTKA HISTORIA: Pokaz zderzenia	48
1.14. Uderzenia w tył pojazdu i uraz kręgosłupa szyjnego	28	1.45. Karate	49
1.15. Skręty samochodów rajdowych	28	1.46. Boks	50
1.16. Tory do biegów	29	1.47. Zawalenie się przejścia między budynkami	50
1.17. Złudzenie podczas startu	29	1.48. Zawalenie się World Trade Center	51
1.18. KRÓTKA HISTORIA: Lot Air Canada 143	30	1.49. Upadki z rekordowych wysokości	51
1.19. Strach i dreszcz emocji w parku rozrywki	30	1.50. Śmiały ratunek podczas skoku spadochronem	52
1.20. KRÓTKA HISTORIA: Dzieje pętli cyrkowych	32	1.51. Długie loty kotów	52
1.21. Łapanie wysoko wybitej piłki	33	1.52. Skoki w dół z dużej wysokości i skoki na bungee	53
1.22. KRÓTKA HISTORIA: Wysoka piłka	33	1.53. Uwięzieni w kabinie spadającej windy	54
		1.54. KRÓTKA HISTORIA: Bombowiec uderza w Empire State Building	54

1.55. Upadanie podczas walki, lądowanie w skokach ze spadochronem	54	1.102. Porzucony na lodzie	87
1.56. Łoże z gwoździ	55	1.103. KRÓTKA HISTORIA: Problemy z sekwencją obrotów	87
1.57. Wiszące łyżki	56	1.104. Osobliwość bączków	87
1.58. Ślady migrujących skał	56	1.105. KRÓTKA HISTORIA: Uparta walizka	88
1.59. Węzły	56	1.106. Bączki tippy	89
1.60. Wspinaczka po skałach	57	1.107. Wirujące jajka	89
1.61. Wspinanie po skałach w wykonaniu owiec kanadyjskich	59	1.108. Diabolo	89
1.62. Przeciąganie posągów na Wyspie Wielkanocnej	59	1.109. Kamienie celtyckie	90
1.63. Wznoszenie Stonehenge	59	1.110. Drganie monet i butelek	90
1.64. Podnoszenie bloków do budowy egipskich piramid	60	1.111. Judo, aikido i zapasy olimpijskie	91
1.65. Slinky	61	1.112. Wirowanie pocisku i długie podania ..	92
1.66. Pochyła wieża z klocków	62	1.113. Rozbijanie huśtawki na placu zabaw ...	92
1.67. Pochylenie wieży w Pizie	63	1.114. Kołysanie kadzielnicy	93
1.68. Przewracające się kostki domina	63	1.115. Wahadło w studni	94
1.69. Przewracające się kominy, ołówki i drzewa	64	1.116. Wahadło rewersyjne (odwrócone), monocykliści	94
1.70. Łamiące się końce ołówków	65	1.117. Noszenie ciężarów na głowie	94
1.71. Uszkodzenie części mostu	66	1.118. Noszenie ładunków na oscylujących drażkach	95
1.72. Pociąg składający się jak scyzoryk	67	1.119. Para wahadeł	96
1.73. Strącenia w bowlingu	67	1.120. Wahadło sprężynowe	97
1.74. Uderzenia w bilardzie	67	1.121. Dzwon, który nie dzwonił	98
1.75. Minigolf	69	1.122. Efekt spaghetti	98
1.76. Sztuczki z piłką Super Ball	69	1.123. Pająk i mucha	98
1.77. Uderzenia w racquetballu	71	1.124. Drgania mostu dla ruchu pieszego i parkietu	99
1.78. KRÓTKA HISTORIA: Kontrowersyjny gol	71	1.125. Chwiejne konstrukcje i skały	100
1.79. Tenis	72	1.126. Zatonięcie rosyjskiego okrętu podwodnego Kursk z napędem jądrowym	101
1.80. Rowery i motocykle	73	1.127. Lokalizacja ofiary przez skorpiona piaskowego	102
1.81. Długie skoki motocyklowe	73	1.128. Fale śnieżne	102
1.82. Deskorolki	74	1.129. Fala na stadionie piłkarskim	102
1.83. Rzut podkową	74	1.130. Zbroja	103
1.84. Kręcenie hula-hoop i lassem	75	1.131. Paradoks łuczника	103
1.85. Yo-yo	75	1.132. Oscylacje roślin	103
1.86. Rozwijanie yo-yo	76	1.133. Oscylacje wysokich budynków	104
1.87. Przekraczanie bariery dźwięku	77	1.134. Skoki z trampoliny	104
1.88. KRÓTKA HISTORIA: Wybuch podczas testu wirowania	77	1.135. Zarzucanie przynęty	105
1.89. Obracanie kajaka	78	1.136. Bitwa o Falklandy, Wielka Berta	106
1.90. Curling	78	1.137. Jaś i magiczna fasola w kosmosie	106
1.91. Spacer po linie	79	1.138. Wiosenna gorączka i stawianie jajek ..	107
1.92. Jazda na byku	79	1.139. Oblęd związany z pełnią Księżyca ...	107
1.93. Odrywanie papieru toaletowego	80	1.140. Anomalie grawitacyjne	108
1.94. Rzucanie kamieni i bomb	80	1.141. Przelot przez środek Ziemi	108
1.95. Obracający się łyżwiarz	81	1.142. Rozciąganie reklamówek	109
1.96. Kręcenie książką	81	1.143. Grobla Olbrzyma i kolumny z krochmalu	110
1.97. Spadanie kotów, dziwne ruchy astronautów i niesamowite skoki do wody	82	1.144. Połamane paznokcie	110
1.98. Poczwórne salto	84	1.145. Zgniatanie papieru w kulę	110
1.99. Spadająca grzanka	84	1.146. Od zabawy do tragicznych w skutkach przypadków eksplozji	110
1.100. Balet	84	1.147. Dlaczego obrazy wiszące na ścianie przekrzywiają się	111
1.101. Jazda na nartach	85		

1.148. Zaskakujące zachowanie podwójnej sprężyny	112	2. Wyścigi na suficie, pływanie w syropie	127
1.149. Stabilność puszek z napojem gazowanym lub piwem	112	2.1. Wyścigi samochodowe na suficie	127
1.150. Wahadło Wilberforce'a	112	2.2. Drafting	128
1.151. „Palenie opon” na starcie	113	2.3. Aerodynamika przejeżdżających pociągów	128
1.152. Skręcić czy się zatrzymać	113	2.4. Zawalenie się starego mostu w Tacoma Narrows	129
1.153. Przemyknięcie się koło skręcającego autobusu	113	2.5. Aerodynamika budynków	129
1.154. Obszar kompresji taśmy klejącej	114	2.6. Latawce	130
1.155. Bobslej na zakręcie	114	2.7. Skoki narciarskie	131
1.156. Zbyt szybki, aby się ześlizgnąć	114	2.8. Prędkość narciarza zjazdowego	131
1.157. Dom Małego Księcia	115	2.9. Bumerangi	131
1.158. Skok spadochronowy z dynią	115	2.10. Rzucanie kartami	132
1.159. Wyciąganie zadziornej ryby	115	2.11. Nasiona wirujące w powietrzu	133
1.160. Fiddlesticks	116	2.12. Latające węże	133
1.161. Wiatraczek na karbowanym kijku	116	2.13. Opór powietrza na piłkach tenisowych	133
1.162. Pchnięcie kulą i rzut młotem	117	2.14. Gwałtowny skręt piłki wokół muru obrońców	134
1.163. Skoki podczas zawodów w narciarstwie zjazdowym	117	2.15. Aerodynamika piłki do golfa	135
1.164. Wyciąganie obrusa spod zastawy	117	2.16. Aerodynamika piłki baseballowej	135
1.165. KRÓTKA HISTORIA: Ciągnięcie zębami	118	2.17. Aerodynamika krykieta	136
1.166. Przesuwanie krzesła	118	2.18. Ptaki lecące w szyku V	137
1.167. Podnoszenie człowieka przy użyciu palców	118	2.19. Prędkość pływania w syropie	137
1.168. Rakiety i problem z bojerem	118	2.20. Smugi kondensacyjne	137
1.169. KRÓTKA HISTORIA: Z Ziemi na Wenus	119	2.21. Ruchy zasłony prysznicowej	138
1.170. Wybór młotka	119	2.22. Piesek preriowy oraz gigantyczne gniazda mrówek	139
1.171. Regulator ciśnienia	119	2.23. Wir w wannie	139
1.172. Przesuwanie kijka na palcach	120	2.24. Wir w filiżance kawy	140
1.173. KRÓTKA HISTORIA: Gigantyczne zawody w przeciąganiu liny	120	2.25. Zbieranie się liści herbaty, kręcenie oliwkami	140
1.174. Strzelanie wzdłuż zbocza	120	2.26. Meandrujące rzeki	141
1.175. Uruchamianie samochodu na śliskiej nawierzchni	120	2.27. Ptak kręcący się w wodzie	142
1.176. Wyważanie koła	120	2.28. Wspinanie się wody po wirującym jajku	142
1.177. Zabawa z butelką	121	2.29. Kołowy wzór przepływu wody w zlewie	142
1.178. Wiszący kielich gotowy do rozbicia	121	2.30. Poziom wody w kanałach	143
1.179. Złamanie wiertła	122	2.31. Samotne fale	143
1.180. Dewizka	122	2.32. Gwałtowne fale przyływowe	144
1.181. KRÓTKA HISTORIA: Spłaszczenie mostu Golden Gate Bridge	122	2.33. Pływy	144
1.182. Kołysanie wagonów kolejowych	122	2.34. Pływy w Zatoce Fundy	145
1.183. Drgania anteny samochodowej	123	2.35. Martwa woda	145
1.184. Zbiornik stabilizujący statek	123	2.36. Tornada	145
1.185. Pofałdowanie dróg	124	2.37. KRÓTKA HISTORIA: Patrząc w górę w tornado	146
1.186. Widząc tylko jedną stronę Księżycy	124	2.38. Trąby wodne i chmury lejowe	147
1.187. Satelity wywiadu	124	2.39. Wiry pyłowe, wiry we mgłę i w parze wodnej	147
1.188. Opór powietrza przyspiesza satelitę	124	2.40. Wiry pierścieniowe	148
1.189. Ósemkowy kształt drogi na Księżycu	125	2.41. Syfony i toalety	149
1.190. Ziemia i Słońce przyciągają Księżyc	125	2.42. Jaszczurka chodząca po wodzie	149
1.191. Grawitacyjny efekt procy	125	2.43. Ołowiane sztabki pływające w łożce	150
1.192. Sporządzanie mapy Indii	125	2.44. Pływające belki i otwarte zbiorniki	150
1.193. Golenie maszynką z podwójnym ostrzem	125	2.45. Dziura w tamie, statek w suchym doku	151
1.194. Niesymetryczna erozja rzeczna	126	2.46. g-LOC u pilotów	151
		2.47. Krążenie krwi u węży, żyraf i wysokich dinozaurów	151

2.48. Czy zauropody pływały?	152	2.94. Mszyce i płynny marmur	182
2.49. Gastrolity u dinozaurów i krokodyli . . .	152	2.95. Pędzle, mokre włosy i moczone ciasteczka	182
2.50. Efekt Coandy	153	2.96. Smażenie ziemniaków w głębokim tłuszczu	183
2.51. Efekt dzbanka do herbaty	153	2.97. Kaczki zostają suche	183
2.52. Wynurzenie się po głębokim nurkowaniu	154	2.98. Przekrojony ziemniak, ptasie odchody i samochód	184
2.53. Snorkeling u ludzi i słoni	155	2.99. Katapultowanie zarodników grzybów . .	184
2.54. Nurkowanie na dużej głębokości, ucieczka z łodzi podwodnej	155	2.100. Fale w spadającym strumieniu	184
2.55. Katastrofa nad jeziorem Nyos	157	2.101. Dzwony, ściany i łańcuchy wodne	185
2.56. KRÓTKA HISTORIA: <i>House-hopping</i> oraz podniebna jazda na krzeselku ogrodowym	157	2.102. Chodzenie po mokrej plaży i po ruchomych piaskach	186
2.57. Spływanie szkła w oknach średniowiecznej katedry	158	2.103. Zawalenie się budynków i autostrady . .	187
2.58. Dziwne lepkie ciecze	158	2.104. KRÓTKA HISTORIA: Efekt ruchomych piasków w zbożu	187
2.59. Zmiana kierunku mieszania zupy	159	2.105. Potok pieszych i paniczna ucieczka . . .	188
2.60. Odbijający się strumień cieczy	160	2.106. Piaskownice i samoorganizujące się przepływy	188
2.61. Ciecze wspinające się po prętach	160	2.107. Przepływy w klepsydrze i silosach . . .	189
2.62. Płynne zwoje liny	160	2.108. Efekt orzecha brazylijskiego i potrząsanie proszkiem	190
2.63. Fale na wodzie	161	2.109. Balon lawinowy	191
2.64. Fale wyjątkowe i dzikie	161	2.110. Zmarszczki na piasku i ruch	192
2.65. Fale skręcające w stronę plaży	162	2.111. Wydma piaszczysta	192
2.66. Przepływ fali przez wąski otwór	162	2.112. Jardangi i inne rzeźby z piasku	193
2.67. Sejsze i chłupotanie	162	2.113. Śnieżne płoty i zasy naniesione przez wiatr	194
2.68. Ślady na wodzie za kaczkami i lotniskowcami	163	2.114. Lawiny śnieżne	194
2.69. Surfing	164	2.115. Długie osuwiska	195
2.70. Ruchy morświna i delfina	165	2.116. Lawiny kamieni	195
2.71. Fale krawędziowe	165	2.117. Łopotanie flag i wstążek	196
2.72. Wzory na brzegach plaż	166	2.118. Trzepoczące fontanny i uderzające wodospady	196
2.73. Olej i fale	166	2.119. Pulsujące fontanny	197
2.74. Pływające krople	167	2.120. Nalewanie: odwrócony kieliszek i szklanka <i>yard-of-ale</i>	197
2.75. Rozpryskiwanie się kropeł	168	2.121. Kapanie	198
2.76. Bąbelki w napojach gazowanych, piwie i w szampanie	169	2.122. Kształty bańki mydlanej	199
2.77. Bańki mydlane i piana z piwa	171	2.123. Ścieżki bąbelków	199
2.78. Pękające pęcherzyki	172	2.124. Antybąbelki	200
2.79. Wieloryby i sieć z pęcherzyków	172	2.125. Podnoszenie pojemnika z ryżem za pomocą kijka	200
2.80. Nartniki	173	2.126. Rzut dyskiem	201
2.81. Koralki na druciku i nici ze śliny	173	2.127. Rzut oszczepem	201
2.82. Zbieranie deszczu przez jaszczurki pustynne	174	2.128. Połączone łódki	202
2.83. Ofiary zbierane przez ptaki brodzące . .	175	2.129. Aerodynamika kabli i lin	202
2.84. Krople i cienkie warstwy płynu na stałych powierzchniach	175	2.130. Skimboarding	202
2.85. Przyciąganie się płatków śniadaniowych	176	2.131. Siła wyporu podczas zakrętów	203
2.86. Zamki z piasku	176	2.132. Odbijanie fal przez piaszczystą łączę . .	203
2.87. Wygląd złej kawy	177	2.133. Deszcz i fale	204
2.88. Łzy wina i inne sztuczki na powierzchni płynu	177	2.134. Solny oscylator	204
2.89. Wzory z Tia Maria podobne do robaków	178	2.135. Słone palce i fontanna z soli	204
2.90. Wzory w gorącej kawie i innych płynach	178	2.136. Transportowanie wody przez wysokie drzewa	205
2.91. Wzory na plamach z kawy	180	2.137. Długie nitki na wodzie	206
2.92. Wzory na zaparowanych powierzchniach	181		
2.93. Efekt kwiatu lotosu	181		

2.138. Uliczki chmur i pasy wypalonego lasu	206	3.30. Utrata słuchu przez hałas	231
2.139. Opakowanie M & M's	207	3.31. Dźwięk wzmocniony hałasem	232
2.140. Stos jabłek	207	3.32. Stetoskop i odgłos oddechu	232
2.141. Wzory na powierzchni pokrytej pyłem	207	3.33. Naciąganie strun gitary i gumek recepturek	232
2.142. Oscylator hydrauliczny	208	3.34. Smyczkiem po strunach	233
2.143. Kropelki oleju przemieszczające się przez glicerynę	208	3.35. Migoczący blask skrzypiec	234
2.144. Piłeczka w strumieniu powietrznym	209	3.36. Muszle	235
2.145. Statek Flettnera	209	3.37. Didgeridoo	235
2.146. Cieśnina Gibraltarska, Cieśnina Mesyńska, Cieśnina Sycylijska	209	3.38. Drżenia i buczenie silosu	236
2.147. Rozpryskiwanie drobnych obiektów	210	3.39. Śpiew rur falistych	236
2.148. Niewielki grzbiet na płynącej wodzie	210	3.40. Akustyka w kubku kawy	236
2.149. Meandrujące wąskie strumienie wody	211	3.41. Rezonans w butelce	237
2.150. Włoski z golarki i kamforowe łódki na wodzie	211	3.42. Palcem po tablicy	238
2.151. Plamy oleju na drodze	212	3.43. Pocieranie kieliszka	238
2.152. Wzór tworzony przez krople wody spadające na glicerynę	212	3.44. Rozbijanie kieliszków głosem	239
2.153. Tłuste nacieki z oliwy na powierzchni wody pokrytej talkiem	213	3.45. Szemrzące strumienie i dźwięk deszczu	239
2.154. Oscylator kurzego tłuszczu	213	3.46. Rezonans w słoiku i w kubku	239
3. Schowany pod kołdrą, nasłuchuje potworów	215	3.47. Grzechot instalacji wodociągowej	240
3.1. Wycie wiatru	215	3.48. Strzelanie palcami	240
3.2. Śpiew kabli telefonicznych i igieł sosny	215	3.49. Tony Korotkowa	240
3.3. Gwizdy i gwizdanie	216	3.50. Atak zabójczej krewetki	241
3.4. Mówienie i śpiewanie	217	3.51. Dźwięk wrzącej wody	241
3.5. Mówienie z helem	218	3.52. Dźwięk gryzionego jedzenia	242
3.6. Śpiew gardłowy	218	3.53. Pstryk, szelest, trzask	242
3.7. Chrapanie	219	3.54. Grom dźwiękowy z samolotów i pocisków	243
3.8. Mruczenie i ryczenie	219	3.55. Grom dźwiękowy w tunelu kolejowym	244
3.9. KRÓTKA HISTORIA: Odgłos parazaurolofa	220	3.56. Grzmot	244
3.10. Odgłosy tygrysów i słoni	220	3.57. Pomruki – tajemnicze grzmoty z nieba	245
3.11. Rechot żaby	220	3.58. Obryw skał i powalone drzewa	246
3.12. Świerszcze i langusty	221	3.59. Strzelanie z bata i z mokrych ręczników	246
3.13. Żaba gra na drzewie, świerszcz gra w norze	221	3.60. Kaszel i kichanie	247
3.14. Atak australijskich cykad	222	3.61. Akustyka pomieszczeń i sal koncertowych	247
3.15. Głos pingwina	222	3.62. Galerie szeptów w różnych pomieszczeniach	248
3.16. Kliknięcia wieloryba	222	3.63. Galeria szeptów w katedrze św. Pawła	249
3.17. Odbity dźwięk	223	3.64. Echa od ścian, narożników i zagajników	249
3.18. Dźwięk długodystansowy	223	3.65. Grające echo od schodów i płotów	250
3.19. Cień akustyczny	224	3.66. KRÓTKA HISTORIA: Akustyka starożytnych budowli	251
3.20. Nasłuchiwanie radzieckich okrętów podwodnych	225	3.67. Śpiewanie pod prysznicem	251
3.21. Megafon cheerleaderki, nautofony	225	3.68. Hałaśliwy sąsiad z góry	251
3.22. Kierunek szeptu	226	3.69. Buczący i piszczący piasek	252
3.23. Efekt Dopplera	226	3.70. Trzaskający lód i Bergy Seltzer	252
3.24. Nietoperz szuka owada	227	3.71. Słyszalność w śniegu	253
3.25. Nietoperz szuka kwiatu	228	3.72. Dźwięk skrzypiącego śniegu	253
3.26. Słyszenie pod wodą	229	3.73. „Czy można usłyszeć kształt bębna?”	253
3.27. Efekt „coctail party”	229	3.74. Infradźwięki	254
3.28. Dźwięk emitowany z uszu	230	3.75. Odgłos rosnącej kukurydzy	255
3.29. Muzyka w głowie	230	3.76. Odgłos strzepywanej tkaniny	255
		3.77. Dzwonienie w kanale	255
		3.78. Dźwięk sprężyny Slinky	256
		3.79. Dźwięki wystrzałów na wiecznej zmarzlinie	256

3.80. Słyszenie zorzy polarnej i meteorów . . .	256	4.45. Gotowanie na kuchence i nad ogniem . . .	282
3.81. Australijska czurynga	257	4.46. Gotowanie na ognisku	283
4. Uderzenia gorąca w nocy	258	4.47. Pieczenie pizzy	284
4.1. Martwe grzechotniki	258	4.48. Podgrzewanie w mikrofalówce	284
4.2. Chrząszcze wykrywające pożar	258	4.49. Prażenie popcornu	286
4.3. Pszczoły zabijają szerszenia	258	4.50. Smażenie jajecznicy	286
4.4. Zwierzęta zbijające się w gromadę	259	4.51. Gejzery i kawiarki	287
4.5. Spacer w kosmosie bez skafandra	259	4.52. Łódeczka napędzana parą	288
4.6. Krople na gorącej patelni, palce w stopionym ołowiu	260	4.53. Ciepłne zmiany długości	288
4.7. KRÓTKA HISTORIA: Dość przerażający łyk	261	4.54. Zmiażdżona cysterna kolejowa	289
4.8. Chodzenie po rozżarzonych węglach . . .	262	4.55. Suszenie prania	289
4.9. KRÓTKA HISTORIA: Relacja z chodzenia po rozżarzonych węglach	262	4.56. Ciepły płaszcz	290
4.10. Zamarznięta i przechłodzona woda	263	4.57. Ciepłe rośliny	291
4.11. Jedzenie morskiego lodu	263	4.58. Futro niedźwiedzia polarnego	291
4.12. Prędkość zamarzania gorącej i ciepłej wody	264	4.59. Czarne szaty i czarne owce na pustyni . . .	291
4.13. Woda zamrożona przez niebo	265	4.60. Szybkość chłodzenia kubka kawy	292
4.14. Chronienie przetworów warzywnych wanną wody	265	4.61. Chłodzenie wody w porowatej ceramice	292
4.15. Ochranianie sadów przez pryskanie wodą	266	4.62. Pijący ptak	293
4.16. Rzucanie wrzątkiem w mroźne powietrze	266	4.63. KRÓTKA HISTORIA: Wielki pijący ptak . .	293
4.17. Sople lodu	266	4.64. Rurki grzewcze i ziemniaczane przypinki	294
4.18. Lodowe nawisy na dachach	267	4.65. Zamglone lustra	294
4.19. Szadź i okiść lodowa na kablach	268	4.66. Zaparowane okulary	295
4.20. Kolce lodowe i inne lodowe formacje . .	268	4.67. Zbieranie wody w suchym środowisku	296
4.21. Mętne kostki lodu	270	4.68. Popękane błoto	297
4.22. Figury wewnątrz topniejącego lodu . . .	270	4.69. Nadmuchana butelka soku w samolocie	297
4.23. Zamarzanie stawów i jezior	271	4.70. Puszczanie baniek i dmuchanie balonów	298
4.24. Zamrażanie napojów gazowanych	271	4.71. Pieczenie ciasta na dużej wysokości . . .	299
4.25. Pękające rury	272	4.72. Szampan w tunelu	300
4.26. Dotykanie i lizanie zimnej rury	273	4.73. KRÓTKA HISTORIA: Uwięziona w butelce	300
4.27. Wybrzuszenia w zimę, pingo na wiecznej zmarzlinie	273	4.74. Zimowe burze	301
4.28. Wielokąty arktycznego lodu	274	4.75. Dym z komina	301
4.29. Rosnące kamienie w ogrodzie, wzorzysta ziemia	274	4.76. Sygnały dymne i grzyb atomowy	302
4.30. Orka głazami narzutowymi	275	4.77. Ogień w kominku	303
4.31. KRÓTKA HISTORIA: Bomba z martwego kota i zamrożone zniknięcie	275	4.78. Płomień świecy	304
4.32. Formowanie płatków śniegu	276	4.79. Spryskiwanie ognia	305
4.33. Narty	276	4.80. Pożar oleju kuchennego	306
4.34. Łyżwiarstwo i śnieżki	276	4.81. Pożar poszycia i lasu	306
4.35. Chodzenie po lodzie	277	4.82. Burza ogniowa	306
4.36. Igloo	277	4.83. Regulacja temperatury w kopcach i w budynkach	307
4.37. Śnieżne walce	278	4.84. Ciepło szklarni i zamkniętych samochodów	308
4.38. Lawina śnieżna	278	4.85. Wyspy ciepła	308
4.39. Wzory rysowane przez topniejący śnieg	279	4.86. Termodynamika gumki recepturki	308
4.40. Posypywanie solą śliskich chodników . . .	279	4.87. Fen i chinook	309
4.41. Lody domowej roboty	280	4.88. Pokaz wrzącej wody	309
4.42. Gorąca kawa, gorąca pizza	281	4.89. Energia w ogrzewanym pomieszczeniu	310
4.43. Wrząca woda	281	4.90. Ustawienie lodowni	310
4.44. Gotowanie jajka	282	4.91. Radiometr i jego odwrotne działanie . . .	310
		4.92. Studnie i burze	311
		4.93. Chmary owadów i artemii	311
		5. Między grzmotem a błyskawicą	313
		5.1. Piorun	313
		5.2. Piorun: ludzie, krowy i owce	314

5.3. Piorun: pojazdy	315	6. Roztaczając wokół kolory jak tęcza	346
5.4. Piorun: drzewa, wieże i ziemia	316	6.1. Tęcze	346
5.5. Piorun paciorkowy i kulisty	317	6.2. Dziwne tęcze	348
5.6. Duszki	317	6.3. Sztuczne tęcze	349
5.7. Piorunochrony	318	6.4. Dzielne niebo nie jest ciemne	349
5.8. Swetry, zjeżdżalnie i sale operacyjne ..	318	6.5. Kolory nieba	350
5.9. Samochody, pompy paliw i pit-stop	320	6.6. Niebieskie i białe góry oraz czerwone chmury	351
5.10. KRÓTKA HISTORIA: Szokująca wymiana gumy do żucia	321	6.7. Żeglarskie ostrzeżenie	351
5.11. Niebezpieczny pył w powietrzu	321	6.8. Zachody słońca i wulkany	352
5.12. Niebezpieczne pojemniki aerozolowe ..	322	6.9. Pierścień Bishopa	352
5.13. Niebezpieczne rozpylanie wody	322	6.10. Kontrastowe łuki chmur	353
5.14. Blask nart	323	6.11. Kolory nieba w trakcie zaćmienia Słońca	353
5.15. Katastrofa <i>Hindenburga</i>	323	6.12. Gdy niebo staje się zielone, zmierzaj do piwnicy	353
5.16. Pożar na łóżku szpitalnym	324	6.13. Wzmocniony błękit nieba nad głową ...	354
5.17. Blask odrywanej taśmy samoprzylepnej	324	6.14. Ciemny skrawek i różane krawędzie w trakcie zachodu słońca	354
5.18. Pietruszka, szaflwia, rozmaryn i tymianek	325	6.15. Jasne i ciemne snopy na niebie	355
5.19. Miętowy blask w szafie	326	6.16. Błękitna, czerwona i brązowa mgielka ...	355
5.20. Światła trzęsienia ziemi	327	6.17. Światła odległego miasta	356
5.21. Ognie św. Elma i blask Andów	327	6.18. Jak odległy jest horyzont?	356
5.22. Linie wysokiego napięcia	327	6.19. Kolor pochmurnego nieba	356
5.23. Natężenie, napięcie i ludzie	328	6.20. Mapy na niebie	357
5.24. KRÓTKA HISTORIA: Akt impertynencji ..	329	6.21. Jaśniej, gdy pada śnieg	357
5.25. Użycie prądu w chirurgii	329	6.22. Koniec wiązki reflektora przeciwnocznego	357
5.26. Chirurgiczne pożary i eksplozje	330	6.23. KRÓTKA HISTORIA: Promienie słoneczne i zimowe przesilenie w Newgrange	357
5.27. Bateria z cytryny, mrowienie plomb w zębach	331	6.24. Zielony błysk	358
5.28. Elektryczne ryby i węgorze	331	6.25. Zniekształcenia słońca znajdującego się nisko na niebie	359
5.29. Ładowanie przez podmuchy pyłu, piasku i śniegu	332	6.26. Czerwony Księżyc w trakcie swego zaćmienia	359
5.30. Wyładowania elektryczne nad wulkanem	333	6.27. Błyski w górnej części chmur	360
5.31. Zakażenie bakteryjne w chirurgii	333	6.28. Miraż oazy	360
5.32. Pszczoły i zapylanie	334	6.29. Miraż na ścianie	361
5.33. KRÓTKA HISTORIA: Ogniste mrówki i urządzenia elektryczne	335	6.30. Wodne potwory, trytony i wielkie miraże	361
5.34. Plastikowa folia spożywcza	335	6.31. Duch pośród kwiatów	363
5.35. Muchy na suficie, gekony na ścianie ...	336	6.32. Chybotliwe i migoczące gwiazdy	363
5.36. Beza	336	6.33. Pasma cienia	364
5.37. Sos bearneski	337	6.34. Halo 22° i słońce poboczne	365
5.38. Magnetyty	337	6.35. Niebo pełne halo, łuków i plamek	365
5.39. Pole magnetyczne Ziemi i archeologia ..	338	6.36. Cienie gór	366
5.40. Rezonans magnetyczny	339	6.37. Znikające cienie chmur	367
5.41. KRÓTKA HISTORIA: Magnetyczne poszukiwania pocisku Garfielda	340	6.38. Kolory oceanu	367
5.42. Magnez, tatuaże i biżuteria	340	6.39. Słońce i księżyc odbijające się w wodzie	368
5.43. Magnetyzm śniadania i krowy	341	6.40. Pierścienie światła	368
5.44. Elektryczne gitary	341	6.41. Cienie i kolory w wodzie	368
5.45. Wzmacniacze do gitar elektrycznych ..	342	6.42. Kolor naszego cienia	370
5.46. Zorza polarna	342	6.43. Zobaczyć ciemną część Księżyca	370
5.47. Wybuchy na Słońcu i awarie zasilania ...	343	6.44. Aureole i zjawisko Seeliger'a	370
5.48. Lewitujące żaby	344	6.45. Falujące pola zbóż	372
5.49. Syczący dźwięk z magnezu	344	6.46. Gloria	372
5.50. Prąd na stacji kolejowej	345	6.47. Wieniec	373

6.48. Korona na oszronionej szybie	373	6.94. Diamenty	398
6.49. Opalizujące chmury	374	6.95. Opale	398
6.50. Błękitny Księżyc	374	6.96. Efekt aleksandrytu	399
6.51. Żółte światła przeciwmgielne	374	6.97. Szafir gwiazdzisty	399
6.52. Ciemne, bo mokre	375	6.98. Wzory powstające na kieliszku wina, szybie i kropli wody	400
6.53. Kolory śniegu i lodu	375	6.99. Cienie z jasnymi obwódkami i pasmami	401
6.54. Firnspiegel i skrzący się śnieg	376	6.100. Jasne i ciemne pasma na skrzydle samolotu	402
6.55. Utrata orientacji spowodowana blaskiem śniegu i ślepotą śnieżną	376	6.101. KRÓTKA HISTORIA: Fala uderzeniowa samochodu <i>Thrust SSC</i>	402
6.56. Żółte okulary narciarskie	377	6.102. Aparat otworkowy i aparat typu pinspeck	403
6.57. Gdy lód staje się ciemny	377	6.103. Obrazy słońca skryte za drzewem	404
6.58. Jasne chmury, ciemne chmury	377	6.104. Światło przechodzące przez ekran, linie między palcami	404
6.59. Obłok srebrzysty	378	6.105. Jasne rysy i kolorowe sieci	405
6.60. Przeglądając się w lustrze	378	6.106. Jasne pasma na przedniej szybie samochodu	406
6.61. Odbicia w wodzie i lustro sceniczne ...	378	6.107. Odbicia na płycie gramofonowej	407
6.62. Duch Peppera i głowa pozbawiona ciała	379	6.108. Kolory precyzyjnie rowkowanych przedmiotów	408
6.63. Pochyłe okna wieży kontrolnej	380	6.109. Hologramy zmiennobrazowe w służbie przeciw fałszerzom	408
6.64. Odbicia w dwóch lub trzech lustrach ...	380	6.110. Zaparowane lub zakurzone lustro i kolorowe pierścienie	409
6.65. Kalejdoskopy	381	6.111. Kolor mleka w wodzie	410
6.66. Labirynt luster	382	6.112. Kolor dymu obozowego ogniska	410
6.67. Jarmarczny strzał z lasera	383	6.113. Efekt ouzo	410
6.68. Ciemne trójkąty pośród bombek	384	6.114. Kolory płam oleju, mydlanych błon i metalowych garnków	411
6.69. Lśnienie przechodzące w czern. Czarniejsze niż czern	385	6.115. Strukturalne kolory owadów, ryb, ptaków i małych zadków	412
6.70. Światła odblaskowe	385	6.116. Perły	414
6.71. KRÓTKA HISTORIA: Lądowanie w ciemnościach za liniami wroga	386	6.117. Protuberancje oczu owada i trudno wykrywalnego przez radary samolotu typu „stealth”	415
6.72. Lustro weneckie	386	6.118. Iryzujące rośliny	415
6.73. Lusterko wsteczne	387	6.119. Farby zmienne optycznie w służbie przeciwko oszustom	416
6.74. Lusterko boczne	387	6.120. Nasycenie kolorów płatków kwiatowych	417
6.75. Bar w Folies-Bergère	387	6.121. Żółty blask osiki	417
6.76. Sztuka renesansowa i projektory optyczne	388	6.122. Kolory oczu	417
6.77. Sztuka anamorficzna	388	6.123. Zimny błękit	418
6.78. Jasność i ciemność ulicznych latarni ...	389	6.124. Wzory płamkowe	418
6.79. Podwójne szyby okienne i zwielokrotnione obrazy	389	6.125. Kolory światła fluorescencyjnego	419
6.80. Najpotężniejszy reflektor przeciwlotniczy na świecie	390	6.126. Polaryzacyjne okulary przeciwsłoneczne	420
6.81. Archimedesowy promień śmierci	390	6.127. Polaryzacja nieba	421
6.82. KRÓTKA HISTORIA: Oświecić sędziego ..	391	6.128. Mrówcza nawigacja	422
6.83. Upiorne światła na cmentarzu	391	6.129. Kolory, plamy i polaryzacja	423
6.84. Jak rybak widzi rybę	392	6.130. Bezbarwna piana i zmielony proszek .	424
6.85. Jak ryba widzi rybaka	392	6.131. Błyszczący czarny aksamit, błyszczący lakier	425
6.86. Czytanie przez zamkniętą kopertę	393	6.132. Kolor zielonego szkła i zielonego aksamitu	425
6.87. KRÓTKA HISTORIA: Połykanie mieczy i ezofagoscopia, czyli wzziernikowanie przełyku	394		
6.88. Własności optyczne drzwi kabiny prysznicowej	394		
6.89. Magia refrakcji	395		
6.90. Niewidzialny człowiek i przezroczyste zwierzęta	396		
6.91. Droga zakrzywiona dzięki refrakcji ...	397		
6.92. Podlewanie roślin w świetle słońca	397		
6.93. Lodowe krzesiwo	397		

6.133. Brzoskwiowa skóra i wygląd miękkości	426	7.11. Obrazy pointylistyczne	441
6.134. Imprezy z wazeliną i Twinkies	426	7.12. Wzory morowe	442
6.135. Kolory mięsa	426	7.13. Op-art	442
6.136. Małe piwo	427	7.14. Głębia obrazów olejnych	443
6.137. Bielszy odcień bieli	427	7.15. Czytanie w ciemnościach	443
6.138. Znikająca moneta	428	7.16. Snujące się światła-duchy	444
6.139. Okulary przeciwsłoneczne i smog	428	7.17. Lustrzane oczy	445
6.140. Jasność oceanu	428	7.18. Umiejętność widzenia pod wodą: ludzie, pingwiny i krokodyle	445
6.141. Niebieska wstążka na morskim horyzoncie	429	7.19. Podwodny wzrok „czterookiej ryby” ..	446
6.142. Ciemność zapada z hukem	429	7.20. Efekt kota z Cheshire	446
6.143. Kolorowe smugi kondensacyjne	429	7.21. Efekt rhinooptyczny	447
6.144. Obłoki perłowe	430	7.22. Latające chmury i Sine Smutasy	447
6.154. Purpurowe światło zmierzchu	430	7.23. Złudzenie Pulfricha	448
6.146. Zmarszczki na niebie	430	7.24. Sekwencja opóźnień ulicznych latarni ..	449
6.147. Linia przecinająca padający deszcz ..	431	7.25. Pasma Macha	449
6.148. Jasne noce	431	7.26. Świat do góry nogami	450
6.149. Światło zodiakalne, przeciwbłask i inne nocne światła	431	7.27. Odwrócone cienie i efekt pęcherzyka ...	450
6.150. Odbicia od morskiego horyzontu	432	7.28. Osobliwe odbicia bombek choinkowych	451
6.151. Zastosowanie litej metalowej kulki do skupiania światła	432	7.29. Obrócone losowe wzory kropek	451
6.152. Szybki obrót w krzywym lustrze	433	7.30. Wzory na ekranie śnieżącego telewizora	452
6.153. Kolor dymu z papierosa	433	7.31. Uśmiech Mony Lisy	452
6.154. Gdyby można było widzieć w ultrafiolecie	433	7.32. Unoszące się obrazy-duchy ekranu telewizora	453
6.155. Dyfrakcyjny alfabet	433	7.33. Czytając przez maleńki otworek	453
6.156. Zabawa odbiciem	434	7.34. Kolory palca	454
7. Pancerniki tańczące na tle spuchniętego Księżyca	435	7.35. Gwiazdy widziane przez szyb za dnia ...	454
7.1. Powiększanie się Księżyca	435	7.36. Wodząc wzrokiem obok gwiazd	454
7.2. Kształt sklepienia niebieskiego	435	7.37. Rozdzielczość ziemskich obiektów widzianych przez astronautów	455
7.3. Dekapitacja w płamce ślepej	436	7.38. Pszczoły miodne, mrówki pustynne i spolaryzowane światło	455
7.4. Szara sieć o poranku, pędzące plamki w świetle dnia	436	7.39. Szczotka Haidingera	456
7.5. Męty i inne plamki w oku	437	7.40. Kolory cieni	457
7.6. Aureole latarni ulicznych, blask świecy i wygląd gwiazd	438	7.41. Bezpieczne okulary przeciwsłoneczne ...	457
7.7. Fosfeny – psychodeliczne efekty	438	7.42. Rybie oko	457
7.8. Mruczający stroboskop	439	7.43. Głębia czerwono-niebieskich znaków ..	458
7.9. Miej oko na kij do baseballa	440	7.44. Niebieskie łuki Purkiniego	459
7.10. Impresjonizm	441	7.45. Punkt Maxwella	460
		7.46. Promieniowanie i doznania wzrokowe ...	460
		7.47. Czerwone światła na tablicach kontrolnych	461
		7.48. Rentgenowskie spojrzenie Supermana ...	461
		7.49. Złudzenie sztucznych ognii	462
		7.50. Spoglądając w sufit	462