

# Obsah

Úvod	9
Poděkování.	
Označení veličin	11
1 Historie měření	19
Časová osa.	
2 Statistika měření	33
2.1 Smysl průměru, rozptylu a směrodatné odchylky . . . . .	33
2.2 Rozdělení pravděpodobnosti, centrální teorém . . . . .	34
Gaussovo normální rozdělení. Lorentzovo rozdělení.	
Studentovo rozdělení. Poissonovo rozdělení. Binomické rozdělení.	
Centrální teorém.	
2.3 Nejistoty náhodné versus systematické . . . . .	38
2.4 Operace s náhodnými veličinami . . . . .	38
2.5 Metoda nejmenších čtverců, statistika $\chi^2$ . . . . .	40
2.6 Fourierova analýza časových řad . . . . .	42
3 Geometrická optika	47
3.1 Gaussovská paraxiální optika 1. řádu . . . . .	47
Ideální optický systém. Gaussovská optika.	
3.2 Seidelova aberační optika 3. řádu . . . . .	51
3.3 Kuželosečky a jejich soustavy . . . . .	54
Parabola a rovina. Parabola – hyperbola. Parabola – elipsa.	
Standardní asféra.	
3.4 Funkce rozptylu PSF a přenosová funkce MTF . . . . .	58
4 Difrakční jevy	63
4.1 Huygensův–Fresnelův princip . . . . .	63
4.2 Fraunhoferova difrakce na kruhovém otvoru . . . . .	64
4.3 Difrakce na štěrbině . . . . .	65
4.4 Difrakce na mřížce . . . . .	67
5 Vliv atmosféry	69
5.1 Světelné znečištění . . . . .	69
Rádiové znečištění.	
5.2 Extinkce . . . . .	70
Rayleighův rozptyl. Mieho rozptyl. Absorpce.	
5.3 Seeing . . . . .	76
DIMM. Kolmogorovův popis turbulence.	



5.4	Refrakce . . . . .	77
<b>6</b>	<b>Optická a blízká infračervená astronomie</b>	<b>81</b>
6.1	Dalekohledy . . . . .	81
6.1.1	Základní charakteristiky . . . . .	81
6.1.2	Optické vady . . . . .	83
	Barevná vada. Kulová vada. Koma. Astigmatismus. Zklenutí. Zkreslení. Vady vyšších řádů. Vinětace. Rozptyl. Reflexy.	
6.1.3	Typy refraktorů, reflektorů a katadioptrů . . . . .	84
	Singlet. Dublet, triplet. Newtonův dalekohled. Herschelův mimoosový dalekohled. Cassegrainův dalekohled. Gregoryho dalekohled. Dall–Kirkhamův dalekohled. Ritchey–Chrétienův dalekohled. Uspořádání Nasmythovo. Uspořádání coudé. Schmidtova komora. Schmidt–Cassegrain. Maksutovova komora. Wynneho korektor. Paul–Bakerův dalekohled.	
6.1.4	Okuláry . . . . .	87
	Galileův okulár. Keplerův okulár. Huygensův okulár. Ramsdenův okulár. Kellnerův achromatický okulár. Plöslův symetrický okulár. Abbeho ortoskopický okulár. Monocentrický okulár. Erfleho okulár. Königův okulár. Naglerův okulár.	
6.2	Filtry . . . . .	92
	Neutrální filtry. Širokopásmové filtry. Středněpásmové filtry. Fotometrické systémy. Transformace na systém.	
6.3	Montáže . . . . .	96
	Rovnicková německá montáž. Rovnicková anglická montáž. Vidlicová montáž. Podkovová montáž. Azimutální montáž. Dobsonova montáž. Hexapod. Derotátor pole. Geometrie a deformace montáže.	
6.4	Detektory . . . . .	103
6.4.1	CCD . . . . .	103
	Fotoelektrický jev. Elektronika a parametry. ADU. Redukce snímků. Signál. Šum. EMCCD.	
6.4.2	Supravodivé detektory . . . . .	111
	Supravodivost. STJ. KID. TES.	
6.4.3	Fotonásobič . . . . .	114
6.4.4	Fotografická emulze . . . . .	116
6.4.5	Oko . . . . .	119
6.5	Přímé zobrazení . . . . .	123
6.5.1	Dekonvoluce . . . . .	123
	Bayesova věta. Richardsonův–Lucyho algoritmus.	
6.5.2	Hadamardovy masky . . . . .	126
6.5.3	Zpracování obrazu . . . . .	127
6.6	Gravitační čočky . . . . .	128
	Silné čočkování. Slabé čočkování. Mikročočkování.	



6.7	Fotometrie . . . . .	133
6.7.1	Definice veličin . . . . .	133
6.7.2	Nalezení hvězd . . . . .	135
6.7.3	Aperturní fotometrie . . . . .	135
6.7.4	Fotometrie PSF . . . . .	136
6.7.5	Identifikace hvězd . . . . .	137
6.7.6	Vizuální fotometrie . . . . .	137
6.7.7	Inverzní problém . . . . .	137
6.8	Zákryty . . . . .	139
	Fresnelova difrakce na hraně. Atmosféry planet.	
6.9	Astrometrie . . . . .	143
6.9.1	Referenční systémy a astrometrické katalogy . . . . .	143
6.9.2	Výpočet centroidu a nebeských souřadnic . . . . .	144
6.10	Spektroskopie . . . . .	146
6.10.1	Hranolový spektrograf . . . . .	147
6.10.2	Mřížkový spektrograf . . . . .	147
6.10.3	Echelletový spektrograf . . . . .	149
	HARPS.	
6.10.4	Mnohovláknová spektroskopie . . . . .	149
6.10.5	Redukce, rektifikace a radiální rychlost . . . . .	152
6.10.6	Porovnání se syntetickými spektry . . . . .	153
6.11	Polarimetrie . . . . .	156
	Polarizace. Dvojlom. Stokesovy parametry.	
6.12	Aktivní a adaptivní optika . . . . .	158
6.12.1	Aktivní optika . . . . .	161
6.12.2	Adaptivní optika . . . . .	161
	Shackův–Hartmannův senzor vlnoplochy. Zernikeho polynomy.	
6.13	Optický interferometr . . . . .	165
	Viditelnost. Teorem van Citterta a Zernikeho. Supersyntéza.	
	Uzavírací fáze. CHARA.	
<b>7</b>	<b>Pozorování Slunce</b>	<b>177</b>
7.1	Herschelův hranol a úzkopásmové filtry . . . . .	177
7.2	Lytův koronograf . . . . .	178
7.3	Coelostat . . . . .	178
7.4	Dopplergram . . . . .	179
7.5	Magnetograf . . . . .	181
<b>8</b>	<b>Radioastronomie a radary</b>	<b>185</b>
8.1	Radioteleskop . . . . .	185
	Antény a pásma. Heterodynní přijímač. Vlnový šum.	
	Kryogenické systémy.	



8.2	Rádiový interferometr . . . . .	193
	VLBI. Atomové hodiny.	
8.3	Radar . . . . .	196
	Meteorický radar. SAR.	
<b>9</b>	<b>Daleká infračervená a milimetrová astronomie</b>	<b>199</b>
9.1	IR detektory . . . . .	199
9.2	IR a mm pozorování . . . . .	200
	Nodding a chopping. ALMA. Korelátor.	
9.3	Balónová měření . . . . .	205
	Boomerang.	
9.4	Letecká měření . . . . .	208
	SOFIA.	
<b>10</b>	<b>Ultrafialová astronomie</b>	<b>211</b>
10.1	UV optika a detektory . . . . .	211
	Družice FUSE. Rowlandův spektrograf. Mikrokanálová destička.	
10.2	Vícevrstvá optika . . . . .	212
<b>11</b>	<b>Rentgenová astronomie</b>	<b>217</b>
11.1	Neostřená optika . . . . .	217
	Swift.	
11.2	Wolterova zrcadla . . . . .	217
	Letmý dopad. XMM.	
<b>12</b>	<b>Astronomie záření gama</b>	<b>223</b>
12.1	Scintilační detektor . . . . .	223
12.2	Detektor produkující páry . . . . .	223
	Fermi.	
12.3	Atmosférický čerenkovský detektor . . . . .	224
	MAGIC.	
<b>13</b>	<b>Neutrinové detektory</b>	<b>227</b>
13.1	Slabé interakce neutrin . . . . .	227
	Detekce. Oscilace.	
13.2	Radiochemický detektor . . . . .	231
	Homestake. Gallex.	
13.3	Čerenkovský detektor . . . . .	233
	IceCube.	
13.4	Scintilační detektor . . . . .	236
	Borexino.	



<b>14 Částicové detektory</b>	<b>239</b>
14.1 Atmosférický fluorescenční detektor . . . . .	239
Observatoř Pierre Auger. Gaisserův–Hillasův model spršky.	
14.2 Pozemní čerenkovský detektor . . . . .	243
<b>15 Gravitační vlny</b>	<b>247</b>
15.1 Rezonující hmoty . . . . .	247
15.2 Michelsonův–Fabryho–Pérotův interferometr . . . . .	248
LIGO. Kosmická interferometrie.	
15.3 Měření pulsarů a polarizace CMB . . . . .	256
<b>16 Kosmická geodézie</b>	<b>259</b>
16.1 Altimetrie . . . . .	260
Jason 3. Batymetrie.	
16.2 Gravimetrie . . . . .	261
GOCE. Gradiometr.	
16.3 GPS . . . . .	267
Nosná vlna. Goldovy kódy. Navigační zpráva. Pseudorange. Fáze nosné vlny. NTP.	
<b>17 Žebřík vzdáleností</b>	<b>275</b>
17.1 Stíny a fáze nebeských těles . . . . .	275
17.2 Třetí Keplerův zákon . . . . .	276
17.3 Trigonometrická paralaxa . . . . .	277
Družice Gaia.	
17.4 Dynamické poruchy . . . . .	282
17.5 Aberace světla . . . . .	282
17.6 Laserový dálkoměr a radar . . . . .	283
17.7 Dynamická paralaxa dvojhvězdy . . . . .	285
17.8 Pohybové hvězdokupy . . . . .	285
17.9 Luminozitní vzdálenost . . . . .	286
17.10 Hertzsprungův–Russelův diagram . . . . .	287
17.11 Cefeidy, W Virginis a RR Lyræ . . . . .	287
17.12 Supernovy typu Ia . . . . .	288
17.13 Rozložení objektů na obloze . . . . .	289
17.14 Tullyho–Fisherův vztah . . . . .	289
17.15 Hubblův zákon . . . . .	290
<b>A Seznam významných družic</b>	<b>293</b>
<b>B Světové observatoře</b>	<b>295</b>
<b>C Schémata optických přístrojů</b>	<b>297</b>



<b>D Expoziční doba</b>	<b>313</b>
Signál při dané expozici. Signál ve filtru R. Velikost obrazu hvězdy. Rozměr fotometrické clonky. Signál od oblohy. Temný proud. Poměr signál/šum. Střední kvadratická odchylka jasnosti. Maximální expoziční doba.	
<b>E Obrazová příloha</b>	<b>319</b>
<b>Rejstřík</b>	<b>325</b>
<b>Literatura</b>	<b>343</b>