

Spis treści

Przedmowa	17
Witryna WWW dla <i>Latającego cyrku fizyki</i>	17
Pochodzenie nazwy „Latający cyrk”	18
Bibliografia	18
Korespondencja do mnie	18
Uniwersytet Stanowy w Cleveland	18
Podręczniki	18
Podziękowania	19
1. Przemykając się między spadającymi kroplami	21
1.1. Biec czy iść w deszczu?	21
1.2. Korki i peletony w ruchu drogowym	21
1.3. Fale uderzeniowe na autostradzie	22
1.4. Minimalna odległość między samochodami	23
1.5. Przejeżdżanie na żółtym	23
1.6. Poślizg podczas ostrego hamowania	23
1.7. Poślizg czy bez poślizgu	24
1.8. Wpadanie w poślizg i zatrzymywanie się	25
1.9. KRÓTKA HISTORIA: Zapiski dotyczące śladów hamowania	26
1.10. Dzięcioły, owce kanadyjskie i wstrząśnienie mózgu	26
1.11. KRÓTKA HISTORIA: Gra o wielokrotności g	27
1.12. Zderzenia czołowe	27
1.13. KRÓTKA HISTORIA: Zabawa z lokomotywami	28
1.14. Uderzenia w tył pojazdu i uraz kręgosłupa szyjnego	28
1.15. Skręty samochodów rajdowych	28
1.16. Tory do biegów	29
1.17. Złudzenie podczas startu	29
1.18. KRÓTKA HISTORIA: Lot Air Canada 143	30
1.19. Strach i dreszcz emocji w parku rozrywki	30
1.20. KRÓTKA HISTORIA: Dzieje pętli cyrkowych	32
1.21. Łapanie wysoko wybitej piłki	33
1.22. KRÓTKA HISTORIA: Wysoka piłka	33
1.23. Uderzanie piłki baseballowej	34
1.24. Dozwolone podania w rugby	35
1.25. Żonglowanie	36
1.26. Skok o tyczce	36
1.27. Strzelanie za pomocą atlatla oraz ropucha	36
1.28. Proce	37
1.29. Tomahawki	38

1.30. Bola	38
1.31. Machina oblężnicza	39
1.32. Ludzka kula armatnia	39
1.33. Strzały w koszykówce	40
1.34. KRÓTKA HISTORIA: Rekordy w rzutach wolnych	41
1.35. Czas „zawieszenia” w koszykówce i balecie	41
1.36. Gra w golfa	42
1.37. KRÓTKA HISTORIA: Kurtyna śmierci przy uderzeniu meteoru	42
1.38. Skok wzwyż oraz skok w dal	42
1.39. Skaczące fasolki	45
1.40. Przewrót sprężyka, atak ustonogów	45
1.41. KRÓTKA HISTORIA: Kilka rekordów w podnoszeniu ciężarów	46
1.42. Zderzenia łańcuchowe	46
1.43. Odbijanie dużej liczby piłek	47
1.44. KRÓTKA HISTORIA: Pokaz zderzenia	48
1.45. Karate	49
1.46. Boks	50
1.47. Zawalenie się przejścia między budynkami	50
1.48. Zawalenie się World Trade Center	51
1.49. Upadki z rekordowych wysokości	51
1.50. Śmiały ratunek podczas skoku spadochronem	52
1.51. Długie loty kotów	52
1.52. Skoki w dół z dużej wysokości i skoki na bungee	53
1.53. Uwięzieni w kabine 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
1.56. Łoże z gwoździ	55
1.57. Wiszące łyżki	56
1.58. Ślady migrujących skał	56
1.59. Węzły	56
1.60. Wspinaczka po skałach	57
1.61. Wspinanie po skałach w wykonaniu owiec kanadyjskich	59
1.62. Przeciąganie posągów na Wyspie Wielkanocnej	59
1.63. Wznoszenie Stonehenge	59
1.64. Podnoszenie bloków do budowy egipskich piramid	60
1.65. Slinky	61
1.66. Pochyła wieża z klocków	62
1.67. Pochylenie wieży w Pizie	63
1.68. Przewracające się kostki domina	63
1.69. Przewracające się kominy, ołówki i drzewa	64
1.70. Łamiące się końce ołówków	65
1.71. Uszkodzenie części mostu	66
1.72. Pociąg składający się jak scyzoryk	67
1.73. Strącenia w bowlingu	67
1.74. Uderzenia w bilardzie	67
1.75. Minigolf	69

1.76. Sztuczki z piłką Super Ball	69
1.77. Uderzenia w racquetballu	71
1.78. KRÓTKA HISTORIA: Kontrowersyjny gol	71
1.79. Tenis	72
1.80. Rowery i motocykle	73
1.81. Długie skoki motocyklowe	73
1.82. Deskorolki	74
1.83. Rzut podkową	74
1.84. Kręcenie hula-hoop i lassem	75
1.85. Yo-yo	75
1.86. Rozwijanie yo-yo	76
1.87. Przekraczanie bariery dźwięku	77
1.88. KRÓTKA HISTORIA: Wybuch podczas testu wirowania	77
1.89. Obracanie kajaka	78
1.90. Curling	78
1.91. Spacer po linie	79
1.92. Jazda na byku	79
1.93. Odrywanie papieru toaletowego	80
1.94. Rzucanie kamieni i bomb	80
1.95. Obracający się łyżwiarz	81
1.96. Kręcenie książką	81
1.97. Spadanie kotów, dziwne ruchy astronautów i niesamowite skoki do wody	82
1.98. Poczwórne salto	84
1.99. Spadająca grzanka	84
1.100. Balet	84
1.101. Jazda na nartach	85
1.102. Porzucony na lodzie	87
1.103. KRÓTKA HISTORIA: Problemy z sekwencją obrotów	87
1.104. Osobliwość bączków	87
1.105. KRÓTKA HISTORIA: Uparta walizka	88
1.106. Bączki tippy	89
1.107. Wirujące jajka	89
1.108. Diabolo	89
1.109. Kamienie celtyckie	90
1.110. Drganie monet i butelek	90
1.111. Judo, aikido i zapasy olimpijskie	91
1.112. Wirowanie pocisku i długie podania	92
1.113. Rozbujanie huśtawki na placu zabaw	92
1.114. Kołysanie kadzielnicy	93
1.115. Wahadło w studni	94
1.116. Wahadło rewersyjne (odwrócone), monocykliści	94
1.117. Noszenie ciężarów na głowie	94
1.118. Noszenie ładunków na oscylujących drągach	95
1.119. Para wahadeł	96
1.120. Wahadło sprężynowe	97

1.121. Dzwon, który nie dzwonił	98
1.122. Efekt spaghetti	98
1.123. Pająk i mucha	98
1.124. Drgania mostu dla ruchu pieszego i parkietu	99
1.125. Chwiejne konstrukcje i skały	100
1.126. Zatonięcie rosyjskiego okrętu podwodnego Kursk z napędem jądrowym	101
1.127. Lokalizacja ofiary przez skorpiona piaskowego	102
1.128. Fale śnieżne	102
1.129. Fala na stadionie piłkarskim	102
1.130. Zbroja	103
1.131. Paradoks łuczника	103
1.132. Oscylacje roślin	103
1.133. Oscylacje wysokich budynków	104
1.134. Skoki z trampoliny	104
1.135. Zarzucanie przynęty	105
1.136. Bitwa o Falklandy, Wielka Berta	106
1.137. Jaś i magiczna fasola w kosmosie	106
1.138. Wiosenna gorączka i stawianie jajek	107
1.139. Obłąd związany z pełnią Księżyca	107
1.140. Anomalie grawitacyjne	108
1.141. Przelot przez środek Ziemi	108
1.142. Rozciąganie reklamówek	109
1.143. Grobla Olbrzyma i kolumny z krochmalu	110
1.144. Połamane paznokcie	110
1.145. Zgniatanie papieru w kulę	110
1.146. Od zabawy do tragicznych w skutkach przypadków eksplozji	110
1.147. Dlaczego obrazy wiszące na ścianie przekrzywiają się	111
1.148. Zaskakujące zachowanie podwójnej sprężyny	112
1.149. Stabilność puszek z napojem gazowanym lub piwem	112
1.150. Wahadło Wilberforce'a	112
1.151. „Palenie opon” na starcie	113
1.152. Skręcić czy się zatrzymać	113
1.153. Przemykanie się koło skręcającego autobusu	113
1.154. Obszar kompresji taśmy klejącej	114
1.155. Bobslej na zakręcie	114
1.156. Zbyt szybki, aby się ześlizgnąć	114
1.157. Dom Małego Księcia	115
1.158. Skok spadochronowy z dynią	115
1.159. Wyciąganie zadziornej ryby	115
1.160. Fiddlesticks	116
1.161. Wiatraczek na karbowanym kijku	116
1.162. Pchnięcie kulą i rzut młotem	117
1.163. Skoki podczas zawodów w narciarstwie zjazdowym	117
1.164. Wyciąganie obrusa spod zastawy	117
1.165. KRÓTKA HISTORIA: Ciągnięcie zębami	118

1.166. Przesuwanie krzesła	118
1.167. Podnoszenie człowieka przy użyciu palców	118
1.168. Rakiety i problem z bojerem	118
1.169. KRÓTKA HISTORIA: Z Ziemi na Wenus	119
1.170. Wybór młotka	119
1.171. Regulator ciśnienia	119
1.172. Przesuwanie kijka na palcach	120
1.173. KRÓTKA HISTORIA: Gigantyczne zawody w przeciąganiu liny	120
1.174. Strzelanie wzdłuż zbocza	120
1.175. Uruchamianie samochodu na śliskiej nawierzchni	120
1.176. Wyważanie koła	120
1.177. Zabawa z butelką	121
1.178. Wiszący kielich gotowy do rozbicia	121
1.179. Złamanie wiertła	122
1.180. Dewizka	122
1.181. KRÓTKA HISTORIA: Spłaszczenie mostu Golden Gate Bridge	122
1.182. Kołysanie wagonów kolejowych	122
1.183. Drgania anteny samochodowej	123
1.184. Zbiornik stabilizujący statek	123
1.185. Pofałdowanie dróg	124
1.186. Widząc tylko jedną stronę Księżyca	124
1.187. Satelity wywiadu	124
1.188. Opór powietrza przyspiesza satelitę	124
1.189. Ósemkowy kształt drogi na Księżyc	125
1.190. Ziemia i Słońce przyciągają Księżyc	125
1.191. Grawitacyjny efekt procy	125
1.192. Sporządzanie mapy Indii	125
1.193. Golenie maszynką z podwójnym ostrzem	125
1.194. Niesymetryczna erozja rzeczna	126
2. Wyścigi na suficie, pływanie w syropie	127
2.1. Wyścigi samochodowe na suficie	127
2.2. Drafting	128
2.3. Aerodynamika przejeżdżających pociągów	128
2.4. Zawalenie się starego mostu w Tacoma Narrows	129
2.5. Aerodynamika budynków	129
2.6. Latawce	130
2.7. Skoki narciarskie	131
2.8. Prędkość narciarza zjazdowego	131
2.9. Bumerangi	131
2.10. Rzucanie kartami	132
2.11. Nasiona wirujące w powietrzu	133
2.12. Latające węże	133
2.13. Opór powietrza na piłkach tenisowych	133
2.14. Gwałtowny skręt piłki wokół muru obrońców	134
2.15. Aerodynamika piłki do golfa	135

2.16. Aerodynamika piłki baseballowej	135
2.17. Aerodynamika krykieta	136
2.18. Ptaki lecące w szyku V	137
2.19. Prędkość pływania w syropie	137
2.20. Smugi kondensacyjne	137
2.21. Ruchy zasłony prysznicowej	138
2.22. Piesek preriowy oraz gigantyczne gniazda mrówek	139
2.23. Wir w wannie	139
2.24. Wir w filiżance kawy	140
2.25. Zbieranie się liści herbaty, kręcenie oliwkami	140
2.26. Meandrujące rzeki	141
2.27. Ptak kręcący się w wodzie	142
2.28. Wspinanie się wody po wirującym jajku	142
2.29. Kołowy wzór przepływu wody w zlewie	142
2.30. Poziom wody w kanałach	143
2.31. Samotne fale	143
2.32. Gwałtowne fale przyływowe	144
2.33. Pływy	144
2.34. Pływy w Zatoce Fundy	145
2.35. Martwa woda	145
2.36. Tornada	145
2.37. KRÓTKA HISTORIA: Patrząc w górę w tornado	146
2.38. Trąby wodne i chmury lejowe	147
2.39. Wiry pyłowe, wiry we mgle i w parze wodnej	147
2.40. Wiry pierścieniowe	148
2.41. Syfony i toalety	149
2.42. Jaszczurka chodząca po wodzie	149
2.43. Ołowiane sztabki pływające w łódce	150
2.44. Pływające belki i otwarte zbiorniki	150
2.45. Dziura w tamie, statek w suchym doku	151
2.46. g-LOC u pilotów	151
2.47. Krążenie krwi u węży, żyraf i wysokich dinozaurów	151
2.48. Czy zauropody pływały?	152
2.49. Gastrolity u dinozaurów i krokodyli	152
2.50. Efekt Coandy	153
2.51. Efekt dzbanka do herbaty	153
2.52. Wynurzenie się po głębokim nurkowaniu	154
2.53. Snorkeling u ludzi i słoni	155
2.54. Nurkowanie na dużej głębokości, ucieczka z łodzi podwodnej	155
2.55. Katastrofa nad jeziorem Nyos	157
2.56. KRÓTKA HISTORIA: <i>House-hopping</i> oraz podniebna jazda na krzeselku ogrodowym	157
2.57. Spływanie szkła w oknach średniowiecznej katedry	158
2.58. Dziwne lepkie ciecze	158
2.59. Zmiana kierunku mieszania zupy	159
2.60. Odbijający się strumień cieczy	160

2.61. Ciecze wspinające się po prętach	160
2.62. Płynne zwoje liny	160
2.63. Fale na wodzie	161
2.64. Fale wyjątkowe i dzikie	161
2.65. Fale skręcające w stronę plaży	162
2.66. Przepływ fali przez wąski otwór	162
2.67. Sejsze i chlupotanie	162
2.68. Ślady na wodzie za kaczkami i lotniskowcami	163
2.69. Surfing	164
2.70. Ruchy morświna i delfina	165
2.71. Fale krawędziowe	165
2.72. Wzory na brzegach plaż	166
2.73. Olej i fale	166
2.74. Pływające krople	167
2.75. Rozpryskiwanie się kropel	168
2.76. Bąbelki w napojach gazowanych, piwie i w szampanie	169
2.77. Bańki mydlane i piana z piwa	171
2.78. Pękające pęcherzyki	172
2.79. Wieloryby i sieć z pęcherzyków	172
2.80. Nartniki	173
2.81. Koraliki na druciku i nici ze śliny	173
2.82. Zbieranie deszczu przez jaszczurki pustynne	174
2.83. Ofiary zbierane przez ptaki brodzące	175
2.84. Krople i cienkie warstwy płynu na stałych powierzchniach	175
2.85. Przyciąganie się płatków śniadaniowych	176
2.86. Zamki z piasku	176
2.87. Wygląd złej kawy	177
2.88. Łzy wina i inne sztuczki na powierzchni płynu	177
2.89. Wzory z Tia Maria podobne do robaków	178
2.90. Wzory w gorącej kawie i innych płynach	178
2.91. Wzory na plamach z kawy	180
2.92. Wzory na zaparowanych powierzchniach	181
2.93. Efekt kwiatu lotosu	181
2.94. Mszyce i płynny marmur	182
2.95. Pędzle, mokre włosy i moczone ciasteczka	182
2.96. Smażenie ziemniaków w głębokim tłuszczu	183
2.97. Kaczki zostają suche	183
2.98. Przekrojony ziemniak, ptasie odchody i samochód	184
2.99. Katapultowanie zarodników grzybów	184
2.100. Fale w spadającym strumieniu	184
2.101. Dzwony, ściany i łańcuchy wodne	185
2.102. Chodzenie po mokrej plaży i po ruchomych piaskach	186
2.103. Zawalenie się budynków i autostrady	187
2.104. KRÓTKA HISTORIA: Efekt ruchomych piasków w zbożu	187
2.105. Potok pieszych i paniczna ucieczka	188
2.106. Piaskownice i samoorganizujące się przepływy	188

2.107. Przepływy w klepsydrze i silosach	189
2.108. Efekt orzecha brazylijskiego i potrząsanie proszkiem	190
2.109. Balon lawinowy	191
2.110. Zmarszczki na piasku i ruch	192
2.111. Wydma piaszczysta	192
2.112. Jardangi i inne rzeźby z piasku	193
2.113. Śnieżne płyty i zaspy naniesione przez wiatr	194
2.114. Lawiny śnieżne	194
2.115. Długie osuwiska	195
2.116. Lawiny kamieni	195
2.117. Łopotanie flag i wstążek	196
2.118. Trzepoczące fontanny i uderzające wodospady	196
2.119. Pulsujące fontanny	197
2.120. Nalewanie: odwrócony kieliszek i szklanka yard-of-ale	197
2.121. Kapanie	198
2.122. Kształty bańki mydlanej	199
2.123. Ścieżki bąbelków	199
2.124. Antybąbelki	200
2.125. Podnoszenie pojemnika z ryżem za pomocą kijka	200
2.126. Rzut dyskiem	201
2.127. Rzut oszczepem	201
2.128. Połączone łódki	202
2.129. Aerodynamika kabli i lin	202
2.130. Skimboarding	202
2.131. Siła wyporu podczas zakrętów	203
2.132. Odbijanie fal przez piaszczystą łachę	203
2.133. Deszcz i fale	204
2.134. Solny oscylator	204
2.135. Słone palce i fontanna z soli	204
2.136. Transportowanie wody przez wysokie drzewa	205
2.137. Długie nitki na wodzie	206
2.138. Uliczki chmur i pasy wypalonego lasu	206
2.139. Opakowanie M & M's	207
2.140. Stos jabłek	207
2.141. Wzory na powierzchni pokrytej pyłem	207
2.142. Oscylator hydrauliczny	208
2.143. Kropelki oleju przemieszczające się przez glicerynę	208
2.144. Piłeczka w strumieniu powietrznym	209
2.145. Statek Flettnera	209
2.146. Cieśnina Gibraltarska, Cieśnina Mesyńska, Cieśnina Sycylijska	209
2.147. Rozpryskiwanie drobnych obiektów	210
2.148. Niewielki grzbiet na płynącej wodzie	210
2.149. Meandrujące wąskie strumienie wody	211
2.150. Włoski z golarki i kamforowe łódki na wodzie	211
2.151. Plamy oleju na drodze	212
2.152. Wzór tworzony przez krople wody spadające na glicerynę	212

2.153. Tłuste nacieki z oliwy na powierzchni wody pokrytej talkiem	213
2.154. Oscylator kurzego tłuszczu	213

3. Schowany pod kołdrą, nasłuchuje potworów **215**

3.1. Wycie wiatru	215
3.2. Śpiew kabli telefonicznych i igieł sosny	215
3.3. Gwizdy i gwizdanie	216
3.4. Mówienie i śpiewanie	217
3.5. Mówienie z helem	218
3.6. Śpiew gardłowy	218
3.7. Chrapanie	219
3.8. Mruczenie i ryczenie	219
3.9. KRÓTKA HISTORIA: Odgłos parazaurolofa	220
3.10. Odgłosy tygrysów i słońi	220
3.11. Rechot żaby	220
3.12. Świerszcze i langusty	221
3.13. Żaba gra na drzewie, świerszcz gra w norze	221
3.14. Atak australijskich cykad	222
3.15. Głos pingwina	222
3.16. Kliknięcia wieloryba	222
3.17. Odbity dźwięk	223
3.18. Dźwięk długodystansowy	223
3.19. Cień akustyczny	224
3.20. Nasłuchiwanie radzieckich okrętów podwodnych	225
3.21. Megafon cheerleaderki, nautofony	225
3.22. Kierunek szeptu	226
3.23. Efekt Dopplera	226
3.24. Nietoperz szuka owada	227
3.25. Nietoperz szuka kwiatu	228
3.26. Słyszenie pod wodą	229
3.27. Efekt „coctail party”	229
3.28. Dźwięk emitowany z uszu	230
3.29. Muzyka w głowie	230
3.30. Utrata słuchu przez hałas	231
3.31. Dźwięk wzmocniony hałasem	232
3.32. Stetoskop i odgłos oddechu	232
3.33. Naciąganie strun gitary i gumek recepturek	232
3.34. Smyczkiem po strunach	233
3.35. Migoczący blask skrzypiec	234
3.36. Muszle	235
3.37. Didgeridoo	235
3.38. Drżenia i buczenie silosu	236
3.39. Śpiew rur falistych	236
3.40. Akustyka w kubku kawy	236
3.41. Rezonans w butelce	237
3.42. Palcem po tablicy	238

3.43. Pocieranie kieliszka	238
3.44. Rozbijanie kieliszków głosem	239
3.45. Szemrzące strumienie i dźwięk deszczu	239
3.46. Rezonans w słoiku i w kubku	239
3.47. Grzechot instalacji wodociągowej	240
3.48. Strzelanie palcami	240
3.49. Tony Korotkowa	240
3.50. Atak zabójczej krewetki	241
3.51. Dźwięk wrzącej wody	241
3.52. Dźwięk gryzionego jedzenia	242
3.53. Pstryk, szelest, trzask	242
3.54. Grom dźwiękowy z samolotów i pocisków	243
3.55. Grom dźwiękowy w tunelu kolejowym	244
3.56. Grzmot	244
3.57. Pomruki - tajemnicze grzmoty z nieba	245
3.58. Obryw skał i powalone drzewa	246
3.59. Strzelanie z bata i z mokrych ręczników	246
3.60. Kaszel i kichanie	247
3.61. Akustyka pomieszczeń i sal koncertowych	247
3.62. Galerie szeptów w różnych pomieszczeniach	248
3.63. Galeria szeptów w katedrze św. Pawła	249
3.64. Echa od ścian, narożników i zagajników	249
3.65. Grające echo od schodów i płotów	250
3.66. KRÓTKA HISTORIA: Akustyka starożytnych budowli	251
3.67. Śpiewanie pod prysznicem	251
3.68. Hałaśliwy sąsiad z góry	251
3.69. Buczący i piszcący piasek	252
3.70. Trzaskający lód i Bergy Seltzer	252
3.71. Słyszalność w śniegu	253
3.72. Dźwięk skrzypiącego śniegu	253
3.73. „Czy można usłyszeć kształt bębna?”	253
3.74. Infradźwięki	254
3.75. Odgłos rosnącej kukurydzy	255
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
3.81. Australijska czurynga	257
4. Uderzenia gorąca w nocy	258
4.1. Martwe grzechotniki	258
4.2. Chrząszcze wykrywające pożar	258
4.3. Pszczoły zabijają szerszenia	258
4.4. Zwierzęta zbijające się w gromadę	259
4.5. Spacer w kosmosie bez skafandra	259

4.6. Krople na gorącej patelni, palce w stopionym ołowiu	260
4.7. KRÓTKA HISTORIA: Dość przerażający łyk	261
4.8. Chodzenie po rozżarzonych węglach	262
4.9. KRÓTKA HISTORIA: Relacja z chodzenia po rozżarzonych węglach	262
4.10. Zamarznięta i przechłodzona woda	263
4.11. Jedzenie morskiego lodu	263
4.12. Prędkość zamarzania gorącej i ciepłej wody	264
4.13. Woda zamrożona przez niebo	265
4.14. Chronienie przetworów warzywnych wanną wody	265
4.15. Ochronianie sadów przez pryskanie wodą	266
4.16. Rzucanie wrzątkiem w mroźne powietrze	266
4.17. Sople lodu	266
4.18. Lodowe nawisy na dachach	267
4.19. Szadź i okiść lodowa na kablach	268
4.20. Kolce lodowe i inne lodowe formacje	268
4.21. Mętne kostki lodu	270
4.22. Figury wewnątrz topniejącego lodu	270
4.23. Zamarzanie stawów i jezior	271
4.24. Zamrażanie napojów gazowanych	271
4.25. Pękające rury	272
4.26. Dotykanie i lizanie zimnej rury	273
4.27. Wybrzuszenia w zimę, pingo na wiecznej zmarzlinie	273
4.28. Wielokąty arktycznego lodu	274
4.29. Rosnące kamienie w ogrodzie, wzorzysta ziemia	274
4.30. Orka głazami narzutowymi	275
4.31. KRÓTKA HISTORIA: Bomba z martwego kota i zamrożone zniknięcie	275
4.32. Formowanie płatków śniegu	276
4.33. Narty	276
4.34. Łyżwiarstwo i śnieżki	276
4.35. Chodzenie po lodzie	277
4.36. Igloo	277
4.37. Śnieżne walce	278
4.38. Lawina śnieżna	278
4.39. Wzory rysowane przez topniejący śnieg	279
4.40. Posypywanie solą śliskich chodników	279
4.41. Lody domowej roboty	280
4.42. Gorąca kawa, gorąca pizza	281
4.43. Wrząca woda	281
4.44. Gotowanie jajka	282
4.45. Gotowanie na kuchence i nad ogniem	282
4.46. Gotowanie na ognisku	283
4.47. Pieczenie pizzy	284
4.48. Podgrzewanie w mikrofalówce	284
4.49. Prażenie popcornu	286
4.50. Smażenie jajecznic	286

4.51. Gejzery i kawiarki	287
4.52. Łódeczka napędzana parą	288
4.53. Ciepłne zmiany długości	288
4.54. Zmiażdżona cysterna kolejowa	289
4.55. Suszenie prania	289
4.56. Ciepły płaszcz	290
4.57. Ciepłe rośliny	291
4.58. Futro niedźwiedzia polarnego	291
4.59. Czarne szaty i czarne owce na pustyni	291
4.60. Szybkość chłodzenia kubka kawy	292
4.61. Chłodzenie wody w porowatej ceramice	292
4.62. Pijący ptak	293
4.63. KRÓTKA HISTORIA: Wielki pijący ptak	293
4.64. Rurki grzewcze i ziemniaczane przypinki	294
4.65. Zamglone lustro	294
4.66. Zaparowane okulary	295
4.67. Zbieranie wody w suchym środowisku	296
4.68. Popękane błoto	297
4.69. Nadmuchana butelka soku w samolocie	297
4.70. Puszczanie baniek i dmuchanie balonów	298
4.71. Pieczenie ciasta na dużej wysokości	299
4.72. Szampan w tunelu	300
4.73. KRÓTKA HISTORIA: Uwięziona w butelce	300
4.74. Zimowe burze	301
4.75. Dym z komina	301
4.76. Sygnały dymne i grzyb atomowy	302
4.77. Ogień w kominku	303
4.78. Płomień świecy	304
4.79. Spryskiwanie ognia	305
4.80. Pożar oleju kuchennego	306
4.81. Pożar poszycia i lasu	306
4.82. Burza ogniowa	306
4.83. Regulacja temperatury w kopcach i w budynkach	307
4.84. Ciepło szklarni i zamkniętych samochodów	308
4.85. Wyspy ciepła	308
4.86. Termodynamika gumki recepturki	308
4.87. Fen i chinook	309
4.88. Pokaz wrzącej wody	309
4.89. Energia w ogrzewanym pomieszczeniu	310
4.90. Ustawienie lodowni	310
4.91. Radiometr i jego odwrotne działanie	310
4.92. Studnie i burze	311
4.93. Chmury 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
5.4. Piorun: drzewa, wieże i ziemia	316
5.5. Piorun paciorkowy i kulisty	317
5.6. Duszki	317
5.7. Piorunochrony	318
5.8. Swetry, zjeżdźalnie i sale operacyjne	318
5.9. Samochody, pompy paliw i pit-stop	320
5.10. KRÓTKA HISTORIA: Szokująca wymiana gumy do żucia	321
5.11. Niebezpieczny pył w powietrzu	321
5.12. Niebezpieczne pojemniki aerozolowe	322
5.13. Niebezpieczne rozpylanie wody	322
5.14. Blask nart	323
5.15. Katastrofa Hindenburga	323
5.16. Pożar na łóżku szpitalnym	324
5.17. Blask odrywanej taśmy samoprzylepnej	324
5.18. Pietruszka, szałwia, rozmaryn i tymianek	325
5.19. Miętowy blask w szafie	326
5.20. Światła trzęsienia ziemi	327
5.21. Ognie św. Elma i blask Andów	327
5.22. Linie wysokiego napięcia	327
5.23. Natężenie, napięcie i ludzie	328
5.24. KRÓTKA HISTORIA: Akt impertynencji	329
5.25. Użycie prądu w chirurgii	329
5.26. Chirurgiczne pożary i eksplozje	330
5.27. Bateria z cytryny, mrowienie plomb w zębach	331
5.28. Elektryczne ryby i węgorze	331
5.29. Ładowanie przez podmuchy pyłu, piasku i śniegu	332
5.30. Wyładowania elektryczne nad wulkanem	333
5.31. Zakażenie bakteryjne w chirurgii	333
5.32. Pszczoły i zapylanie	334
5.33. KRÓTKA HISTORIA: Ogniste mrówki i urządzenia elektryczne	335
5.34. Plastikowa folia spożywcza	335
5.35. Muchy na suficie, gekony na ścianie	336
5.36. Beza	336
5.37. Sos bearneński	337
5.38. Magnetyty	337
5.39. Pole magnetyczne Ziemi i archeologia	338
5.40. Rezonans magnetyczny	339
5.41. KRÓTKA HISTORIA: Magnetyczne poszukiwania pocisku Garfielda	340
5.42. Magnesy, tatuaże i biżuteria	340
5.43. Magnetyzm śniadania i krowy	341
5.44. Elektryczne gitary	341
5.45. Wzmacniacze do gitar elektrycznych	342
5.46. Zorza polarna	342
5.47. Wybuchy na Słońcu i awarie zasilania	343

5.48. Lewitujące żaby	344
5.49. Syczący dźwięk z magnesu	344
5.50. Prąd na stacji kolejowej	345
6. Roztaczając wokół kolory jak tęcza	346
6.1. Tęcze	346
6.2. Dziwne tęcze	348
6.3. Sztuczne tęcze	349
6.4. Dienne niebo nie jest ciemne	349
6.5. Kolory nieba	350
6.6. Niebieskie i białe góry oraz czerwone chmury	351
6.7. Żeglarskie ostrzeżenie	351
6.8. Zachody słońca i wulkany	352
6.9. Pierścień Bishopa	352
6.10. Kontrastowe łuki chmur	353
6.11. Kolory nieba w trakcie zaćmienia Słońca	353
6.12. Gdy niebo staje się zielone, zmierzaj do piwnicy	353
6.13. Wzmocniony błękit nieba nad głową	354
6.14. Ciemny skrawek i różane krawędzie w trakcie zachodu słońca	354
6.15. Jasne i ciemne snopy na niebie	355
6.16. Błękitna, czerwona i brązowa mgiełka	355
6.17. Światła odległego miasta	356
6.18. Jak odległy jest horyzont?	356
6.19. Kolor pochmurnego nieba	356
6.20. Mapy na niebie	357
6.21. Jaśniej, gdy pada śnieg	357
6.22. Koniec wiązki reflektora przeciwlotniczego	357
6.23. KRÓTKA HISTORIA: Promienie słoneczne i zimowe przesilenie w Newgrange	357
6.24. Zielony błysk	358
6.25. Zniekształcenia słońca znajdującego się nisko na niebie	359
6.26. Czerwony Księżyc w trakcie swego zaćmienia	359
6.27. Błyski w górnej części chmur	360
6.28. Miraż oazy	360
6.29. Miraż na ścianie	361
6.30. Wodne potwory, trytony i wielkie miraże	361
6.31. Duch pośród kwiatów	363
6.32. Chybotliwe i migoczące gwiazdy	363
6.33. Pasma cienia	364
6.34. Halo 22° i słońce poboczne	365
6.35. Niebo pełne halo, łuków i plamek	365
6.36. Cienie gór	366
6.37. Znikające cienie chmur	367
6.38. Kolory oceanu	367
6.39. Słońce i księżyc odbijające się w wodzie	368
6.40. Pierścienie światła	368

6.41. Cienie i kolory w wodzie	368
6.42. Kolor naszego cienia	370
6.43. Zobaczyć ciemną część Księżyca	370
6.44. Aureole i zjawisko Seeligera	370
6.45. Falujące pola zbóż	372
6.46. Gloria	372
6.47. Wieniec	373
6.48. Korona na oszronionej szybie	373
6.49. Opalizujące chmury	374
6.50. Błękitny Księżyc	374
6.51. Żółte światła przeciwmgielne	374
6.52. Ciemne, bo mokre	375
6.53. Kolory śniegu i lodu	375
6.54. Firnspiegel i skrzący się śnieg	376
6.55. Utrata orientacji spowodowana blaskiem śniegu i ślepotą śnieżną	376
6.56. Żółte okulary narciarskie	377
6.57. Gdy lód staje się ciemny	377
6.58. Jasne chmury, ciemne chmury	377
6.59. Obłok srebrzysty	378
6.60. Przeglądając się w lustrze	378
6.61. Odbicia w wodzie i lustro sceniczne	378
6.62. Duch Peppera i głowa pozbawiona ciała	379
6.63. Pochyłe okna wieży kontrolnej	380
6.64. Odbicia w dwóch lub trzech lustrach	380
6.65. Kalejdoskopy	381
6.66. Labirynt luster	382
6.67. Jarmarczny strzał z lasera	383
6.68. Ciemne trójkąty pośród bombek	384
6.69. Lśnienie przechodzące w czerń. Czarniejsze niż czerń	385
6.70. Światła odbłaskowe	385
6.71. KRÓTKA HISTORIA: Lądowanie w ciemnościach za liniami wroga	386
6.72. Lustro weneckie	386
6.73. Lusterko wsteczne	387
6.74. Lusterko boczne	387
6.75. Bar w Folies-Bergere	387
6.76. Sztuka renesansowa i projektory optyczne	388
6.77. Sztuka anamorficzna	388
6.78. Jasność i ciemność ulicznych latarni	389
6.79. Podwójne szyby okienne i zwielokrotnione obrazy	389
6.80. Najpotężniejszy reflektor przeciwlotniczy na świecie	390
6.81. Archimedesowy promień śmierci	390
6.82. KRÓTKA HISTORIA: Oświecić sędziego	391
6.83. Upiorne światła na cmentarzu	391
6.84. Jak rybak widzi rybę	392
6.85. Jak ryba widzi rybaka	392
6.86. Czytanie przez zamkniętą kopertę	393

6.87. KRÓTKA HISTORIA: Połykanie Mieczy i ezofagoscopia, czyli wziernikowanie 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
6.94. Diamenty	398
6.95. Opale	398
6.96. Efekt aleksandrytu	399
6.97. Szafir gwiazdzisty	399
6.98. Wzory powstające na kieliszku wina, szybie i kropli wody	400
6.99. Cienie z jasnymi obwódkami i pasmami	401
6.100. Jasne i ciemne pasma na skrzydle samolotu	402
6.101. KRÓTKA HISTORIA: Fala uderzeniowa samochodu <i>Thrust SSC</i>	402
6.102. Aparat ot workowy i aparat typu pinspeck	403
6.103. Obrazy słońca skryte za drzewem	404
6.104. Światło przechodzące przez ekran, linie między palcami	404
6.105. Jasne rysy i kolorowe sieci	405
6.106. Jasne pasma na przedniej szybie samochodu	406
6.107. Odbicia na płycie gramofonowej	407
6.108. Kolory precyzyjnie rowkowanych przedmiotów	408
6.109. Hologramy zmiennobrazowe w służbie przeciw fałszerzom	408
6.110. Zaparowane lub zakurzone lustro i kolorowe pierścienie	409
6.111. Kolor mleka w wodzie	410
6.112. Kolor dymu obozowego ogniska	410
6.113. Efekt ouzo	410
6.114. Kolory plam oleju, mydlanych błon i metalowych garnków	411
6.115. Strukturalne kolory owadów, ryb, ptaków i małpich zadków	412
6.116. Perły	414
6.117. Protuberancje oczu owada i trudno wykrywalnego przez radary Samolotu typu „stealth”	415
6.118. Iryzujące rośliny	415
6.119. Farby zmienne optycznie w służbie przeciwko oszustom	416
6.120. Nasycenie kolorów płatków kwiatowych	417
6.121. Żółty blask osiki	417
6.122. Kolory oczu	417
6.123. Zimny błękit	418
6.124. Wzory plamkowe	418
6.125. Kolory światła fluorescencyjnego	419
6.126. Polaryzacyjne okulary przeciwsłoneczne	420
6.127. Polaryzacja nieba	421
6.128. Mrówcza nawigacja	422
6.129. Kolory, plamy i polaryzacja	423
6.130. Bezbarwna piana i zmielony proszek	424

6.131. Błyszczący czarny aksamit, błyszczący lakier	425
6.132. Kolor zielonego szkła i zielonego aksamitu	425
6.133. Brzoskwińowa skóra i wygląd miękkości	426
6.134. Imprezy z wazeliną i Twinkies	426
6.135. Kolory mięsa	426
6.136. Małe piwo	427
6.137. Bielszy odcień bieli	427
6.138. Znikająca moneta	428
6.139. Okulary przeciwsłoneczne i smog	428
6.140. Jasność oceanu	428
6.141. Niebieska wstążka na morskim horyzoncie	429
6.142. Ciemność zapada z hukiem	429
6.143. Kolorowe smugi kondensacyjne	429
6.144. Obłoki perłowe	430
6.154. Purpurowe światło zmierzchu	430
6.146. Zmarszczki na niebie	430
6.147. Linia przecinająca padający deszcz	431
6.148. Jasne noce	431
6.149. Światło zodiakalne, przeciwblask i inne nocne światła	431
6.150. Odbicia od morskiego horyzontu	432
6.151. Zastosowanie litej metalowej kulki do skupiania światła	432
6.152. Szybki obrót w krzywym lustrze	433
6.153. Kolor dymu z papierosa	433
6.154. Gdyby można było widzieć w ultrafiolecie	433
6.155. Dyfrakcyjny alfabet	433
6.156. Zabawa odbiciem	434
7. Pancerniki tańczące na tle spuchniętego Księżyca	435
7.1. Powiększanie się Księżyca	435
7.2. Kształt sklepienia niebieskiego	435
7.3. Dekapitacja w plamce ślepej	436
7.4. Szara sieć o poranku, pędzące plamki w świetle dnia	436
7.5. Męty i inne plamki w oku	437
7.6. Aureole latarni ulicznych, blask świecy i wygląd gwiazd	438
7.7. Fosfeny - psychodeliczne efekty	438
7.8. Mruczący stroboskop	439
7.9. Miej oko na kij do baseballa	440
7.10. Impresjonizm	441
7.11. Obrazy pointylistyczne	441
7.12. Wzory morowe	442
7.13. Op-art	442
7.14. Głębia obrazów olejnych	443
7.15. Czytanie w ciemnościach	443
7.16. Snujące się światła-duchy	444
7.17. Lustrzane oczy	445
7.18. Umiejętność widzenia pod wodą: ludzie, pingwiny i krokodyle	445

7.19. Podwodny wzrok „czterookiej ryby”	446
7.20. Efekt kota z Cheshire	446
7.21. Efekt rhinooptyczny	447
7.22. Latające chmury i Sine Smutasy	447
7.23. Złudzenie Pulfricha	448
7.24. Sekwencja opóźnień ulicznych latarni	449
7.25. Pasma Macha	449
7.26. Świat do góry nogami	450
7.27. Odwrócone cienie i efekt pęcherzyka	450
7.28. Osobliwe odbicia bombek choinkowych	451
7.29. Obrócone losowe wzory kropek	451
7.30. Wzory na ekranie śnieżącego telewizora	452
7.31. Uśmiech Mony Lisy	452
7.32. Unoszące się obrazy-duchy ekranu telewizora	453
7.33. Czytając przez maleńki otworek	453
7.34. Kolory palca	454
7.35. Gwiazdy widziane przez szyb za dnia	454
7.36. Wodząc wzrokiem obok gwiazd	454
7.37. Rozdzielczość ziemskich obiektów widzianych przez astronautów	455
7.38. Pszczoły miodne, mrówki pustynne i spolaryzowane światło	455
7.39. Szczotka Haidingera	456
7.40. Kolory cieni	457
7.41. Bezpieczne okulary przeciwśoneczne	457
7.42. Rybie oko	457
7.43. Głębia czerwono-niebieskich znaków	458
7.44. Niebieskie łuki Purkiniego	459
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 ogni	462
7.50. Spoglądając w sufit	462