

Obsah

Předmluva	ix
1 Paprsková optika	1
1.1 Průmočaré šíření světla	1
1.1.1 Úvod do optiky	1
1.1.2 Paprsek	2
1.1.3 Světelný zdroj	2
1.1.4 Světelné svazky	2
1.1.5 Stín a polostín	3
1.1.6 Rychlost světla	5
1.2 Odraz a lom světla	7
1.2.1 Odraz světla	7
1.2.2 Lom světla	8
1.2.3 Odvození zákona lomu	11
1.2.4 Héronův princip	12
1.2.5 Fermatův princip	13
1.2.6 Karteziánské plochy	15
1.2.7 Rovnice paprsku	16
1.2.8 Z historie zákona lomu	17
1.2.9 Planparalelní destička	19
1.2.10 Lámaný hranol a klín	20
1.2.11 Pulfrichův refraktometr	22
1.3 Atmosférická optika	23
1.3.1 Duha	23
1.3.2 Halo	26
1.3.3 Soumrak a rozptyl světla v atmosféře	27
1.3.4 Spodní a svrchní zrcadlení	28
1.3.5 Paprsek v nehomogenní atmosféře	29
1.3.6 Dohlednost	30
1.3.7 Astronomická refrakce	31
1.3.8 Zelený paprsek	33
1.4 Fotometrie, světelná měření	33
1.4.1 Světelný tok	34

1.4.2	Svítivost	34
1.4.3	Vyzařovací charakteristika zdroje	35
1.4.4	Osvětlení	36
1.4.5	Osvětlení sítnice oka plošným zdrojem	37
1.4.6	Jas	38
1.4.7	Světlení	39
1.4.8	Základní vzorec fotometrie	39
1.4.9	Magnitudy hvězd	39
1.4.10	Svítivost Měsíce	41
1.4.11	Osvit, expoze	44
1.4.12	Expoziční hodnota, EV	45
1.4.13	Integrační koule	46
1.4.14	Bunsenův a Lummer-Brodhunův fotometr	47
1.5	Odráživost, propustnost, pohltivost	49
1.5.1	Odráživost a albedo	49
1.5.2	Čistá propustnost a pohltivost světla	50
1.5.3	Odráživost a propustnost destičky	53
1.5.4	Rozptyl světla	54
1.5.5	Extinkce u zářivé látky	55
1.6	Disperze a spektrum světla	57
1.6.1	Rozklad světla, barevné spektrum	57
1.6.2	Druhy spekter, spektroskopie	58
1.6.3	Typy skel	59
1.6.4	Disperzní hranol	60
1.6.5	Disperzní vzorce	61
1.6.6	Anomální disperze	62
1.6.7	Dopplerův jev	63
1.7	Radiometrie a záření černého tělesa	64
1.7.1	Tepelné záření	64
1.7.2	Radiometrické veličiny	64
1.7.3	Odráž a absorpce tepelného záření	66
1.7.4	Absolutně černé těleso	66
1.7.5	Kirchhoffův zákon	67
1.7.6	Stefan-Boltzmannův zákon	69
1.7.7	Tok záření mezi dvěma stěnami různých teplot	70
1.7.8	Tlak záření	72
1.7.9	Vztah mezi intenzitou vyzařování a hustotou energie	73
1.7.10	Termodynamika tepelného záření	75
1.7.11	Adiabatický invariant expanze záření	76
1.7.12	Sklenkový jev	77
1.7.13	Propustnost atmosféry	78
1.7.14	Spektrum tepelného záření	78
1.7.15	Wienův posunovací zákon	79
1.7.16	Odvození Wienova zákona	80
1.7.17	Planckův vyzařovací zákon	82

1.7.18	Barevná a efektivní (bolometrická) teplota	83
1.8	Kolorimetrie	84
1.8.1	Světelná účinnost	84
1.8.2	Míchání barev, kolorimetrie	85
1.8.3	Barevný prostor RGB	88
1.8.4	Barevný prostor XYZ	91
1.8.5	Barevný trojúhelník XYZ	93
1.8.6	Přepočet z RGB do XYZ	94
1.8.7	Smluvní bílá světla	94
2	Zobrazení paraxiálními paprsky	95
2.1	Zrcadla	95
2.1.1	Optické zobrazení	95
2.1.2	Rovinné zrcadlo	96
2.1.3	Sférické zrcadlo	99
2.1.4	Zobrazovací rovnice sférického zrcadla	100
2.1.5	Znaménková konvence pro zrcadla	101
2.1.6	Znaménková konvence podle normy DIN 1335	102
2.1.7	Zvětšení obrazu sférického zrcadla	102
2.1.8	Geometrická konstrukce obrazu	104
2.1.9	Zobrazovací rovnice	105
2.1.10	Podélné a úhlové zvětšení	106
2.1.11	Kaustika a otvorová vada sférického zrcadla	106
2.1.12	Asférická zrcadla	108
2.1.13	Aberace sférického zrcadla	110
2.1.14	Aberace asférického zrcadla	113
2.1.15	Sférické a parabolické zrcadlo 8/400 mm	114
2.2	Čočky	116
2.2.1	Paraxiální zobrazení jednou lámavou plochou	116
2.2.2	Zvětšení obrazu	117
2.2.3	Zobrazovací rovnice lámavé plochy	117
2.2.4	Znaménková konvence pro čočky	118
2.2.5	Kardinální body a plochy	120
2.2.6	Geometrická konstrukce obrazu	120
2.2.7	Dvojice lámavých ploch	121
2.2.8	Thustá čočka	122
2.2.9	Speciální thusté čočky	124
2.2.10	Tenká čočka	126
2.2.11	Tenká čočka ve vodě	127
2.2.12	Geometrická konstrukce obrazu	128
2.2.13	Historická poznámka	129
2.3	Optické soustavy paraxiálně	130
2.3.1	Dvojice tenkých čoček	130
2.3.2	Teleskopická soustava	131
2.3.3	Teleobjektiv	132

2.3.4	Kardinální body optické soustavy	133
2.3.5	Geometrická konstrukce obecnou soustavou	133
2.3.6	Konstrukce chodu obecného paprsku	134
2.3.7	Zobrazovací rovnice	134
2.3.8	Podélné a úhlové zvětšení optické soustavy	136
2.3.9	Výpočet parametrů složené optické soustavy	138
2.3.10	Omezení paprsků v optické soustavě	140
2.3.11	Telecentrický chod paprsků	141
2.4	Maticová metoda v paraxiálním prostoru	142
2.4.1	Refrakce a translace paprsku	142
2.4.2	Lagrangeův invariant	143
2.4.3	Maticová metoda trasování paprsku	143
2.4.4	Význam Gaussových konstant $ABCD$	144
2.4.5	Zobrazovací rovnice	145
2.4.6	Matice zobrazovací soustavy	146
3	Optické vady	149
3.1	Zobrazení neparaxiálními paprsky	149
3.1.1	Eikonál	149
3.1.2	Dokonalé zobrazení	152
3.1.3	Maxwellovo rybí oko	154
3.1.4	Lunenburgova čočka	156
3.1.5	Kolineace	157
3.1.6	Abbeova aplanatická podmínka	159
3.1.7	Měření ohniskové vzdálenosti	160
3.1.8	Herschelova podmínka	162
3.1.9	Lagrange-Helmholtzova podmínka	162
3.1.10	Izoplanatická podmínka	163
3.1.11	Podmínka ortoskopie, podmínka odstranění zkreslení	164
3.1.12	Stigmatické zobrazení mimoosového bodu	164
3.1.13	Numerická apertura a clonové číslo	166
3.1.14	Abbeova podmínka pro lámavou plochu	167
3.1.15	Zvětšení širokého svazku	168
3.1.16	Aplanatické body sférické lámavé plochy	170
3.1.17	Lámavé kartéziánské plochy	172
3.1.18	Fresnelova čočka	174
3.1.19	Zákon lomu v prostoru, trasování paprsku	175
3.1.20	Refrakce a translace tangenciálního paprsku	176
3.2	Fotometrie zobrazovací soustavy	178
3.2.1	Transformace jasu	178
3.2.2	Osvětlení obrazu na ose	179
3.2.3	Osvětlení mimoosového obrazu	180
3.3	Optické vady	183
3.3.1	Aberace třetího řádu	184
3.3.2	Aberační křivky	185

3.3.3	Přeostření zobrazovací roviny	186
3.3.4	Otvorová vada	187
3.3.5	Analýza kaustiky	188
3.3.6	Otvorová vada 5. řádu	189
3.3.7	Koma	190
3.3.8	Astigmatismus a zklenutí pole	191
3.3.9	Zkreslení	194
3.3.10	Vlnová aberace	195
3.4	Monochromatické aberace čočky	197
3.4.1	Aberace plankonvexní čočky v tangenciálním prostoru	197
3.4.2	Aberace a poloha aperturní clony	198
3.4.3	Dovolené zbytkové aberace v optických systémech	199
3.4.4	Otvorová vada čočky	200
3.4.5	Otvorová vada tenké čočky	201
3.4.6	Optimální tvar čočky	203
3.4.7	Aberace planparalelní desky	204
3.4.8	Astigmatismus	205
3.4.9	Zklenutí pole	208
3.4.10	Astigmatismus na rovinném rozhraní	210
3.4.11	Aberace tenké čočky	212
3.4.12	Aberace dalekohledu 10 × 50 s objektivem 8/400 mm	214
3.5	Barevná vada	215
3.5.1	Barevná vada a Abbeovo číslo	215
3.5.2	Barevná vada jednočočkového objektivu	216
3.5.3	Barevná vada polohy a velikosti	218
3.5.4	Korekce barevné vady	219
3.5.5	Achromatický dublet	222
3.5.6	Huygensův, Ramsdenův a Kellnerův okulár	225
3.5.7	Aberace v důsledku vlnové povahy světla	227
4	Optické zobrazovací přístroje	229
4.1	Oko a brýle	229
4.1.1	Oko	229
4.1.2	Binokulární vidění, vnímání prostoru	232
4.1.3	Barevné vnímání	234
4.1.4	Brýle	235
4.1.5	Korekce lámavosti na vzdálenost brýlí od oka	236
4.1.6	Tvar brýlových skel, Tscherningovy elipsy	237
4.2	Promítací a fotografický přístroj	239
4.2.1	Promítací přístroj	239
4.2.2	Fotografický přístroj	240
4.2.3	Některé pojmy ze současné fotografické techniky	243
4.2.4	Poznámka k vývoji fotoaparátů	244
4.2.5	Camera obscura	245
4.2.6	Fotoemulze	247

4.3	Lupa a okulár	249
4.3.1	Zorný úhel a zvětšení přístroje	249
4.3.2	Lupa	250
4.3.3	Sférická lupa	252
4.3.4	Okulár	253
4.4	Mikroskop	254
4.4.1	Kondenzor	254
4.4.2	Světlomet	255
4.4.3	Mikroskop	257
4.4.4	Rozlišovací mez mikroskopu	259
4.4.5	Hloubka ostrosti	260
4.4.6	Z historie mikroskopu	261
4.5	Dalekohled	262
4.5.1	Dalekohled	262
4.5.2	Astronomický dalekohled	263
4.5.3	Turistický dalekohled, triedr	264
4.5.4	Holandský dalekohled	264
4.5.5	Čočka jako primitivní dalekohled	265
4.5.6	Rozlišovací schopnost dalekohledu	266
4.5.7	Hloubka ostrosti	267
4.5.8	Světelnost dalekohledu	267
4.5.9	Zrcadlový astronomický dalekohled	269
4.5.10	Schmidtova korekční deska	271
4.5.11	Z historie dalekohledu v astronomii	273