

HYPERBOLIC ORBITS OF METEORS

A. K. Markina, L. Ya. Skoblikova

Astronomical Observatory, Odessa National University
T. G. Shevchenko Park, Odessa 65014 Ukraine, astro@paco.odessa.ua

ABSTRACT. The elements of orbits of the 136 hyperbolic meteors and some their physical characteristics are given.

Key words: meteor, orbit, hyperbolic.

From the catalogue «Meteor orbits from photographic observations», obtained at the Odessa astronomical observatory in the period 1957–1983 yy. selected 136 meteors with of hyperbolic orbits. For them the catalogue was created, it contains the designation of meteors orbits element and some meteors physical characteristics (see Table):

N	Number of the hyperbolic meteor
Data	Day of the month, the year
V_{∞}	Meteor velocity (km/s) outside the earth's atmosphere
V_h	Heliocentric velocity (km/s) of meteor
a	Semi-major axis of meteor orbit, in a. u. (equinox 1950.0)
e	Eccentricity of meteor orbit (equinox 1950.0)
i	Inclination of the orbit plane to the ecliptic (equinox 1950.0)
ω	Argument of perihelion for the orbit (equinox 1950.0)
Ω	Longitude of ascending node for the orbit (equinox 1950.0)
ϵ_A	Elongation of the true radiant from the apex of the earth's motion, in degrees
Sin Q	Q is the angle between the apparent great circles of motion as seen from the two stations
H_b	Height above sea-level at beginning of trail, in km
H_e	Height at end, in km
m_{∞}	Initial mass of meteor body, in grams
Shower or parent comet	Meteor shower, or parent comet

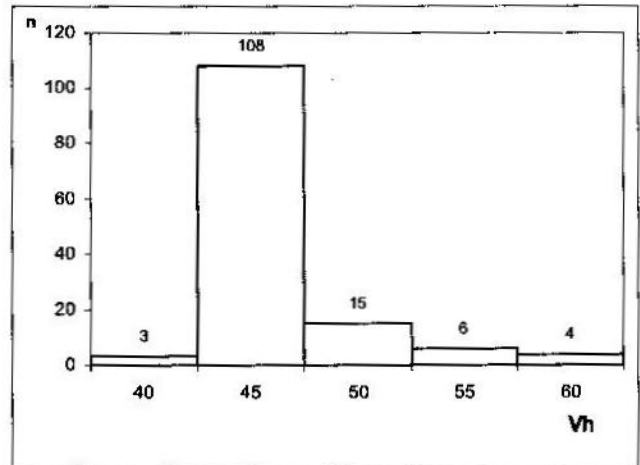


Figure 1. Distribution of hyperbolic orbits of meteors in heliocentric velocity. With importance's on $V_h = 45-50$ km/s the maximum of meteors (80%) quantity is good pronounced

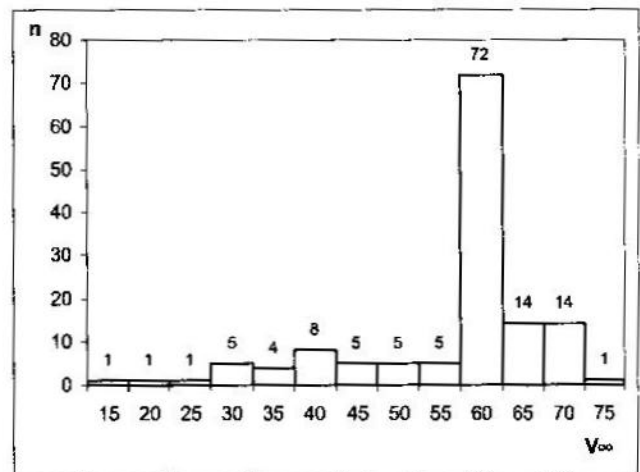


Figure 2. Distribution of hyperbolic orbits of meteors in velocity outside the earth's atmosphere

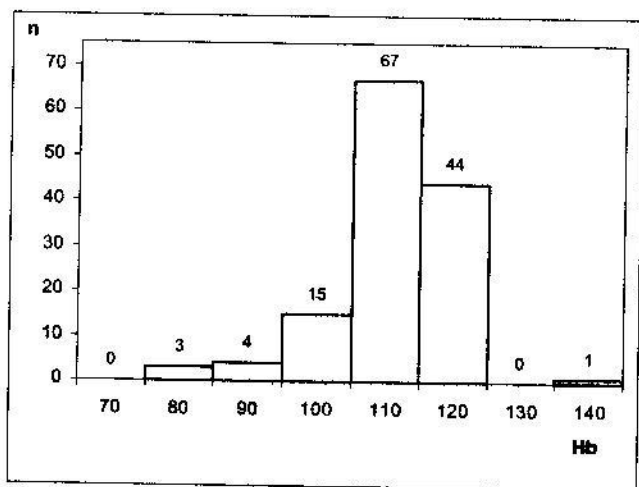


Figure 3. Distribution of hyperbolic orbits of meteors in height at beginning of trail

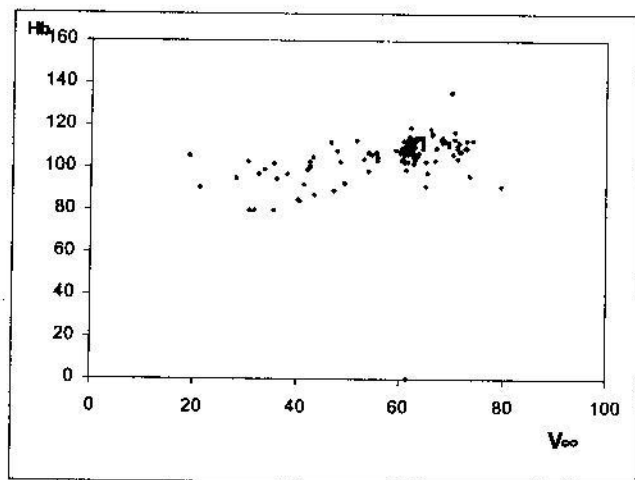


Figure 6. Dependence of the height at beginning of trail on the velocity outside the earth's atmosphere for hyperbolic orbits of meteors. The maximum of dependence $V_{\infty} = 60 - 65$ km/s (Figure 2) is accorded to the appearance height beginning $H_b = 100 - 110$ km (Figure 3). This incides with analogous dependence in [2]

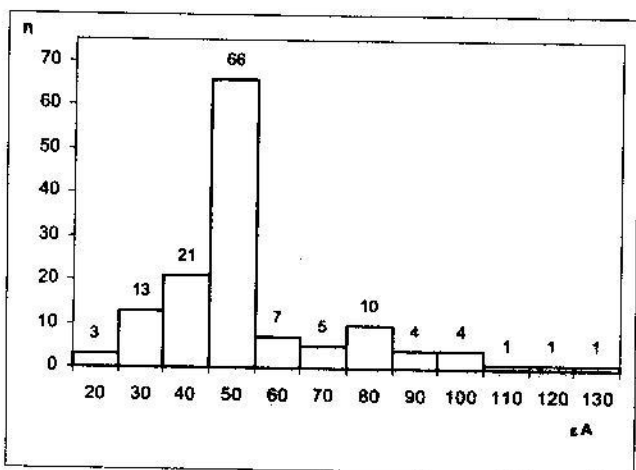


Figure 4. Distribution of hyperbolic orbits of meteors in elongation of the radiant from the apex. Pronounced maximum of falls is fitted on $\epsilon_A = 40^\circ - 50^\circ$. In [2] it is in the interval $20^\circ - 50^\circ$

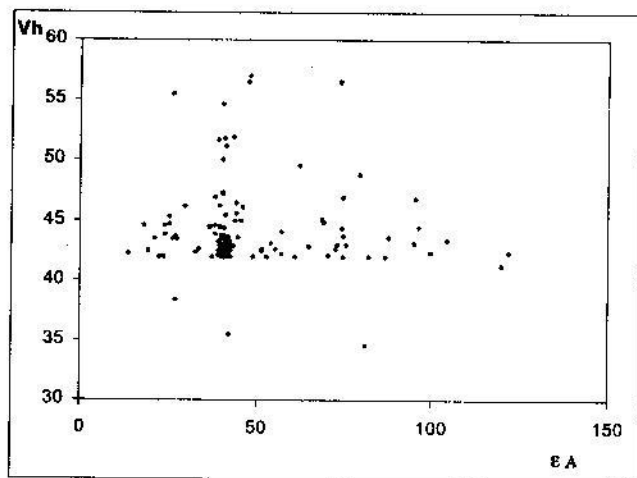


Figure 7. Dependence of the heliocentric velocity on the elongation of the true radiant from the apex for hyperbolic orbits of meteors

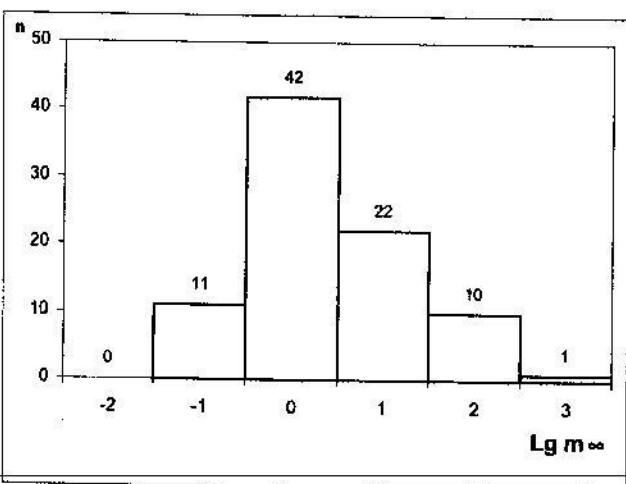


Figure 5. Distribution of hyperbolic orbits of meteors in initial mass of meteor body. 30% of meteors have the mass (m_{∞}) about 1g

Table. Hyperbolic orbits of meteors

N met.	Data	V ₋	V _h	a	e	i	ω	Ω	ε _A	Sin Q	H _b	H _c	m ₋	Shower or parent comet
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
23	20.10.57	64,3	46,4	-2,37	1,240	115°52'	40°52'	206°15'	44°10'	0,093	109,0	101,0	-	
26	27.10.57	30,3	43,1	-12,64	1,080	103 38	163 49	214 01	94 54	0,333	102,7	92,1	3,25	
27	28.10.57	69,2	43,4	-8,93	1,064	168 48	80 04	34 18	25 59	0,999	112,0	104,6	0,04	
43	12.07.58	60,4	43,6	-5,69	1,170	107 05	155 03	109 54	42 02	0,219	104,0	95,8	0,29	
45	21.07.58	65,0	42,3	-22,20	1,025	142 35	264 29	118 34	32 39	0,347	91,7	84,0	0,09	
46	22.07.58	68,7	41,9	-110,00	1,007	151 40	51 01	299 30	22 17	0,243	113,0	104,6	0,04	
48	08.08.58	61,1	42,1	-41,70	1,023	113 05	151 53	135 46	40 32	0,548	107,2	93,5	0,42	Per
55	12.08.58	62,3	43,6	-4,38	1,152	112 43	152 34	138 42	41 23	0,018	108,8	97,0	0,51	Per
56	12.08.58	71,2	42,2	-34,50	1,028	157 50	194 50	138 42	13 53	0,277	108,2	87,6	0,67	1961 II
58	13.08.58	63,0	43,7	-5,41	1,177	113 31	150 30	139 38	40 35	0,090	104,1	85,4	11,97	Per
59	12.08.58	63,3	43,7	-5,72	1,168	113 31	150 30	139 36	39 49	0,082	114,4	95,9	1,22	Per
60	12.08.58	64,4	44,4	-5,89	1,240	116 12	153 33	139 36	39 17	0,053	114,6	104,2	0,24	Per
61	13.08.58	60,6	42,0	-103,50	1,010	111 47	149 37	139 40	41 18	0,099	108,3	94,6	0,69	Per
62	13.08.58	63,6	44,3	-4,22	1,227	114 34	153 47	139 38	40 33	0,090	114,5	84,7	15,14	Per
69	12.08.58	65,7	44,4	-3,98	1,239	120 58	153 03	139 32	36 43	0,061	118,8	107,9	0,42	Per
70	12.08.58	64,4	43,8	-5,29	1,176	118 51	148 21	139 33	37 57	0,080	111,2	97,5	0,77	Per
76	12.08.58	63,0	43,5	-6,32	1,151	114 52	153 22	139 34	40 02	0,184	105,1	95,5	0,32	Per
77	13.08.58	61,3	43,0	-9,26	1,108	111 14	165 16	139 40	41 48	0,562	112,0	98,2	0,79	Per
78	13.08.58	62,2	43,3	-7,00	1,129	113 50	141 54	139 40	41 03	0,527	109,7	99,7	0,12	Per
79	13.08.58	62,2	42,6	-13,30	1,071	113 14	149 26	139 39	39 33	0,804	112,0	93,8	0,06	Per
85	19.09.58	65,2	42,6	-20,00	1,022	277 07	151 28	-	33 34	0,050	97,6	91,6	0,07	
88	18.10.58	66,2	44,5	-4,50	1,143	128 31	109 45	204 56	36 23	0,116	116,6	107,0	1,12	
91	22.10.58	71,7	45,5	-3,09	1,211	164 05	68 11	28 04	25 10	0,003	107,7	96,2	0,38	Ori
104	23.10.58	70,4	42,5	-41,70	1,017	172 51	242 41	209 05	19 18	0,127	113,5	79,0	117	
105	13.10.58	55,6	42,6	-25,60	1,037	95 41	201 04	199 06	51 23	0,401	105,1	94,0	0,10	
109	09.02.59	62,4	42,8	-28,70	1,031	113 55	215 63	319 23	40 07	0,171	107,9	-	6,27	
111	13.02.59	41,7	42,6	-51,90	1,005	33 47	296 25	323 31	72 38	0,991	99,5	76,0	1,49	
124	06.07.59	43,4	42,1	-33,30	1,021	64 20	247 39	103 52	70 07	0,188	87,1	93,8	0,58	
125	09.07.59	40,4	42,0	-60,20	1,604	17 43	123 04	286 50	74 37	0,304	84,4	88,9	0,31	
133	30.07.59	61,1	42,3	-21,80	1,044	112 41	154 10	126 48	40 52	0,065	109,0	91,5	0,52	Per
137	01.08.59	60,5	41,9	-107,00	1,009	111 59	151 09	128 42	41 11	0,244	112,9	-	-	Per
138	03.08.59	61,4	42,8	-10,70	1,090	112 02	155 43	130 41	41 26	-	-	-	-	Per
150	11.08.59	61,0	42,5	-16,60	1,058	111 57	153 23	138 22	41 21	0,041	109,8	99,3	0,31	Per
156	24.08.59	55,3	42,4	-21,30	1,032	97 19	248 35	150 45	51 29	0,072	107,1	89,2	1,93	
159	10.10.59	71,0	43,5	-7,69	1,126	146 31	199 14	195 53	20 57	0,171	111,0	105,5	-	Gem
167	11.08.60	62,2	43,2	-7,58	1,127	112 55	155 06	139 05	41 03	0,837	107,5	92,0	0,45	Per
168	11.08.60	60,8	42,2	-27,60	1,035	111 28	154 52	139 02	41 30	0,021	108,5	97,4	-	Per
170	11.08.60	60,9	43,1	-8,56	1,115	111 03	160 04	139 04	42 01	0,246	109,5	97,0	0,26	Per
173	11.08.60	62,6	44,9	-3,31	1,242	109 34	156 11	139 03	43 58	0,098	102,5	83,0	0,90	Per
178	12.08.60	61,4	42,1	-42,60	1,022	113 27	153 32	139 58	40 15	0,406	110,8	90,0	0,66	Per
181	17.08.60	65,0	44,6	-3,73	1,260	118 10	157 47	144 42	38 17	0,367	103,0	89,6	1,43	Per
199	15.04.61	42,5	43,7	-6,44	1,030	18 48	124 56	205 50	74 23	0,389	102,8	84,2	1,58	
203	09.05.61	47,7	42,8	-11,70	1,085	76 36	193 15	49 55	64 41	0,110	108,0	77,5	14,24	
207	22.06.61	35,5	46,8	-2,01	1,371	33 24	237 22	91 07	95 20	0,186	79,8	69,0	0,85	
209	20.07.61	62,5	45,0	-3,18	1,310	110 32	161 32	117 50	43 51	0,229	107,3	96,3	0,10	Per
209 ^a	01.08.61	40,2	48,75	-4,82	1,077	24 51	77 10	129 10	79 17	0,055	84,7	75,0	4,00	
221	09.08.61	61,5	42,6	-14,80	1,064	113 18	152 46	136 02	40 46	0,237	107,8	93,4	0,25	Per
227 ^a	09.08.61	60,8	42,8	-11,10	1,090	110 20	150 19	136 56	42 35	0,194	108,1	96,5	0,10	Per
236	11.08.61	61,1	42,6	-13,60	1,070	111 35	150 33	138 42	41 44	0,379	110,2	88,5	7,24	Per
238	11.08.61	62,5	42,5	-61,70	1,055	116 36	146 14	138 47	38 48	0,201	105,1	97,7	0,10	Per
239	11.08.61	61,0	41,9	-227,00	1,004	112 56	152 30	138 52	40 33	0,217	113,0	78,7	19,20	Per
250	13.08.61	63,4	43,0	-9,46	1,004	117 32	160 57	139 52	39 51	0,186	107,5	93,5	0,14	Per
251	12.08.61	60,2	42,0	-73,80	1,014	109 48	165 05	139 42	42 14	0,186	103,7	93,6	0,36	Per
261	14.08.61	60,4	35,5	-43,70	1,021	110 55	146 26	141 42	41 59	0,655	109,1	89,6	0,31	Per
267	19.08.61	61,1	42,4	-19,00	1,015	133 45	65 44	146 29	41 34	0,380	99,0	89,6	0,26	

Table. (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
272	01.09.61	31,5	41,2	-1,05	1,834	19 49	216 55	158 58	119 38	0,838	80,0	70,7	1,10	
278	10.12.61	52,9	42,6	-86,70	1,002	88 22	314 42	257 38	55 16	0,286	104,6	91,2	0,40	
280	05.05.62	36,0	42,0	-355,00	1,002	45 31	67 25	224 47	82 02	0,417	94,7	84,6	2,40	
282	28.05.62	33,6	41,9	-894,00	1,001	44 00	129 49	66 54	86 28	0,502	99,6	78,7	45,00	
289	25.07.62	51,5	42,2	-26,00	1,039	87 04	197 49	122 13	57 13	0,216	112,7	83,0	91,00	
294	28.07.62	32,4	44,4	-4,05	1,240	41 57	199 48	125 03	95 52	0,228	96,8	82,1	1,40	
301	05.08.62	61,6	45,0	-3,22	1,300	107 25	156 14	132 43	45 19	0,172	111,5	91,0	5,00	Per
302	06.08.62	62,0	43,6	-5,96	1,160	112 41	152 59	133 44	41 27	0,430	110,8	85,3	1,50	Per
307	08.08.62	59,1	42,0	-56,30	1,017	107 24	152 12	134 51	43 58	0,975	108,8	88,3	0,80	Per
308	07.08.62	60,3	42,8	-11,60	1,080	109 08	145 00	134 37	43 28	0,258	109,2	95,4	1,10	Per
315	10.08.62	53,9	42,0	-94,00	1,011	93 32	182 13	137 40	52 39	0,460	107,2	91,4	0,40	
317	11.08.62	61,4	42,8	-10,70	1,090	112 04	152 52	138 35	41 21	0,203	112,0	84,0	1,40	Per
321	12.08.62	60,7	51,2	-1,02	1,970	117 03	165 13	138 42	41 06	0,274	106,7	96,6	0,20	Per
322	12.08.62	62,1	43,0	-9,42	1,100	113 44	155 10	139 29	40 26	0,200	119,4	75,2	14,00	Per
324	12.08.62	60,6	42,0	-70,70	1,010	111 49	152 43	139 21	41 13	0,190	113,2	90,7	1,50	Per
325	13.08.62	61,4	42,8	-10,70	1,080	112 46	140 57	139 27	41 29	0,069	-	86,7	0,60	Per
326	12.08.62	61,4	42,7	-13,00	1,070	112 26	154 29	139 36	41 07	0,091	102,8	90,4	1,00	Per
327	12.08.62	60,2	42,4	-21,20	1,040	113 06	121 06	139 36	42 30	0,217	107,7	100,7	0,10	
328	12.08.62	61,1	41,9	-890,00	1,000	113 53	149 45	139 32	40 00	0,320	108,4	85,7	4,30	Per
329	12.08.62	69,8	50,1	-1,17	1,850	117 20	167 21	139 33	40 29	0,121	135,4	-	-	Per
331	12.08.62	61,6	42,4	-18,50	1,050	113 46	152 50	139 35	40 14	-	115,0	79,0	12,20	Per
336	25.08.62	35,3	43,6	-6,30	1,089	30 17	262 16	151 56	87 28	0,157	102,3	84,6	16,80	
337	04.09.62	63,2	43,2	-8,05	1,110	118 33	223 11	160 52	38 50	0,318	106,0	94,4	0,10	
342	21.10.62	70,4	44,7	-4,14	1,110	164 26	77 10	27 51	25 26	0,152	117,5	90,6	6,60	Ori
343	23.10.62	71,4	44,6	-4,24	1,150	164 09	70 35	29 50	24 05	0,013	112,0	97,2	1,40	Ori
344	23.10.62	69,3	43,7	-7,14	1,070	164 20	84 08	29 57	27 03	0,055	111,0	94,8	0,70	Ori
350	11.08.63	62,2	43,4	-6,59	1,140	112 55	153 01	138 19	41 13	0,299	106,7	87,3	0,89	Per
363	31.07.64	73,4	57,0	-0,60	1,680	129 36	182 01	128 28	48 01	0,436	96,7	91,8	0,20	
364	12.08.64	60,9	42,2	-31,50	1,030	112 26	148 52	139 59	41 04	0,187	108,8	90,0	0,50	Per
370	06.10.64	60,6	43,6	-7,05	1,120	109 05	227 35	192 37	44 34	0,229	108,4	93,4	0,20	
371	16.10.64	72,5	46,2	-2,50	1,300	154 29	236 44	202 28	29 34	0,145	109,2	94,0	0,30	
383	04.07.65	49,0	42,0	-62,00	1,030	80 40	253 25	102 30	60 43	0,683	93,9	-	0,28	
390	01.08.65	41,2	42,9	-9,71	1,025	23 33	299 49	129 26	75 16	0,777	92,0	86,9	-	
396	07.08.65	61,8	42,7	-11,80	1,080	113 41	155 55	134 06	40 22	0,058	108,7	97,2	1,10	Per
398	08.08.65	61,3	42,4	-18,20	1,050	113 29	146 05	135 03	40 40	0,943	111,9	81,5	27,90	
401	07.08.65	68,0	43,4	-6,76	1,140	137 29	222 01	134 59	27 19	0,654	112,0	94,5	0,70	
402	08.08.65	62,3	42,8	-11,06	1,090	115 27	151 10	135 01	39 27	0,111	108,8	93,6	0,48	
404	08.08.65	61,5	43,3	-7,21	1,130	111 46	143 31	135 59	42 13	0,124	106,5	79,0	1,00	Per
409	10.08.65	59,8	42,0	-76,08	1,012	109 48	148 24	136 59	42 34	0,153	107,3	97,1	-	
410	12.08.65	61,1	42,0	-115,80	1,008	113 36	151 03	139 42	40 10	0,120	110,9	91,5	-	
412	13.08.65	74,0	54,7	-0,71	2,405	119 23	170 21	140 32	40 23	0,335	113,1	107,5	-	Per
414	21.08.65	46,4	46,9	-1,99	1,490	112 20	199 44	148 22	74 43	0,096	112,2	88,9	6,30	
415	25.08.65	79,4	55,5	-0,73	1,966	170 43	232 42	151 10	26 09	0,013	91,7	79,2	-	
438	26.04.66	43,1	44,3	-4,56	1,22	65 41	173 43	36 03	74 16	0,058	105,0	91,0	-	
457	20.10.66	68,0	43,8	-6,63	1,072	162 53	90 15	25 58	24 07	0,546	114,5	91,4	-	
462	13.12.66	55,7	56,5	-0,64	1,237	36 46	301 59	260 07	73 51	0,321	103,3	71,1	-	
465	13.12.66	38,0	34,6	-1,47	0,912	24 53	325 10	260 18	81 02	0,226	97,5	75,7	-	Gem
466	13.12.66	63,0	46,1	-2,73	1,344	106 39	156 45	260 07	45 43	0,356	113,0	88,7	-	
472	07.06.67	30,6	49,6	-1,25	1,725	22 08	213 13	75 13	62 07	0,324	79,8	73,9	-	
479	07.08.67	60,5	42,5	-15,16	1,061	110 31	147 01	136 36	42 28	0,654	109,2	80,8	-	
482	09.08.67	66,7	47,3	-1,82	1,542	116 42	162 47	136 24	40 05	0,018	103,5	89,0	-	Per
485	10.08.67	71,0	51,6	-0,97	2,041	120 21	185 36	136 28	38 51	0,188	104,6	84,8	-	
489	11.08.67	71,0	51,8	-0,95	2,038	117 58	164 27	137 09	40 42	0,088	109,5	83,6	-	Per
490	11.08.67	62,4	41,9	-423,30	1,002	118 13	154 49	138 28	37 27	0,285	113,4	89,6	-	
492	14.08.67	48,1	45,1	-3,14	1,319	74 32	191 32	141 26	68 22	0,024	103,2	85,2	-	
493	14.08.67	72,7	56,6	-0,62	2,610	109 49	167 42	141 11	47 41	0,028	109,3	88,7	-	Per
500	11.09.67	72,8	44,6	-3,97	1,229	155 34	146 01	167 22	18 03	0,119	113,0	90,4	-	
504	12.09.67	67,8	38,3	-22,68	1,035	143 50	235 15	168 26	26 51	0,156	113,4	93,6	-	

Table. (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
517	14.08.70	61,1	42,1	-58,58	1,016	113 43	148 42	137 36	40 13	0,753	107,4	87,5	-	
518	01.08.71	66,1	46,2	-2,28	1,403	117 03	163 29	128 42	39 29	0,059	115,6	-	-	Per
522	12.08.71	66,9	46,9	-1,97	1,491	119 37	157 36	139 17	38 17	0,802	109,2	79,5	-	Per
525	15.08.71	62,9	45,5	-2,84	1,345	109 32	160 26	142 09	44 00	0,042	114,0	92,4	-	Per
532	12.08.72	61,0	42,2	-33,85	1,028	113 03	154 20	139 24	40 30	0,480	109,2	81,3	-	
540	13.08.72	68,5	42,0	-75,28	1,012	144 10	215 34	140 52	23 34	0,075	113,0	97,2	-	
545	07.10.72	21,1	42,3	-57,02	1,017	20 51	192 03	194 19	121 49	0,694	91,0	74,0	-	
553	12.12.72	42,3	43,0	-21,01	1,009	16 26	122 17	80 39	73 00	0,336	100,4	78,3	-	
554	12.12.72	47,2	44,8	-4,33	1,031	31 12	319 15	260 40	68 57	0,293	89,1	62,6	-	
558	05.08.73	19,0	47,2	-127,10	1,007	113 33	152 51	133 00	40 10	0,304	105,4	80,3	-	Per
562	02.08.75	61,7	42,4	-19,37	1,049	114 36	150 54	129 32	39 49	0,485	114,4	78,6	-	Per
563	04.08.75	61,5	43,2	-7,95	1,128	111 07	178 33	131 34	41 51	0,202	106,6	91,2	-	
567	10.08.75	64,3	45,4	-2,88	1,340	113 57	160 00	137 21	41 11	0,070	112,1	88,4	-	Per
570	11.08.75	60,8	43,3	-0,24	1,106	52 18	186 34	138 18	104 44	0,166	102,8	89,0	-	
579	12.08.75	61,7	42,6	-13,77	1,070	113 20	157 10	139 14	40 28	0,130	111,2	93,6	-	Per
587	14.08.75	54,5	43,1	-8,37	1,113	92 26	151 04	141 11	54 00	0,078	106,6	90,2	-	
596	02.08.79	62,9	43,6	-5,83	1,167	114 29	158 33	129 39	40 12	0,652	110,0	90,7	-	Per
601	12.08.79	62,4	42,9	-9,38	1,103	113 55	155 14	139 05	40 19	0,217	110,8	100,0	-	Per
602	12.08.79	62,7	43,0	-9,08	1,105	115 46	152 41	139 05	39 17	0,263	111,5	92,3	-	Per
614	12.08.80	70,2	51,9	-0,94	2,075	113 47	184 28	140 57	43 23	0,246	106,4	79,5	-	
617	10.08.81	53,8	44,1	-4,71	1,043	85 59	55 35	137 48	57 08	0,190	98,4	93,9	-	
623	15.08.82	61,8	42,1	-40,91	1,024	115 05	158 28	141 25	39 08	0,224	108,7	87,2	-	Per
626	15.08.83	28,1	42,3	-2,30	1,040	33 47	148 57	142 07	99 33	0,121	95,0	81,2	-	

References

- Kramer E. N., Shestaka I. S., Markina A. K.: 1986, *Materials of the World Data Center B*, 186.
- McCrosky R. E. and Posen A.: 1961, *Smithsonian Contrib. Astrophys.*, 4, N 2, 15.