

Biblioteka
PROBLEMÓW

M. Minnaert

**ŚWIATŁO I BARWA
W PRZYRODZIE**

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

SPIS TREŚCI

Przedmowa autora do wydania polskiego _____	13
Przedmowa tłumacza _____	15
Wstęp _____	19

Słoneczne światło i cienie

1. Obraz Słońca _____	23
2. Cienie _____	26
3. Obrazy Słońca i cienie podczas zaćmień słonecznych i zachodów Słońca _____	27
4. Cienie podwójne _____	28

Odbicie światła

5. Prawo odbicia _____	31
6. Odbicie od drutów telegraficznych _____	32
7. Różnica między przedmiotem a jego odbiciem _____	33
8. Promienie światła odbite w kanałach i rzekach _____	36
9. Niezwykłe odbicia _____	37
10. Strzelanie do odbić _____	39
11. Heliotrop Gaussa _____	39
12. Odbicie w zwierciadlanej kuli ogrodowej _____	41
13. Odbicia w bańkach mydlanych _____	43
14. Nierówności na powierzchni wody _____	44
15. Szkło okienne i lustrzane _____	45
16. Lustra drogowe _____	46
17. Nieregularne odbicie na z lekka pomarszczonej wodzie _____	47
18. Szczegółowe badania słupów świetlnych _____	54
19. Odbicie od pasma wody o pomarszczonej powierzchni _____	56
20. Odbicia od dużej powierzchni wodnej pokrytej falami _____	58
21. Warunki widzialności bardzo słabego falowania _____	61
22. Plamy świetlne na powierzchni zanieczyszczonej wody _____	62
23. Plamy świetlne na śniegu _____	63
24. Plamy świetlne na drogach _____	63
25. Odbicie w kałużach podczas deszczu _____	63
26. Światłne okręgi w gałęziach drzew _____	65

Załamanie światła

27. Załamanie światła przy przejściu z powietrza do wody _____	68
28. Załamanie na wypukłej powierzchni wody _____	70
29. Załamanie w nierównym szkłe _____	71
30. Podwójne odbicia od szkła lustrzanego _____	72
31. Wielokrotne odbicia w szkłe lustrzanym, w świetle przechodzącym _____	75
32. Odbicia korony drzew w szkłe okiennym _____	77

33. Ślady po wycieraczkach samochodowej _____	78
34. Krople wody jako soczewki _____	79
35. Barwy tęczy w kroplach rosy i kryształach szronu _____	80

Zakrzywienie promieni świetlnych w atmosferze

36. Ziemskie zakrzywienie promieni _____	81
37. Anomalne zakrzywienie promienia bez odbicia _____	82
38. Miraż w miniaturze _____	86
39. Duże miraż nad powierzchniami rozgrzanyymi („dolne miraż”) _____	86
40. Miraż nad zimną wodą („górne miraż”) _____	95
41. Zamki powietrzne _____	96
42. Deformacje Słońca i Księżycy przy wschodzie i zachodzie _____	100
43. Wielokrotne obrazy Słońca i Księżycy _____	106
44. Zielony promień _____	107
45. Zielony przyptyw _____	114
46. Czerwony promień _____	114
47. Migotanie ziemskich źródeł światła _____	115
48. Migotanie gwiazd _____	118
49. Jak się mierzy migotanie gwiazd? _____	121
50. Kiedy gwiazdy migocą najsilniej? _____	122
51. Migotanie planet _____	123
52. Latające cienie _____	124

Natężenie i jasność światła

53. Gwiazdy jako źródła światła o znanym natężeniu _____	126
54. Wygaszanie światła przez atmosferę _____	129
55. Porównanie gwiazdy ze świecą _____	131
56. Porównanie dwóch latarni ulicznych _____	131
57. Porównanie Księżycy z latarnią uliczną _____	132
58. Jasność tarczy Księżycy _____	133
59. Stosunki jasności niektórych przedmiotów w krajobrazie _____	133
60. Zdolność odbijająca _____	135
61. Przejście światła przez siatkę drucianą _____	137
62. Stopień nieprzezroczystości lasu _____	138
63. Prześwity w podwójnej palisadzie _____	139
64. Fotometria fotograficzna _____	142

Oko

65. Widzenie pod wodą _____	145
66. Jak można zobaczyć wnętrze swego oka? _____	147
67. Ślepa plama _____	148
68. Nocna krótkowzroczność _____	149
69. Wady obrazów powstających w oku _____	150
70. Pęki promieni, które widzimy jako wychodzące z jasnych źródeł światła _____	152
71. Zjawiska powstające w okularach _____	154
72. Ostrość widzenia _____	155
73. Czułość widzenia na wprost i z ukosa _____	158
74. Doświadczenie Fechnera _____	160

75. Krajobraz w świetle księżycowym _____	161
76. Krajobraz w jasnym świetle dziennym _____	161
77. Wartość graniczna (próg) stosunku jasności _____	162
78. Białe przedmioty w nocy _____	163
79. Rola zastony okiennej _____	163
80. Kolorowe szyby okienne _____	164
81. Gwiazdy o zmierzchu i w noc księżycową _____	164
82. Widzialność gwiazd podczas dnia _____	166
83. Irradiacja _____	166
84. Oślepiające działanie światła _____	169

Barwy

85. Mieszanie się barw _____	170
86. Odbicie i gra barw _____	171
87. Barwa roztworów koloidalnych metali. Fioletowe szyby okienne _____	172
88. Barwa rurek świecących; pochłanianie światła w gazach _____	172
89. Efekt Purkiniego. Czopki i pręciki _____	174
90. Barwa bardzo jasnych źródeł światła zbliża się do białej _____	175
91. Wrażenie przy oglądaniu krajobrazu przez kolorowe szyby _____	175
92. Obserwacja barw ze spuszczoną głową _____	176

Obrazy wtórne i zjawiska kontrastów

93. Czas trwania wrażeń świetlnych _____	177
94. Zjawisko „sztachet” _____	178
95. Migocące źródła światła _____	182
96. Graniczna częstość migotania dla widzenia centralnego i peryferyjnego _____	184
97. „Nieruchome” koło rowerowe _____	185
98. „Nieruchome” koło samochodowe _____	186
99. „Nieruchome” śmigło samolotu _____	187
100. Obserwacje wirującego koła rowerowego _____	188
101. Obrazy wtórne _____	191
102. Zjawisko Elżbiety Linne _____	193
103. Zmiana barwy w obrazach wtórnych _____	194
104. Kontrast otrzymywany przy „porównaniu jednoczesnym” _____	196
105. Obwódka kontrastowa na pograniczu różnych jasności _____	196
106. Obwódka kontrastowa wzdłuż granic cienia _____	197
107. Czarny śnieg _____	199
108. Biały śnieg i szare niebo _____	199
109. Kontrasty barwne _____	200
110. Kolorowe cienie _____	202
111. Barwne cienie powstające od kolorowych odbić _____	206
112. Trójkąt powstający przez kontrast _____	206

Ocena kształtu i ruchu

113. Złudzenie optyczne co do położenia i kierunku _____	208
114. Jakim widzimy ruch _____	210
115. Poruszające się gwiazdy _____	211
116. Wirujący krajobraz i towarzyszący nam Księżyc _____	213

117. Złudzenia wywołane spoczynkiem lub ruchem _____	214
118. Huśtające się gwiazdy podwójne _____	217
119. Złudzenia optyczne dotyczące kierunku obrotu _____	218
120. Zjawiska stereoskopowe _____	219
121. Złudzenia dotyczące odległości i rozmiarów _____	221
122. „Człowieczek” na Księżycu _____	222
123. Zakrzywienie promienia reflektora. Pasma obłoków _____	223
124. Pozorne spłaszczenie sklepienia nieba _____	225
125. Przenoczenie wysokości kątowej _____	226
126. Pozorne zwiększenie się rozmiarów Słońca i Księżyca w pobliżu horyzontu _____	227
127. Związek między pozornym powiększaniem się ciał niebieskich w pobliżu horyzontu a kształtem sklepienia nieba _____	230
128. Wklęsła Ziemia _____	232
129. Teoria „niedoceniań” _____	233
130. Teoria Gaussa dotycząca kierunków widzenia _____	236
131. Jak wpływają obiekty ziemskie na ocenę odległości sklepienia nieba _____	238
132. Pozorne rozmiary Słońca i Księżyca w centymetrach. Metoda obrazów wtórnych _____	239
133. Krajobraz w malarstwie _____	241

Tęcze, halo i wieńce

Tęcza

134. Zjawiska interferencji w kroplach deszczu _____	242
135. Jak powstaje tęcza _____	244
136. Opis tęczy _____	246
137. Tęcza w pobliżu oka _____	249
138. Kartezjusza teoria tęczy _____	251
139. Dyfrakcyjna teoria tęczy _____	254
140. Niebo w pobliżu tęczy _____	257
141. Polaryzacja światła tęczy _____	258
142. Działanie błyskawicy na tęczę _____	260
143. Czerwona tęcza _____	260
144. Mglista tęcza, czyli tęcza biała _____	261
145. Tęcza na rosie, czyli tęcza pozioma _____	263
146. Tęcza odbita i tęcza pochodząca od słońca odbitego _____	264
147. Odbicie tęczy poziomej _____	266
148. Niezwykłe zjawiska tęczowe _____	268
149. Tęcza księżycowa _____	269

Halo

150. Ogólny opis zjawiska halo _____	270
151. Małe koło _____	272
152. Parhelia, czyli słońca poboczne na małym halo _____	277
153. Poziome łuki styczne przy małym halo. Halo opisane _____	278
154. Ukośne łuki styczne małego halo, czyli „ukośne łuki Lowitza” _____	279
155. Łuk Parry'ego _____	280
156. Duże koło, czyli 46° halo _____	281
157. Poboczne słońca małego halo _____	281

158. Dolne łuki styczne dużego halo _____	281
159. Górny łuk styczny dużego halo _____	281
160. Łuk zenitalny _____	282
161. Koło horyzontalne, czyli parheliczne _____	283
162. Słupy świetlne (słoneczne) _____	284
163. Krzyże świetlne _____	286
164. Substońce _____	286
165. Podwójne słońce _____	287
166. Rzadkie i wątpliwe zjawiska halo _____	287
167. Ukośne i zniekształcone zjawiska halo _____	289
168. Stopień rozwoju zjawiska halo _____	289
169. Halo na obłokach powstających za lecącym samolotem _____	290
170. Zjawisko halo w pobliżu oka _____	291
171. Zjawiska halo na powierzchni Ziemi _____	292

Wieńce

172. Interferencja barw na tłustych plamach _____	293
173. Barwy na oszroniałej szybie okiennej _____	296
174. Interferencja światła na rdzawej wodzie _____	298
175. Dyfrakcja światła _____	298
176. Dyfrakcja światła na małych zadrapaniach _____	299
177. Wieńce _____	300
178. Jak powstają wieńce _____	302
179. Wieńce na szybie okiennej _____	306
180. Wieńce świetlne powstające w oku _____	309
181. Słońce zielone i niebieskie _____	312
182. Glorie (aureole) _____	314
183. Tęczowe (iryzujące) obłoki _____	316
184. Obłoki perłowe _____	319

Nimby

185. Nimby na łąkach pokrytych rosą _____	321
186. Nimby na niezroszonych powierzchniach _____	323
187. Nimb wokół cienia balonu _____	324

Światło i barwa nieba

188. Rozproszenie światła przez dym _____	326
189. Błękitne niebo _____	328
190. Perspektywa powietrzna _____	330
191. Światło i barwa w rejonach górzystych. Krajobraz widziany z samolotu _____	333
192. Po co zasłaniaamy ręką oczy. Obserwacje barw przez rurkę _____	334
193. Doświadczenia z nigromierzem _____	335
194. Cyjanomierz (przyrząd do pomiarów błękitu nieba) _____	337
195. Rozkład jasności na niebie _____	338
196. Zmienność barwy błękitnego nieba _____	341
197. Kiedy barwa dalekiego nieba bywa pomarańczowa i zielona _____	342
198. Barwa nieba podczas zaćmienia Słońca _____	345

199. Polaryzacja światła nieba błękitnego _____	346
200. Podwójne załamanie w szybach okiennych _____	349
201. Szczotki Haidingera (plamy Haidingera) _____	351
202. Rozproszenie światła przez mgłę _____	354
203. Rozproszenie światła w obłokach _____	357
204. Widzialność kropeł wody _____	358
205. Rozproszenie światła na trawie pokrytej rosą _____	360
206. Rozproszenie światła na zapoconej szybie _____	360
207. Widzialność cząstek unoszących się w powietrzu _____	361
208. Światło reflektora _____	362
209. Widoczność _____	364
210. Jak Słońce „pije wodę?” _____	368
211. Zmierzch _____	369
212. Pomiarzy zjawisk o zmierzchu _____	376
213. Promienie zmierzchu _____	378
214. Wyjaśnienie zjawisk zmierzchu _____	380
215. Czy są różnice między świtem a zmierzchem _____	383
216. Zmiany oświetlenia o zmierzchu _____	384
217. „Przed świtem panuje największa ciemność” _____	384
218. Wieczorna i poranna zorza jako oznaki pogody _____	385
219. Zakłócenie normalnego przebiegu zmierzchu _____	386
220. Aureola wokół Słońca _____	388
221. Obłoki pierzaste o zmierzchu, czyli ultracirrusy _____	389
222. Srebrzyste obłoki _____	390
223. Nocne zjawiska świetlne _____	393
224. Światło zodiakowe _____	397
225. Zaćmienia Księżyca _____	402
226. Światło popielate _____	403
227. Latające talerze _____	404

Światło i barwa w krajobrazie

228. Barwa Słońca, Księżyca i gwiazd _____	407
229. Barwy obłoków _____	411
230. Barwa chmur przy wschodzie i zachodzie Słońca _____	414
231. Chmury oświetlone przez ziemskie źródła światła _____	416
232. Od jakich czynników zależy barwa wody _____	418
233. Barwa przydrożnych kałuż _____	420
234. Barwa rzek i kanałów _____	421
235. Barwa morza _____	425
236. Światło i barwa Morza Północnego _____	427
237. Barwa morza obserwowanego ze statku _____	437
238. Barwa jezior _____	439
239. Obserwacje barwy wody przez nikel _____	440
240. Skala ocen barwy wody _____	443
241. Cienie na wodzie _____	444
242. Jasna aureola wokół naszego cienia na wodzie _____	447
243. Linia wodna okrętu _____	449

244. Barwa wodospadów _____	449
245. Barwy ciał stałych _____	450
246. Rozproszenie światła przez gałęzie drzew pokrytych szronem _____	452
247. Barwa zielonego listowia _____	452
248. Bezpośredni wpływ światła na barwy zielonych liści _____	455
249. Roślinność w krajobrazie _____	456
250. Cienie i ciemne plamy _____	459
251. Oświetlenie krajobrazu w kierunku Słońca i w kierunku przeciwnym _____	461
252. Jak wpływa na barwy wilgotność _____	464
253. Krajobraz po deszczu _____	464
254. Sylwetki _____	466
255. Postacie ludzkie w krajobrazie _____	467

Świecące rośliny, zwierzęta i kamienie

256. Świetliki (robaczki świętojańskie) _____	468
257. Świecenie morza _____	468
258. Świecące drzewo, świecące liście _____	470
259. Kocie oczy w nocy _____	471
260. Odbicie światła na mchu _____	471
261. Fluorescencja soków roślin _____	472
262. Świecenie lodu i śniegu _____	472
263. Iskry od kamieni _____	473
264. Błędne ognie _____	473

Dodatek

265. Kilka rad z dziedziny fotografowania zjawisk przyrody _____	476
266. Jak się mierzy kąty _____	477
Fotografie _____	479

